CHU VĂN BIÊN
Giáo viên chương trình bổ trợ kiến thức Vật lí 12,
kênh VTV2 - Đài Truyền hình Việt Nam

Bổ trợ kiến thức
LUYỆN THI ĐẠI HỌC TRÊN KÊNH VTV2
VẬT LÍ

PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC BÀI TOÁN
CƠ BẢN, ĐIỂN HÌNH, HAY, LẠ VÀ KHÓ.

Phần 3: SÓNG CƠ, SÓNG ĐIỆN TỪ, ĐIỆN TỪ SÓNG ÁNH SÁNG, LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG, HẠT NHÂN

- Dành cho thí sinh lớp 12 ôn tập và thi Đại học, Cao đẳng.
- Biên soạn theo nội dung và cấu trúc đề thi của Bộ GD & ĐT.

ĐH QG Hà Nội
NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối – Hai Bà Trưng – Hà Nội
Điện thoại : Biên tập – Chế bản: (04) 39714896
Hành chính: (04) 39714899; Tổng biên tập: (04) 39714897
Fax: (04) 39714899

Chịu trách nhiệm xuất bản

Giám đốc - Tổng biên tập :
TS. PHẠM THỊ TRÂM

Biên tập :	**CẢNH BAN, TRẦN HIỆP**
Chế bản:	**Công ty KHANG VIỆT**
Trình bày bìa :	**Công ty KHANG VIỆT**

Tổng phát hành và đối tác liên kết xuất bản:

CÔNG TY TNHH MTV
DỊCH VỤ VĂN HÓA KHANG VIỆT

Địa chỉ: 71 Đinh Tiên Hoàng - P.Đa Kao - Q.1 - TP.HCM
Điện thoại: 08. 39115694 - 39105797 - 39111969 - 39111968
Fax: 08. 3911 0880
Email: khangvietbookstore@yahoo.com.vn
Website: www.nhasachkhangviet.vn

SÁCH LIÊN KẾT

BỔ TRỢ KIẾN THỨC LTĐH TRÊN KÊNH VTV2 VẬT LÝ PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC BÀI TOÁN CƠ BẢN, ĐIỂN HÌNH, HAY, LẠ VÀ KHÓ. PHẦN 3. SÓNG CƠ. SÓNG ĐIỆN TỪ ...

Mã số : 1L–492ĐH2013.
Mã số ISBN: 978–604–934–691–0
Số lượng in 2000 bản, khổ 16×24 cm.
In tại Cty TNHH MTV in ấn **MAI THỊNH ĐỨC.**
Địa chỉ: 71 Kha Vạn Cân, P.Hiệp Bình Chánh, Q.Thủ Đức, Tp.HCM.
Số xuất bản: 1728–2013/CXB/08–246/ĐHQGHN, ngày 20/11/2013.
Quyết định xuất bản số: 509LK-TN/QĐ-NXBĐHQGHN cấp ngày 16/12/2013
In xong và nộp lưu chiểu quí I năm 2014.

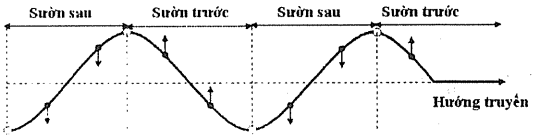
Chủ đề 1. HIỆN TƯỢNG SÓNG CƠ HỌC

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN SỰ TRUYỀN SÓNG

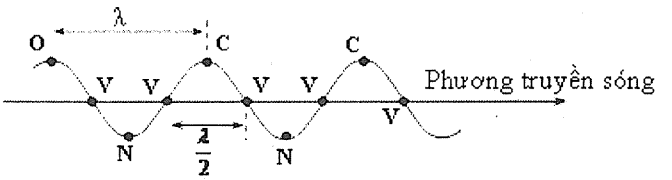
Phương pháp giải

Bước sóng:

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} = v\frac{2\pi}{\omega}.$$



Khi sóng lan truyền thì **sườn trước** đi lên và **sườn sau** đi xuống! Xét những điểm nằm trên cùng một phương truyền sóng thì khoảng cách giữa 2 điểm dao động:



* cùng pha là $l = k\lambda$ (k là số nguyên) $\Rightarrow l_{min} = \lambda$

* ngược pha là $l = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ (k là số nguyên) $\Rightarrow l_{min} = 0,5\lambda$

* vuông pha là $l = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$ (k là số nguyên) $\Rightarrow l_{min} = 0,25\lambda$

Ví dụ 1: Trong môi trường đàn hồi có một sóng cơ có tần số 50 Hz, tốc độ truyền sóng là 175 cm/s. Hai điểm M và N trên phương truyền sóng dao động ngược pha nhau, giữa chúng chỉ có 2 điểm khác cũng dao động ngược pha với M. Khoảng cách MN là:

A. 8,75 cm. B. 10,5 cm. C. 7,0 cm. D. 12,25 cm.

Hướng dẫn

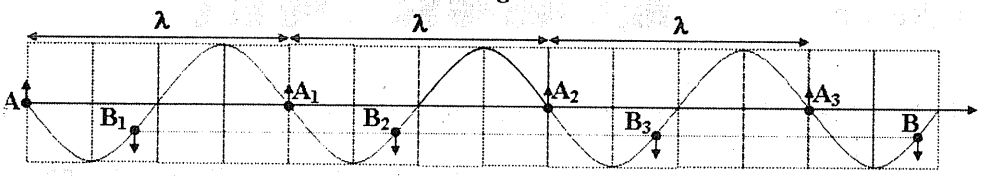
Hai điểm M, N dao động ngược pha nên: MN = 0,5λ; 1,5λ; 2,5λ... Nhưng giữa chúng chỉ có 2 điểm khác dao động ngược pha với M nên bắt buộc: MN = 2,5λ

hay $MN = 2,5\lambda = 2,5\frac{v}{f} = 8,75(cm) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Hai điểm A, B cùng phương truyền sóng, cách nhau 24 cm. Trên đoạn AB có 3 điểm A_1, A_2, A_3 dao động cùng pha với A, và ba điểm B_1, B_2, B_3 dao động cùng pha với B. Sóng truyền theo thứ tự A, B_1, A_1, B_2, A_2, B_3, A_3, B và $A_3B = 3$ cm. Tìm bước sóng.

A. 6,0 cm. B. 7,0 cm. C. 3,0 cm. D. 9,0 cm.

Hướng dẫn



$AB = 3\lambda + A_3B \Rightarrow 24 = 3\lambda + 3 \Rightarrow \lambda = 7(\text{cm}) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: Một sóng ngang truyền trên một sợi dây rất dài. Hai điểm PQ = 5λ/4 sóng truyền từ P đến Q. Kết luận nào sau đây đúng.

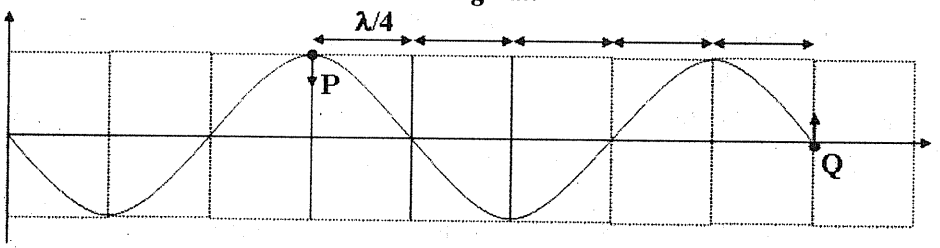
A. Khi Q có li độ cực đại thì P có vận tốc cực đại.

B. Li độ P, Q luôn trái dấu.

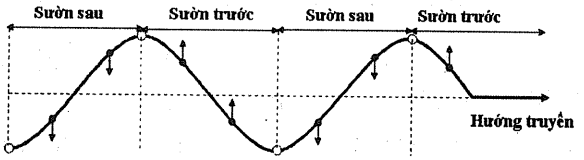
C. Khi P có li độ cực đại thì Q có vận tốc cực đại.

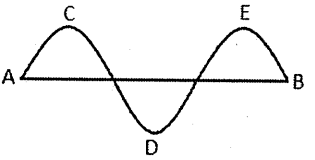
D. Khi P có thế năng cực đại thì Q có thế năng cực tiểu.

Hướng dẫn



Khi P có thế năng cực đại (P ở vị trí cao nhất hoặc thấp nhất) thì Q qua vị trí cân bằng nên thế năng cực tiểu ⇒ Chọn D.



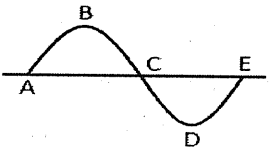


Chú ý: Dựa vào đồ thị sóng hình sin có thể xác định được hướng truyền sóng:

* *Nếu sóng truyền A đến B thì đoạn EB đang đi lên (DE đi xuống, CD đi lên và AC đi xuống).*

* *Nếu sóng truyền B đến A thì đoạn AC đang đi lên (CD đi xuống, DE đi lên và EB đi xuống).*

Ví dụ 4: Một sóng ngang truyền trên mặt nước có tần số 10 Hz tại một thời điểm nào đó một phần mặt nước có dạng như hình vẽ. Trong đó khoảng cách từ các vị trí cân bằng của A đến vị trí cân bằng của D là 60 cm và điểm C đang từ vị trí cân bằng đi xuống. Xác định chiều truyền của sóng và tốc độ truyền sóng.



A. Từ E đến A, v = 6 m/s.

B. Từ E đến A, v = 8 m/s.

C. Từ A đến E, v = 6 cm/s.

D. Từ A đến E, v = 10 m/s

Hướng dẫn

Vì điểm C từ vị trí cân bằng đi xuống nên cả đoạn BD đang đi xuống. Do đó, AB đi lên, nghĩa là sóng truyền E đến A.

Đoạn AD = $\frac{3\lambda}{4} \Rightarrow 60 = 3\lambda/4 \Rightarrow \lambda = 80$ cm = 0,8 m $\Rightarrow v = \lambda f = 8$ m/s

$\Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Tại một thời điểm nào đó M có li độ âm (dương) và đang chuyển động đi lên (xuống), để xác định trạng thái của điểm N ta làm như sau:

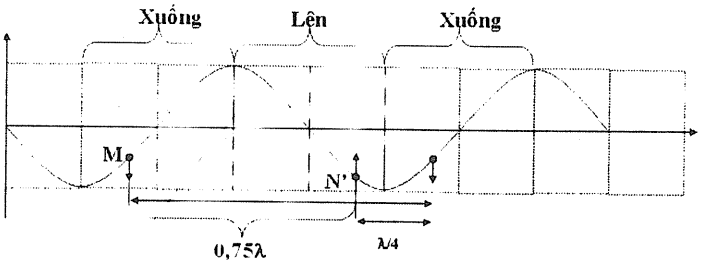
* *Viết $MN = \Delta\lambda + n\lambda = MN' + n\lambda \Rightarrow N'$ dao động cùng pha với N nên chỉ cần xác định trạng thái của điểm N'.*

* *Để xác định trạng thái N' nên dùng đồ thị sóng hình sin.*

Ví dụ 5: Một sóng ngang có bước sóng λ truyền trên sợi dây dài, qua điểm M rồi đến điểm N cách nhau 65,75λ. Tại một thời điểm nào đó M có li độ âm và đang chuyển động đi xuống thì điểm N đang có li độ

A. âm và đang đi xuống.
B. âm và đang đi lên.
C. dương và đang đi xuống.
D. dương và đang đi lên.

Hướng dẫn

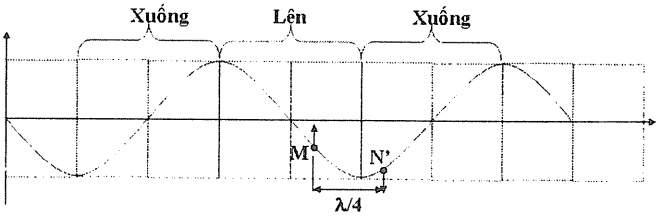


$MN = 65,75\lambda = 65\lambda + 0,75\lambda$. Từ hình vẽ ta thấy N' đang có li độ âm và đang đi lên $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: Một sóng ngang có tần số 100 Hz truyền trên một sợi dây nằm ngang với tốc độ 60 m/s, qua điểm M rồi đến điểm N cách nhau 7,95 m. Tại một thời điểm nào đó M có li độ âm và đang chuyển động đi lên thì điểm N đang có li độ

A. âm và đang đi xuống.
B. âm và đang đi lên.
C. dương và đang đi xuống.
D. dương và đang đi lên.

Hướng dẫn



$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{60}{100} = 0,6(m)$; $MN = 7,95(m) = 13 \times 0,6 + 0,15 = 13\lambda + \frac{\lambda}{4}$

Từ hình vẽ ta thấy N' đang có li độ âm và đang đi xuống ⇒ Chọn A.

Ví dụ 7: Hai điểm M và N trên phương truyền sóng cách nhau một khoảng 3/4 bước sóng thì

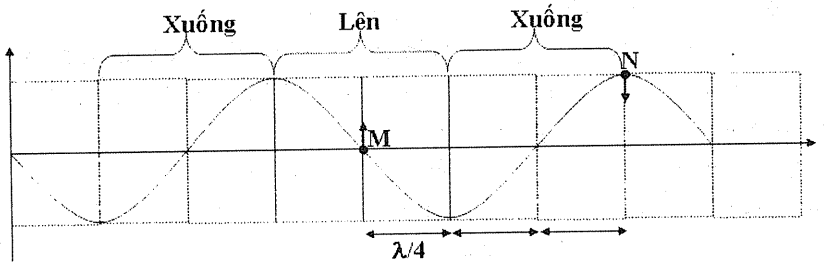
A. khi M có thế năng cực đại thì N có động năng cực tiểu.

B. khi M có li độ cực đại dương thì N có vận tốc cực đại dương.

C. khi M có vận tốc cực đại dương thì N có li độ cực đại dương.

D. li độ dao động của M và N luôn luôn bằng nhau về độ lớn.

Hướng dẫn



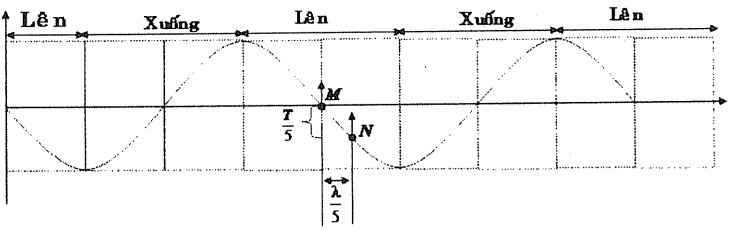
Khi M có vận tốc cực đại dương (qua vị trí cân bằng theo chiều dương) thì N có li độ cực đại dương ⇒ Chọn C.

Chú ý: Sóng vừa có tính chất tuần hoàn theo thời gian vừa có tính chất tuần hoàn theo không gian. Từ hai tính chất này suy ra hệ quả, hai điểm M, N trên phương truyền sóng cách nhau λ/n thì thời gian ngắn nhất để điểm này giống trạng thái của điểm kia là T/n. Dựa vào các tính chất này, chúng ta có lời giải ngắn gọn cho nhiều bài toán phức tạp.

Ví dụ 8: Sóng ngang có chu kì T, bước sóng λ, lan truyền trên mặt nước với biên độ không đổi. Xét trên một phương truyền sóng, sóng truyền đến điểm M rồi mới đến N cách nó λ/5. Nếu tại thời điểm t, điểm M qua vị trí cân bằng theo chiều dương thì sau thời gian ngắn nhất bao nhiêu thì điểm N sẽ hạ xuống thấp nhất?

A. 11T/20. B. 19T/20. C. T/20. D. 9T/20.

Hướng dẫn



Các bước giải như sau:

Bước 1: Vẽ đường sin, quy ước sóng truyền theo chiều dương và xác định các vùng mà các phần tử vật chất đang đi lên và đi xuống.

Bước 2: Vì điểm M qua vị trí cân bằng theo chiều dương nên nó nằm ở vùng mà các phần tử vật chất đang đi lên.

Bước 3: Vì sóng truyền qua M rồi mới đến N nên điểm N phải nằm phía bên phải điểm M như hình vẽ.

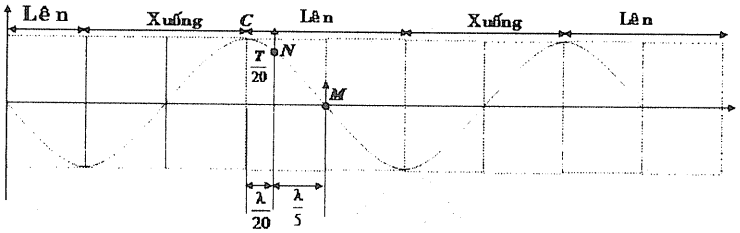
Bước 4: Ở thời điểm hiện tại cả M và N đều đang đi lên. Vì MN = λ/5 nên thời gian ngắn nhất để N đi đến vị trí cân bằng là T/5. Thời gian ngắn nhất đi từ vị trí cân bằng đến vị trí cao nhất là T/4 và thời gian ngắn nhất đi từ vị trí cao nhất đến vị trí thấp nhất là T/2. Vậy điểm N sẽ đến vị trí thấp nhất sau khoảng thời gian ngắn nhất: T/5 + T/4 + T/2 = 19T/20 ⇒ Chọn B.

Chú ý: Nếu sóng truyền qua N rồi mới đến M thì kết quả sẽ khác. Ta sẽ hiểu rõ thêm ở ví dụ tiếp theo.

Ví dụ 9: Sóng ngang có chu kì T, bước sóng λ, lan truyền trên mặt nước với biên độ không đổi. Xét trên một phương truyền sóng, sóng truyền đến điểm M rồi mới đến N cách nó λ/5. Nếu tại thời điểm t, điểm M qua vị trí cân bằng theo chiều dương thì sau thời gian ngắn nhất bao nhiêu thì điểm N sẽ hạ xuống thấp nhất?

A. 11T/20. B. 19T/20. C. T/20. D. 9T/20.

Hướng dẫn



Vì sóng truyền qua M rồi mới đến N nên điểm N phải nằm phía bên trái điểm M như hình vẽ. Ở thời điểm hiện tại cả M và N đều đang đi lên. Vì CN = λ/4 - λ/5 = λ/20 nên thời gian ngắn nhất để N đi đến vị trí của điểm C hiện tại là T/20. Thời gian ngắn nhất đi từ vị trí cao nhất đến vị trí thấp nhất là T/2. Vậy điểm N sẽ đến vị trí thấp nhất sau khoảng thời gian ngắn nhất: T/20 + T/2 = 11T/20 ⇒ Chọn A.

Chú ý: Xét hai điểm điểm M, I trên cùng một phương truyền sóng cách nhau một khoảng $0 < x < \lambda/4$.

Nếu ở thời điểm t, điểm I đang ở vị trí cân bằng thì lúc này điểm M cách vị trí cân bằng của nó một đoạn $|u_M| = A\sin\frac{2\pi x}{\lambda}$.

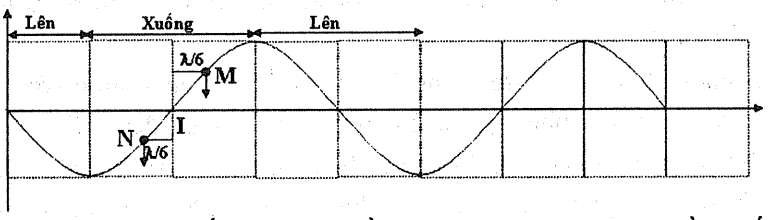
Nếu ở thời điểm t, điểm I đang ở vị trí cao nhất (thấp nhất) thì lúc này điểm M cách vị trí cân bằng của nó một đoạn $|u_M| = A\cos\frac{2\pi x}{\lambda}$.

Ở ví dụ trên, hiện tại I đang ở vị trí cân bằng nên $|u_M| = A\sin\frac{2\pi x}{\lambda}$ *hay*

$$6 = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{6} \Rightarrow A = 4\sqrt{3}(cm)$$

Ví dụ 10: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau λ/3, sóng có biên độ A, chu kì T. Sóng truyền từ N đến M. Giả sử tại thời điểm t_1, có $u_M = +1{,}5$ cm và $u_N = -1{,}5$ cm. Ở thời điểm t_2 liền sau đó có $u_M = +A$. Hãy xác định biên độ sóng A và thời điểm t_2.

Hướng dẫn



Thời gian M đi đến vị trí cân bằng là T/6, đi từ vị trí cân bằng đến vị trí thấp nhất là T/4, đi từ vị trí thấp nhất đến vị trí cao nhất là T/2 nên $t_2 = T/6 + T/4 + T/2 = 11T/12$.

Ở thời điểm hiện tại I ở vị trí cân bằng nên $|u_M| = A\sin\frac{2\pi x}{\lambda}$ hay

$$1{,}5 = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{6} \Rightarrow A = \sqrt{3}(cm).$$

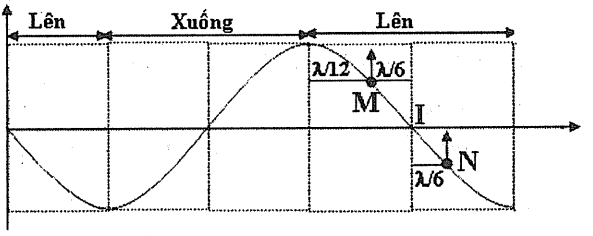
Bài này cũng có thể dùng vòng tròn lượng giác để giải.

Ví dụ 11: (ĐH - 2012) Hai điểm M, N cùng nằm trên một hướng truyền sóng và cách nhau một phần ba bước sóng. Biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền. Tại một thời điểm, khi li độ dao động của phần tử tại M là 3 cm thì li độ dao động của phần tử tại N là -3 cm. Biên độ sóng bằng

A. 6 cm. B. 3 cm. C. $2\sqrt{3}$ cm D. $3\sqrt{2}$ cm.

Hướng dẫn

Cách 1: Bài toán không nói rõ sóng truyền theo hướng nào nên ta giả sử truyền qua M rồi mới đến N và biểu diễn như hình vẽ. M và N đối xứng nhau qua I nên MI = IN = λ/6.



Ở thời điểm hiện tại I ở vị trí cân bằng nên $|u_M| = A\sin\frac{2\pi x}{\lambda}$ hay

$3 = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{6} \Rightarrow A = 2\sqrt{3}(cm) \Rightarrow$ Chọn C.

Cách 2: Giả sử sóng truyền qua M rồi đến N thì dao động tại N trễ pha hơn

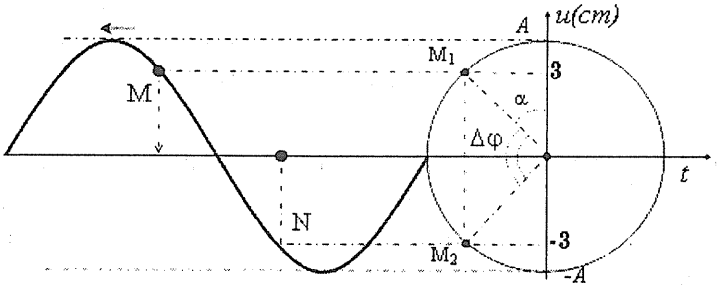
$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi}{3}$

$u_M = A\cos\omega t = 3 \Rightarrow \cos\omega t = \frac{3}{A} \Rightarrow \sin\omega t = \pm\frac{\sqrt{A^2-9}}{A}$

$u_N = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) = -3 \Rightarrow \underbrace{A\cos\omega t}_{3}\cos\frac{2\pi}{3} + \underbrace{A\sin\omega t}_{\pm\sqrt{A^2-9}}\sin\frac{2\pi}{3} = -3$

$\Rightarrow A = 2\sqrt{3}(cm)$

Cách 3: Dao động tại M sớm pha hơn dao động tại N: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi}{3}$



Từ hình vẽ tính được $\alpha = \frac{\pi}{6}$ và $A = \frac{u_M}{\cos\alpha} = 2\sqrt{3}(cm)$

Chú ý: Đến đây ta rút ra quy trình giải nhanh như sau:

1) Nếu $u_M = -u_N$ và $MN < \lambda/2$ thì $|u_M| = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}\frac{MN}{2}$.

Nếu $u_M \neq -u_N$ thì $u_M\cos\Delta\varphi \pm \sqrt{A^2-u_M^2}\sin\Delta\varphi = u_N$.

2) Nếu $MN = k\lambda$ (cùng pha) thì $u_M = u_N$ và $v_M = v_N$.

3) Nếu $MN = (2k+1)\lambda/2$ (ngược pha) thì $u_M = -u_N$ và $v_M = -v_N$.

4) Nếu $MN = (2k+1)\lambda/4$ (vuông pha) thì $A^2 = u_M^2 + u_N^2$ và $v_M = \omega u_N$, $v_N = -\omega u_N$ khi k lẻ ($v_M = -\omega u_N$, $v_N = \omega u_N$ khi k chẵn).

Ví dụ 12: Một sóng lan truyền dọc theo một một dây đàn hồi thẳng, dài vô hạn. Hai điểm M, N cách nhau $7\lambda/4$. Khi li độ tại M là 3 cm thì li độ tại N là -4 cm. Tìm biên độ sóng trên dây.

A. 6 cm. B. 5 cm. C. 7 cm. D. 8 cm.

Hướng dẫn

M, N dao động vuông pha $\Rightarrow A = \sqrt{u_M^2 + u_N^2} = 5(cm) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 13: Có hai điểm M và N trên cùng một phương truyền của sóng trên mặt nước, cách nhau một phần tư bước sóng. Tại một thời điểm t nào đó, mặt thoáng ở M cao hơn vị trí cân bằng 5 mm và đang đi lên; còn mặt thoáng ở N thấp hơn vị trí cân bằng 12 mm nhưng cũng đang đi lên. Coi biên độ sóng không đổi. Biên độ sóng a và chiều truyền sóng là

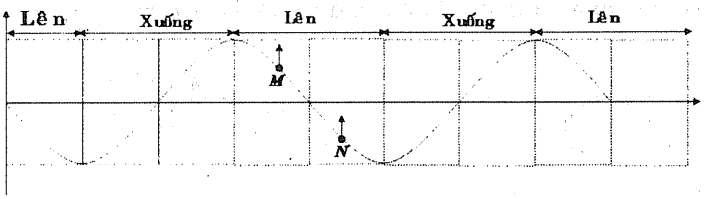
A. 13 mm, truyền từ M đến N. B. 13, truyền từ N đến M.

C. 17 mm , truyền từ M đến N. D. 17 mm, truyền từ N đến M.

Hướng dẫn

Độ lệch pha của M và N là $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow A = \sqrt{u_M^2 + u_N^2} = 13(mm)$

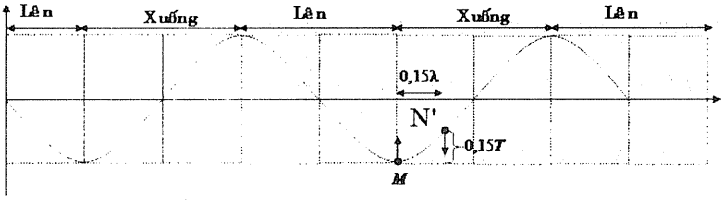
Vì u_M = 5 mm và đang đi lên, còn u_N = –12 mm và cũng đang đi lên nên M và N phải nằm ở các vị trí như trên hình ⇒ Sóng truyền từ M đến N ⇒ Chọn A.



Ví dụ 14: Sóng ngang có tần số 20 Hz truyền trên mặt nước với tốc độ 2 m/s. Trên một phương truyền sóng đến điểm M rồi mới đến N cách nó 21,5 cm. Tại thời điểm t, điểm M hạ xuống thấp nhất thì sau thời gian ngắn nhất bao nhiêu thì điểm N sẽ hạ xuống thấp nhất?

A. 3/400 s. B. 0,0425 s. C. 1/80 s. D. 3/80 s.

Hướng dẫn



Bước sóng λ = v/f = 10 cm. Ta thấy MN = 21,5 cm = 0,15λ + 2λ = MN' + N'N. Vì trạng thái dao động của điểm N giống hệt trạng thái điểm N' nên ta chỉ cần khảo sát điểm N' với MN' = 0,15λ.

Vì sóng truyền từ M sang N' nên N' phải nằm bên phải và đang đi xuống như hình vẽ.

Vì N' cách M là 0,15λ nên thời gian ngắn nhất đi từ vị trí hiện tại đến vị trí thấp nhất là 0,15T = 3/400 s ⇒ Chọn A.

Ví dụ 15: (ĐH - 2013): Một sóng hình sin đang truyền trên một sợi dây theo chiều dương của trục Ox. Hình vẽ mô tả hình dạng của sợi dây tại thời điểm t_1 (đường nét đứt) và $t_2 = t_1 + 0,3$ (s) (đường liền nét). Tại thời điểm t_2, vận tốc của điểm N trên dây là

A. -39,3 cm/s. B. 65,4 cm/s. C. -65,4 cm/s. D. 39,3 cm/s.

Hướng dẫn

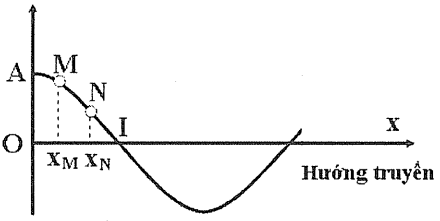
Từ hình vẽ ta thấy: Biên độ sóng A = 5 cm. Từ 30 cm đến 60 cm có 6 ô nên chiều dài mỗi ô là (60 – 30)/6 = 5 cm. Bước sóng bằng 8 ô nên $\lambda = 8.5 = 40$ cm. Trong thời gian 0,3 s sóng truyền đi được 3 ô theo phương ngang tương ứng quãng đường 15 cm nên tốc độ truyền sóng $v = \frac{15}{0,3} = 50(cm/s)$.

Chu kì sóng và tần số góc: $T = \frac{\lambda}{v} = 0,8$ s; $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2,5\pi$ (rad/s).

Tại thời điểm t_2, điểm N qua vị trí cân bằng và nằm ở sườn trước nên nó đang đi lên với tốc độ cực đại, tức là vận tốc của nó dương và có độ lớn cực đại: $v_{max} = \omega A = 2,5\pi.5 \approx 39,3$ cm/s $\Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Nếu phương trình sóng có dạng $u = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$ *thì vận tốc dao động của phần tử có tọa độ x là* $v = u' = -\omega A\sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$. *Đồ thị hình sin ở thời điểm t = 0 có dạng như hình vẽ. Hai điểm M và N có tỉ số li độ và tỉ số vận tốc lần lượt:*

$$\begin{cases} \frac{u_M}{u_N} = \frac{A\cos\left(\omega.0 - \frac{2\pi x_M}{\lambda}\right)}{A\cos\left(\omega.0 - \frac{2\pi x_N}{\lambda}\right)} = \frac{\cos\frac{2\pi x_M}{\lambda}}{\cos\frac{2\pi x_N}{\lambda}} \\ \frac{v_M}{v_N} = \frac{-\omega A\sin\left(\omega.0 - \frac{2\pi x_M}{\lambda}\right)}{-\omega A\sin\left(\omega.0 - \frac{2\pi x_N}{\lambda}\right)} = \frac{\sin\frac{2\pi x_M}{\lambda}}{\sin\frac{2\pi x_N}{\lambda}} \end{cases}$$

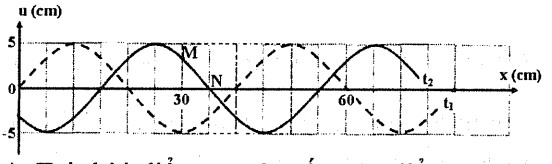


Trong đó có thể hiểu x_M *và* x_N *là khoảng cách từ vị trí cân bằng của M và của N đến vị trí cân bằng của đỉnh sóng A gần nhất. Nếu gọi* y_M *và* y_N *là khoảng cách từ vị trí cân bằng của M và N đến I thì:*

$$\begin{cases} \dfrac{u_M}{u_N} = \dfrac{\sin\dfrac{2\pi y_M}{\lambda}}{\sin\dfrac{2\pi y_N}{\lambda}} \\ \dfrac{v_M}{v_N} = \dfrac{\cos\dfrac{2\pi y_M}{\lambda}}{\cos\dfrac{2\pi y_N}{\lambda}} \end{cases}$$

Nếu điểm N trùng với I thì $v_M = v_{max}\cos\dfrac{2\pi y_M}{\lambda}$.

Ví dụ 16: Một sóng hình sin đang truyền trên một sợi dây theo chiều dương của trục Ox. Hình vẽ mô tả hình dạng của sợi dây tại thời điểm t_1 (đường nét đứt) và $t_2 = t_1 + 0{,}3$ (s) (đường liền nét). Tại thời điểm t_2, vận tốc của điểm M trên dây là



A. -39,3 cm/s. B. 27,8 cm/s. C. -27,8 cm/s. D. 39,3 cm/s.

Hướng dẫn

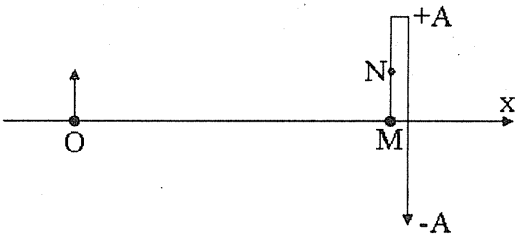
Từ hình vẽ ta thấy: Biên độ sóng A = 5 cm. Từ 30 cm đến 60 cm có 6 ô nên chiều dài mỗi ô là (60 – 30)/6 = 5 cm. Bước sóng bằng 8 ô nên $\lambda = 8.5 = 40$ cm. Trong thời gian 0,3 s sóng truyền đi được 3 ô theo phương ngang tương ứng quãng đường 15 cm nên tốc độ truyền sóng $v = \dfrac{15}{0{,}3} = 50(cm/s)$.

Chu kì sóng và tần số góc: $T = \lambda/v = 0{,}8$ s; $\omega = 2\pi/T = 2{,}5\pi$ (rad/s).

Tại thời điểm t_2, điểm N qua vị trí cân bằng và nằm ở sườn trước nên nó đang đi lên với tốc độ cực đại, tức là vận tốc của nó dương và có độ lớn cực đại: $v_{max} = \omega A = 2{,}5\pi.5 = 12{,}5\pi$ cm/s. Điểm M cũng thuộc sườn trước nên $v_M > 0$ và

$v_M = v_{max}\cos\dfrac{2\pi.MN}{\lambda} = 12{,}5\pi.\cos\dfrac{2\pi.5}{40} \approx 27{,}8(cm/s) \Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Giả sử sóng ngang truyền dọc theo chiều Ox. Lúc t = 0 sóng mới truyền đến O và làm cho điểm O bắt đầu đi lên.



Đến thời điểm t = OM/v sóng mới truyền đến M và làm cho M bắt đầu đi lên.
Đến thời điểm t = OM/v + T/4 điểm M bắt đầu lên đến vị trí cao nhất.
Đến thời điểm t = OM/v + T/4 + T/2 điểm M bắt đầu lên đến vị trí cao nhất.

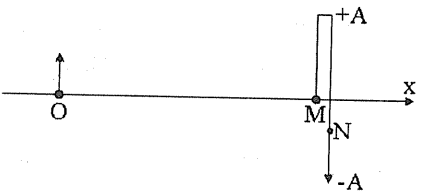
Thời điểm đầu tiên M lên đến N là $t = \frac{OM}{v} + \frac{1}{\omega}\arcsin\frac{MN}{A}$.

Ví dụ 17: Lúc t = 0 đầu O của dây cao su căng thẳng nằm ngang bắt đầu dao động đi lên với chu kì 2 s, tạo thành sóng ngang lan truyền trên dây với tốc độ 2 cm/s. Điểm M trên dây cách O một khoảng 1,4 cm. Thời điểm đầu tiên để M đến điểm thấp nhất là

A. 1,5 s. B. 2,2 s. C. 0,25 s. D. 1,2 s.

Hướng dẫn

Khi t = 0 điểm O mới bắt đầu dao động đi lên thì sau thời gian OM/v sóng mới truyền đến M và M bắt đầu dao động đi lên, sau đó một khoảng thời gian T/4 điểm M mới đến vị trí cao nhất và tiếp theo khoảng thời gian T/2 nữa thì nó xuống đến vị trí thấp nhất. Thời điểm đầu tiên để M đến điểm thấp nhất:



$t = \frac{OM}{v} + \frac{T}{4} + \frac{T}{2} = 2,2(s) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 18: Lúc t = 0 đầu O của dây cao su căng thẳng nằm ngang bắt đầu dao động đi lên với chu kì 2 s với biên độ 5 cm, tạo thành sóng ngang lan truyền trên dây với tốc độ 2 cm/s. Điểm M trên dây cách O một khoảng 1,4 cm. Thời điểm đầu tiên để M đến điểm N thấp hơn vị trí cân bằng 2 cm là

A. 1,33 s. B. 2,2 s. C. 1,83 s. D. 1,2 s.

Hướng dẫn

Khi t = 0 điểm O mới bắt đầu dao động đi lên thì sau thời gian OM/v sóng mới truyền đến M và M bắt đầu dao động đi lên, sau đó một khoảng thời gian T/2 điểm M trở về vị trí cân bằng và tiếp theo khoảng thời gian $\frac{1}{\omega}\arcsin\frac{MN}{A}$ nữa thì nó xuống đến điểm N. Thời điểm đầu tiên để M đến điểm N:

$$t = \frac{OM}{v} + \frac{T}{2} + \frac{1}{\omega}\arcsin\frac{MN}{A} = \frac{1,4}{2} + \frac{2}{2} + \frac{1}{\pi}\arcsin\frac{2}{5} = 1,83(s)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý:

Khoảng thời gian giữa n lần liên tiếp một chiếc phao nhô lên cao nhất: $\Delta t = (n-1)T$.

Khoảng thời gian giữa n lần liên tiếp sóng đập vào bờ: $\Delta t = (n-1)T$.

Khoảng cách giữa m đỉnh sóng liên tiếp: $\Delta x = (m-1)\lambda$.

Nếu trong thời gian Δt sóng truyền được quãng đường ΔS thì tốc độ truyền sóng: $v = \Delta S/\Delta t$.

Ví dụ 19: Một người quan sát thấy một cánh hoa trên hồ nước nhô lên 10 lần trong khoảng thời gian 36 s. Khoảng cách giữa ba đỉnh sóng kế tiếp là 24 m. Tính tốc độ truyền sóng trên mặt hồ.

A. 3 m/s. B. 3,32 m/s. C. 3,76 m/s. D. 6,0 m/s.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} T = \dfrac{\Delta t}{n-1} = \dfrac{36}{10-1} = 4(s) \\ \lambda = \dfrac{\Delta x}{m-1} = 12(m) \end{cases} \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = 3(m/s) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 20: (ĐH-2010) Tại một điểm trên mặt chất lỏng có một nguồn dao động với tần số 120 Hz, tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Xét 5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng, ở về một phía so với nguồn, gợn thứ nhất cách gợn thứ năm 0,5 m. Tốc độ truyền sóng là

A. 12 m/s. B. 15 m/s. C. 30 m/s. D. 25 m/s.

Hướng dẫn

$$\Delta x = (5-1)\lambda = 0,5 \Rightarrow \lambda = \frac{1}{8}m \Rightarrow v = \lambda f = \frac{1}{8}.120 = 15(m/s) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý:

Khoảng thời gian hai lần liên tiếp một điểm đi qua vị trí cân bằng là T/2 nên khoảng thời gian n lần liên tiếp một điểm đi qua vị trí cân bằng là (n - 1)T/2.

Khoảng thời gian ngắn nhất một điểm đi từ vị trí cân bằng (tốc độ dao động cực đại) đến vị trí biên (tốc độ dao động bằng 0).

Ví dụ 21: Một sóng có tần số góc 110 rad/s truyền qua hai điểm M và N trên phương truyền sóng cách nhau gần nhất 0,45 m sao cho khi M qua vị trí cân bằng thì N ở vị trí có tốc độ dao động bằng 0. Tính tốc độ truyền sóng.

A. 31,5 m/s. B. 3,32 m/s. C. 3,76 m/s. D. 6,0 m/s.

Hướng dẫn

Hai điểm M và N gần nhất dao động vuông pha nên $\dfrac{\lambda}{4} = 0,45(m)$

$$\Rightarrow \lambda = 1,8(m) \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\lambda\omega}{2\pi} \approx 31,5(m/s)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 22: Một nguồn phát sóng dao động theo phương trình u = acosπt (cm) với t tính bằng mili giây. Trong khoảng thời gian 0,2 s sóng này truyền đi được quãng đường bằng bao nhiêu lần bước sóng?

A. 40. B. 100. C. 0,1. D. 30.

Hướng dẫn

$$\Delta S = v\Delta t = \lambda f \Delta t = \lambda \frac{\omega}{2\pi}\Delta t = \lambda \frac{\pi(rad/ms)}{2\pi}.200(ms) = 100\lambda \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: Trong quá trình truyền sóng, trạng thái dao động được truyền đi còn các phần tử vật chất dao động tại chỗ. Cần phân biệt quãng đường truyền sóng và quãng đường dao động:

$$\begin{cases} \text{Quãng đường dao động : } S = n.2A + S_{\text{thêm}} \Rightarrow \Delta t = n.T/2 + t_{\text{thêm}} \\ \text{Quãng đường truyền sóng : } \Delta S = v.\Delta t \end{cases}$$

Ví dụ 23: Một sóng cơ lan truyền trong một môi trường với tốc độ 1 m/s và tần số 10 Hz, biên độ sóng không đổi là 4 cm. Khi phần tử vật chất nhất định của môi trường đi được quãng đường 8 cm thì sóng truyền thêm được quãng đường

A. 4 cm. B. 10 cm. C. 8 cm. D. 5 cm.

Hướng dẫn

Quãng đường dao động: $S = 8(cm) = 2A \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2} = \frac{1}{2f} = \frac{1}{20}(s)$

Quãng đường truyền sóng: $\Delta S = v.\Delta t = 1.\frac{1}{20} = 0,05(m) = 5(cm) \Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Phân biệt tốc độ truyền sóng và tốc độ dao động cực đại:

$$\begin{cases} v = \frac{\lambda}{T} \\ v_{max} = \omega A = \frac{2\pi}{T}A \end{cases} \Rightarrow \frac{v_{max}}{v} = \frac{2\pi A}{\lambda}$$

Ví dụ 24: Một sóng cơ học có biên độ không đổi A, bước sóng λ. Vận tốc dao động cực đại của phần tử môi trường bằng 4 lần tốc độ truyền sóng khi:

A. λ = πA. B. λ = 2πA. C. λ = πA/2. D. λ = πA/4.

Hướng dẫn

$$v_{max} = 4v \Rightarrow \omega A = 4\frac{\lambda}{T} \Rightarrow \frac{2\pi}{T}A = 4\frac{\lambda}{T} \Rightarrow \lambda = 0,5\pi A \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 25: Khoảng cách giữa hai ngọn sóng liên tiếp là 5 (m). Một thuyền máy đi ngược chiều sóng thì tần số va chạm của sóng vào thuyền là 4 Hz. Nếu đi xuôi chiều thì tần số va chạm là 2 Hz. Biết tốc độ của sóng lớn hơn tốc độ của thuyền. Tốc độ của sóng là

A. 5 m/s. B. 14 m/s. C. 13 m/s. D. 15 m/s.

Hướng dẫn

Gọi v là vận tốc của sóng đối với thuyền thì tần số va chạm của sóng vào thuyền: $f = v/\lambda$.

Khi đi ngược chiều thì $v = v_s + v_t$ và khi đi xuôi chiều thì $v = |v_s - v_t|$:

$$\begin{cases} f_n = \dfrac{v_s + v_t}{\lambda} \\ f_x = \dfrac{|v_s - v_t|}{\lambda} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4 = \dfrac{v_s + v_t}{5} \\ 2 = \dfrac{v_s - v_t}{5} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_s = 15(m/s) \\ v_t = 5(m/s) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Sóng cơ lan truyền trên sợi dây dài với chu kì $T = \dfrac{1}{f} = \dfrac{\lambda}{v} = \dfrac{2\pi}{\omega}$. *Người ta chiếu sáng sợi dây bằng đèn nhấp nháy với chu kì* $T_c = \dfrac{\Delta t}{n}$ *(trong thời gian* Δt *có n chớp sáng được phát ra) thì hiện tượng quan sát được như sau:*

* *Nếu* $k = \dfrac{T_C}{T}$ *là một số nguyên thì thấy sợi dây có dạng hình sin dường như không dao động.*

* *Nếu* $k = \dfrac{T_C}{T}$ *là một số không nguyên thì thấy sợi dây dao động chậm.*

Ví dụ 26: Trong đêm tối, một sóng ngang lan truyền trên sợi dây đàn hồi rất dài. Nếu chiếu sáng sợi dây bằng một đèn nhấp nháy phát ra 25 chớp sáng trong một giây thì người ta quan sát thấy sợi dây có dạng hình sin đứng yên. Chu kì sóng KHÔNG thể bằng

A. 0,01 s. B. 0,02 s. C. 0,03 s. D. 0,04 s.

Hướng dẫn

Vì quan sát thấy sợi dây có dạng hình sin đứng yên nên: $T_c = kT \Leftrightarrow \dfrac{1}{25} = kT$

$\Rightarrow k = \dfrac{0,04}{T}$ là một số nguyên. Trong 4 phương án thì chỉ phương án C là không thỏa mãn $\Rightarrow$ Chọn C.

2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN PHƯƠNG TRÌNH SÓNG

Phương pháp giải

1) Phương trình sóng

Giả sử sóng truyền từ điểm M đến điểm N cách nhau một khoảng d trên cùng một phương truyền sóng.

Nếu phương trình dao động tại M: $u_M = a_M \cos(\omega t + \varphi)$ thì phương trình sóng tại N sẽ là $u_N = a_N \cos\left(\omega t + \varphi - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right)$.

Dao động tại N trễ hơn dao động tại M là $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi d}{\lambda} = \dfrac{2\pi d}{vT} = \dfrac{2\pi df}{v} = \dfrac{\omega d}{v}$

Khi M, N dao động cùng pha $\Delta\varphi = k2\pi\ (k \in Z)$, ta tính được λ, v, T, f theo k.

Khi M, N dao động ngược pha $\Delta\varphi = (2k+1)\pi\ (k \in Z)$, ta tính được λ, v, T, f theo k.

Khi M, N dao động vuông pha $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}\ (k \in Z)$, ta tính được λ, v, T, f theo k.

Để xác định giá trị nguyên k ta phải căn cứ vào điều kiện ràng buộc: $\lambda_1 \le \lambda \le \lambda_2; v_1 \le v \le v_2; T_1 \le T \le T_2; f_1 \le f \le f_2$

Ví dụ 1: (ĐH-2009) Một nguồn phát sóng cơ dao động theo phương trình u = 4cos(4πt - π/4) (cm). Biết dao động tại hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng cách nhau 0,5 m có độ lệch pha là π/3. Tốc độ truyền của sóng đó là

A. 1,0 m/s. B. 2,0 m/s. C. 1,5 m/s. D. 6,0 m/s.

Hướng dẫn

Hai điểm trên phương truyền sóng cách nhau một khoảng d thì dao động lệch pha nhau: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi df}{v} = \frac{\omega d}{v}$ hay $\frac{\pi}{3} = \frac{4\pi.0,5}{v} \Rightarrow v = 6(m) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: (ĐH-2011) Một sóng hình sin truyền theo phương Ox từ nguồn O với tần số 20 Hz, có tốc độ truyền sóng nằm trong khoảng từ 0,7 m/s đến 1 m/s. Gọi A và B là hai điểm nằm trên Ox, ở cùng một phía so với O và cách nhau 10 cm. Hai phần tử môi trường tại A và B luôn dao động ngược pha với nhau. Tốc độ truyền sóng là

A. 100 cm/s. B. 80 cm/s. C. 85 cm/s. D. 90 cm/s.

Hướng dẫn

$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi df}{v} = (2k+1)\pi \Rightarrow v = \frac{4}{(2k+1)}(m/s)$. Thay vào điều kiện

0,7 m/s < v < 1 m/s $\Rightarrow 1,5 \le k \le 2,35 \Rightarrow k = 2 \Rightarrow v = 0,8(m/s) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: Sóng cơ truyền trên một sợi dây đàn hồi rất dài với tốc độ là 4 m/s. Hai điểm trên dây cách nhau 40 cm, người ta thấy chúng luôn luôn dao động vuông pha. Biết tần số f có giá trị trong khoảng từ 8 Hz đến 13 Hz. Tính tần số.

A. 8,5 Hz. B. 10 Hz. C. 12 Hz. D. 12,5 Hz.

Hướng dẫn

$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi df}{v} = (2k+1)\frac{\pi}{2} \Rightarrow f = 5k + 2,5(Hz)$. Thay vào điều kiện:

8 Hz ≤ v ≤ 13 Hz $\Rightarrow 1,1 \le k \le 2,1 \Rightarrow k = 2 \Rightarrow f = 12,5(Hz)$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: Một nguồn O phát sóng cơ dao động theo phương trình $u_0 = 2\cos(20\pi t + \pi/3)$ (trong đó u tính bằng đơn vị mm, t tính bằng đơn vị s). Xét sóng truyền theo một đường thẳng từ O đến điểm M (M cách O một khoảng 45 cm) với tốc độ không đổi 1 m/s. Trong khoảng từ O đến M có bao nhiêu điểm dao động cùng pha với dao động tại nguồn O?

A. 4. B. 3. C. 2. D. 5.

Hướng dẫn

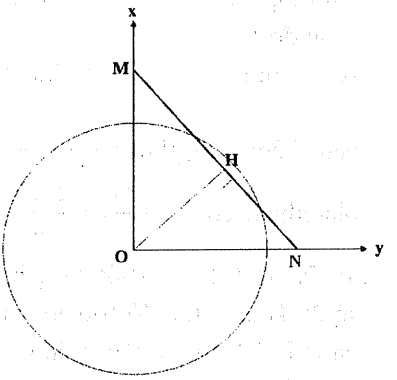
$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi d}{vT} = \frac{2\pi df}{v} = \frac{\omega d}{v} = k.2\pi \Rightarrow d = k\frac{2\pi v}{\omega} = k\frac{2\pi.1}{20\pi} = 0,1.k\,(m).$$

Thay vào điều kiện: $0 < d < 0,45m$

$\Rightarrow 0 < k \le 4,5 \Rightarrow k = 1;2;3;4 \Rightarrow$ *Có 4 giá trị!* $\Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý:

1) Để tìm số điểm dao động cùng pha với nguồn O trên đoạn MN ta làm như sau:
Từ O kẻ đường thẳng vuông góc với MN cắt MN tại H.
Vẽ các đường tròn tâm O, bán kính bằng một số nguyên lần λ đồng thời bán kính phải lớn hơn hoặc bằng OH. Số điểm cần tìm chính là số giao điểm của các đường tròn nói trên.



2) Tương tự như trên để tìm số điểm dao động ngược pha (vuông pha) ta vẽ các đường tròn bán kính bằng một số lẻ lần λ/2 (một số lẻ lần λ/4).

Ví dụ 5: Trên mặt thoáng của một chất lỏng, một mũi nhọn O chạm vào mặt thoáng dao động điều hòa với tần số f, tạo thành sóng trên mặt thoáng với bước sóng λ. Xét 2 phương truyền sóng Ox và Oy vuông góc với nhau. Gọi A là điểm thuộc Ox cách A một đoạn 16λ và B thuộc Oy cách O là 12λ. Tính số điểm dao động cùng pha với nguồn O trên đoạn AB.

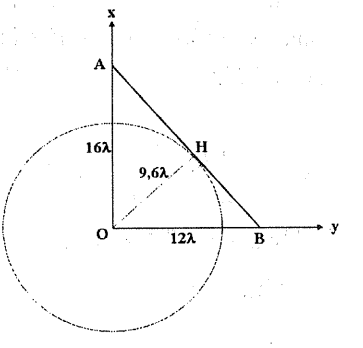
A. 8. B. 9. C. 10. D. 11.

Hướng dẫn

Kẻ OH ⊥ AB, từ hệ thức $\frac{1}{OH^2} = \frac{1}{OA^2} + \frac{1}{OB^2}$

tính được OH = 9,6λ.

Các điểm dao động cùng pha với O cách O một số nguyên lần λ. Ta vẽ các vòng tròn tâm O bán kính một số nguyên lần λ. Để các vòng tròn này cắt AB thì bán kính bắt đầu từ 10λ, 11λ, 12λ, 13λ, 14λ, 15λ, 16λ.



Các đường tròn bán kính 10λ, 11λ, 12λ cắt đoạn AB tại 2 điểm còn các đường tròn bán kính 13λ, 14λ, 15λ và 16λ chỉ cắt đoạn AB tại 1 điểm. Nên tổng số điểm dao động cùng pha với O trên AB là 3.2 + 4 = 10 điểm ⇒ Chọn C.

Ví dụ 6: Sóng truyền với tốc độ 6 m/s từ điểm O đến điểm M nằm trên cùng một phương truyền sóng cách nhau 3,4 m. Coi biên độ sóng không đổi. Viết phương trình sóng tại M, biết phương trình sóng tại điểm O: u = 5cos(5πt + π/6) (cm).

A. u_M = 5cos(5πt - 17π/3) (cm). B. u_M = 5cos(5πt - 8π/3) (cm).

C. u_M = 5cos(5πt - π/3) (cm). D. u_M = 5cos(5πt - 2π/3) (cm).

Hướng dẫn

Dao động tại M trễ pha hơn dao động tại O là :

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi d}{vT} = \frac{\omega d}{v} = \frac{5\pi.3,4}{6} = \frac{17\pi}{6}$$

$$\Rightarrow u_M = 5\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{17\pi}{6}\right) = 5\cos\left(5\pi t - \frac{8\pi}{3}\right)(cm) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 7: Tạo sóng ngang trên một dây đàn hồi Ox. Một điểm M cách nguồn phát sóng O một khoảng d = 50 cm có phương trình dao động u_M = 2cos0,5π(t – 1/20) (cm), tốc độ truyền sóng trên dây là 10 m/s. Phương trình dao động của nguồn O là

A. u = 2cos0,5π(t – 0,1) (cm). B. u = 2cos0,5πt (cm).

C. u = 2sin0,5π(t – 0,1) (cm) D. u = 2sin0,5π(t + 1/20) (cm).

Hướng dẫn

Dao động tại O sớm pha hơn dao động tại M là :

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi d}{vT} = \frac{\omega d}{v} = \frac{0,5\pi.0,5}{10} = \frac{\pi}{40}$$

$$\Rightarrow u = 2\cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{\pi}{40} + \frac{\pi}{40}\right) = 2\cos\frac{\pi t}{2}(cm) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 8: Sóng truyền với tốc độ 5 m/s giữa hai điểm O và M nằm trên cùng một phương truyền sóng. Biết phương trình sóng tại O là u = 5.cos(5πt - π/6) (cm) và phương trình sóng tại điểm M là u_M = 5.cos(5πt + π/3) (cm). Xác định khoảng cách OM và cho biết chiều truyền sóng.

A. truyền từ O đến M, OM = 0,5 m. B. truyền từ M đến O, OM = 0,5 m.

C. truyền từ O đến M, OM = 0,25 m. D. truyền từ M đến O, OM = 0,25 m.

Hướng dẫn

Dao động tại M sớm hơn tại O là Δφ = π/2 nên sóng truyền từ M đến O và

$$\Delta\varphi = \frac{\omega d}{v} \Rightarrow \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi.d}{5} \Rightarrow d = 0,5(m)$$

⇒ Chọn B.

Ví dụ 9: Một sóng cơ học lan truyền dọc theo một đường thẳng với biên độ không đổi, phương trình sóng tại nguồn O là u = Acos2πt/T (cm). Một điểm M cách nguồn O bằng 7/6 bước sóng ở thời điểm t = 1,5T có li độ -3 (cm). Biên độ sóng A là

A. 6 (cm). B. 5 (cm). C. 4 (cm). D. $3\sqrt{3}$ (cm).

Hướng dẫn

Dao động tại M trễ pha hơn dao động tại O là : $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{7\pi}{3}$

$$\Rightarrow u_M = A\cos\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{7\pi}{3}\right) \Rightarrow u_{M(1,5T)} = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}1,5T - \frac{7\pi}{3}\right) = -3(cm)$$

$\Rightarrow A = 6(cm) \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Nếu bài toán yêu cầu tìm li độ tại điểm M ở thời điểm t_0 nào đó thì ta phải kiểm tra xem sóng đã truyền tới hay chưa. Nếu $t_0 < d/v$ thì sóng chưa đến nên $u_M = 0$, ngược lại thì sóng đã truyền đến và ta viết phương trình li độ rồi thay $t = t_0$.

Ví dụ 10: Một nguồn sóng O trên mặt nước dao động với phương trình $u_0 = 5\cos(2\pi t + \pi/4)$ (cm) (t đo bằng giây). Tốc độ truyền sóng trên mặt nước 10 cm/s, coi biên độ sóng truyền đi không đổi. Tại thời điểm t = 1,5 s, điểm M trên mặt nước cách nguồn 20 cm có li độ là

A. $-2,5\sqrt{2}$ cm. B. -2,5 cm. C. 0. D. 2,5 cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \text{Thời gian cần thiết sóng truyền từ O đến M : } \Delta t = \dfrac{d}{v} = \dfrac{20}{10} = 2(s) \\ \text{Khi t = 1,5 s sóng chưa truyền đến M nên } \Rightarrow u_M = 0 \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý: Khi cho biết phương trình sóng $u = a\cos\left(\omega t \mp \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$

$\Rightarrow \frac{\omega}{\frac{2\pi}{\lambda}} = \frac{\lambda}{T} = v$. Tốc độ truyền sóng = $\frac{\text{Hệ số của t}}{\text{Hệ số của x}}$.

Ví dụ 11: (CĐ - 2008) Sóng cơ truyền trong một môi trường dọc theo trục Ox với phương trình u = cos(20t – 4x) (cm) (x tính bằng mét, t tính bằng giây). Vận tốc truyền sóng này trong môi trường trên bằng

A. 5 m/s. B. 50 cm/s. C. 40 cm/s. D. 4 m/s.

Hướng dẫn

Tốc độ truyền sóng = $\frac{\text{Hệ số của t}}{\text{Hệ số của x}} = \frac{20}{4} = 5(m/s) \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Nếu phương trình dao động tại nguồn $u = A\cos(\omega t + \beta)$ *thì phương trình sóng tại M cách O một khoảng x là* $u = A\cos\left(\omega t + \beta - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$.

1) Vận tốc dao động của phần tử vật chất tại điểm M là đạo hàm của li độ theo t: $v = u_t' = -\omega A\sin\left(\omega t + \beta - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$

2) Hệ số góc của tiếp tuyến với đường sin tại điểm M là đạo hàm li độ theo x:

$\tan\alpha = u_x' = \frac{2\pi}{\lambda}A\sin\left(\omega t + \beta - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$

Ví dụ 12: Sóng ngang truyền trên trục Ox với tốc độ 10 (m/s) theo hướng từ điểm O đến điểm M nằm trên cùng một phương truyền sóng cách nhau 0,5π (m). Coi biên độ sóng không đổi. Biết phương trình sóng tại điểm O: u = 0,025cos(10t + π/6) (m) (t đo bằng giây). Tính vận tốc dao động của phần tử môi trường tại M ở điểm t = 0,05π (s). Tính hệ số góc tiếp tuyến tại điểm M ở thời điểm t = 0,025π (s).

Hướng dẫn

Bước sóng $\lambda = vT = v\frac{2\pi}{\omega} = 2\pi(m)$

Phương trình sóng $u = 2,5cos\left(10t + \frac{\pi}{6} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 2,5cos\left(10t + \frac{\pi}{6} - x\right)(cm)$

* Vận tốc dao động $v = u_t' = -10.0,025\,sin\left(10t + \frac{\pi}{6} - x\right)(m/s)$, thay t = 0,05π (s) và x = 0,5π (m): $v = -10.0,025\,sin\left(10.0,05\pi + \frac{\pi}{6} - 0,5\pi\right)(m/s) = \frac{1}{8}(m/s)$

* Hệ số góc của tiếp tuyến tại M: $tan\alpha = u_x' = 1.0,025\,sin\left(10t + \frac{\pi}{6} - x\right)(rad)$, thay t = 0,05π (s) và x = 0,5π (m):

$tan\alpha = 1.0,025\,sin\left(10.0,025\pi + \frac{\pi}{6} - 0,5\pi\right) \approx -6,47.10^{-3}$

2) Li độ và vận tốc dao động tại các điểm ở các thời điểm

a) Li độ vận tốc tại cùng 1 điểm ở 2 thời điểm

Cách 1:

Viết phương trình li độ về dạng u = Acosωt và v = u' = - ωAsinωt.

$$\left.\begin{array}{l} u = A\cos\omega t_1 = u_1 \begin{cases} > 0 : li\ độ\ dương \\ < 0 : li\ độ\ âm \end{cases} \\ v = u' = -\omega A\sin\omega t_1 = v_1 \begin{cases} > 0 : đang\ tăng \\ < 0 : đang\ giảm \end{cases} \end{array}\right\} \Rightarrow \omega t_1 = \alpha$$

$$u_{(t_1+\Delta t)} = A\cos\omega\left(t_1+\Delta t\right) = A\cos\left[\omega t_1 + \omega\Delta t\right] = ?$$

$$v_{(t_1+\Delta t)} = -\omega A\sin\omega\left(t_1+\Delta t\right) = -\omega A\sin\left[\omega t_1 + \omega\Delta t\right] = ?$$

Cách 2: Dùng vòng tròn lượng giác

Xác định vị trí đầu trên vòng tròn (xác định φ) và chọn mốc thời gian ở trạng thái này.

Xác định pha dao động ở thời điểm tiếp theo $\phi = \omega\Delta t + \varphi$.

Li độ và vận tốc dao động lúc này: $u = A\cos\phi$ và $v = -\omega A\sin\phi$.

Ví dụ 1: Một sóng cơ học được truyền theo phương Ox với biên độ không đổi 2 cm và tần số góc π (rad/s). Tại thời điểm t_1 điểm M có li độ âm và đang chuyển động theo chiều dương với tốc độ π (cm/s) thì li độ tại điểm M sau thời điểm t_1 một khoảng 1/6 (s) là

A. -2 cm. B. -1 cm. C. 2 cm. D. 1 cm.

Hướng dẫn

Kinh nghiệm: Bài toán cho v_1 thì nên làm theo cách 1.

$$\left.\begin{array}{l} u = 2\cos\pi t_1 = u_1 < 0 \\ v = u' = -2\pi\sin\pi t_1 = \pi \end{array}\right\} \Rightarrow \pi t_1 = \frac{7\pi}{6}$$

$$u_{\left(t_1+\frac{1}{6}\right)} = 2\cos\pi\left(t_1+\frac{1}{6}\right) = 2\cos\left[\underbrace{\pi t_1}_{7\pi/6} + \frac{\pi}{6}\right] = -1(cm)$$

⇒ Chọn B.

Ví dụ 2: Một sóng cơ học được truyền theo phương Ox với biên độ không đổi. Phương trình dao động tại nguồn O có dạng u = 4.cos(πt/6 + π/2) (mm) (t đo bằng giây). Tại thời điểm t_1 li độ của điểm O là $2\sqrt{3}$ mm và đang giảm. Tính vận tốc dao động tại điểm O sau thời điểm đó một khoảng 3 (s).

A. –π/3 cm/s. B. $-\pi/\sqrt{3}$ cm/s. C. $\pi/\sqrt{3}$ cm/s. D. π/3 cm/s.

Hướng dẫn

Kinh nghiệm: Bài toán cho x_1 và xu hướng đang tăng ($v_1 > 0$) hoặc đang giảm ($v_1 < 0$) thì nên làm theo cách 2.

Cách 1: Viết lại phương trình li độ vận tốc:

$$u = 4\cos\frac{\pi t}{6}(cm) \text{ và } v = u' = -4.\frac{\pi}{6}\sin\frac{\pi t}{6}(cm/s)$$

$$\begin{cases} u = 4\cos\dfrac{\pi t}{6} = 2\sqrt{3} \\ u' = -4.\dfrac{\pi}{6}\sin\dfrac{\pi t}{6} < 0 \end{cases} \Rightarrow \frac{\pi t}{6} = \frac{\pi}{6}$$

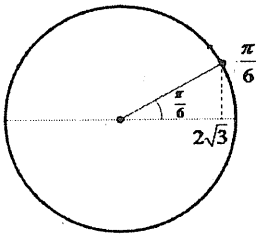
$$v_{(t+3)} = -4.\frac{\pi}{6}\sin\frac{\pi(t+3)}{6} = -\frac{2\pi}{3}\sin\left[\underbrace{\frac{\pi t}{6}}_{\pi/6} + \frac{\pi}{2}\right] = -\pi/\sqrt{3}\,(cm/s)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2: Chọn trạng thái tại thời điểm t_1 là trạng thái ban đầu $\Rightarrow \varphi = \pi/6$

Pha dao động ở thời điểm tiếp theo:

$$\Phi = \omega\Delta t + \varphi = \frac{\pi}{6}.3 + \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{3}$$



Vận tốc dao động lúc này:

$$v = -\omega A\sin\Phi = -\frac{\pi}{6}.4\sin\frac{2\pi}{3} = -\frac{\pi}{\sqrt{3}}(cm/s)$$

Chú ý:

1) Hai thời điểm cùng pha $t_2 - t_1 = nT$ *thì* $u_2 = u_1; v_2 = v_1$.

2) Hai thời điểm ngược pha $t_2 - t_1 = (2n+1)\dfrac{T}{2}$ *thì* $u_2 = -u_1; v_2 = -v_1$.

3) Hai thời điểm vuông pha $t_2 - t_1 = (2n+1)\dfrac{T}{4}$ *thì* $\begin{cases} u_1^2 + u_2^2 = A^2 \\ |v_2| = |\omega u_1|; |v_1| = |\omega u_2| \end{cases}$.

Nếu n chẵn thì $v_2 = -\omega u_1; v_1 = \omega u_2$

Nếu n lẻ thì $v_2 = \omega u_1; v_1 = -\omega u_2$

Ví dụ 3: Một sóng cơ học được truyền theo phương Ox với biên độ không đổi. Phương trình dao động tại nguồn O có dạng u = 6sinπt/3 (cm) (t đo bằng giây). Tại thời điểm t_1 li độ của điểm O là 3 cm. Vận tốc dao động tại O sau thời điểm đó 1,5 (s) là

A. –π/3 cm/s. B. – π cm/s. C. π cm/s. D. π/3 cm/s.

Hướng dẫn

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 6(s) \Rightarrow \frac{T}{4} = 1,5(s) \Rightarrow t_2 - t_1 = (2.0+1)\frac{T}{4}$$ (n = 0 chẵn)

$$\Rightarrow v_2 = -\omega u_1 = -\frac{\pi}{3}.3 = -\pi(cm/s)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

b) Li độ và vận tốc tại hai điểm

* Li độ ở cùng một thời điểm $\begin{cases} u_M = a\cos\omega t \\ u_N = a\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right) \end{cases}$

(giả sử sóng truyền M đến N và MN = d)

* Vận tốc dao động ở cùng một thời điểm $\begin{cases} v_M = u'_M = -\omega a\sin\omega t \\ v_N = u'_N = -\omega a\sin\left(\omega t - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right) \end{cases}$

* Li độ và vận tốc dao động ở cùng 1 thời điểm $\begin{cases} \begin{cases} u_M = a\cos\omega t \\ v_M = u'_M = -\omega a\sin\omega t \end{cases} \\ \begin{cases} u_N = a\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right) \\ v_N = u'_N = -\omega a\sin\left(\omega t - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right) \end{cases} \end{cases}$

* Li độ và vận tốc dao động ở 2 thời điểm $\begin{cases} \begin{cases} u_M = a\cos\omega t \\ v_M = u'_M = -\omega a\sin\omega t \end{cases} \\ \begin{cases} u_N = a\cos\left(\omega t' - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right) \\ v_N = u'_N = -\omega a\sin\left(\omega t' - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right) \end{cases} \end{cases}$

Ví dụ 1: Sóng truyền đến điểm M rồi đến điểm N cách nó 15 cm. Biết biên độ sóng không đổi $2\sqrt{3}$ cm và bước sóng 45 cm. Nếu tại thời điểm nào đó M có li độ $\sqrt{3}$ cm thì li độ tại N có thể là

A. $-\sqrt{3}$ cm. B. $-2\sqrt{3}$ cm. C. $2\sqrt{3}$ cm. D. – 1 cm.

Hướng dẫn

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi.15}{45} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow \begin{cases} u_M = 2\sqrt{3}\cos\omega t = \sqrt{3}cm \Rightarrow \omega t = \pm\dfrac{\pi}{3} \\ u_N = 2\sqrt{3}\cos\left(\underbrace{\omega t}_{\pm\pi/3} - \dfrac{2\pi}{3}\right) = -2\sqrt{3}(cm) \cup \sqrt{3}(cm) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 2: Một nguồn sóng cơ tại A có phương trình u = 6cos20πt cm. Tốc độ truyền sóng 80 cm/s, tại thời điểm t li độ của sóng tại A là 3 cm và vận tốc dao động có độ lớn đang tăng, khi đó một phần tử sóng tại B cách A là 2 cm có li độ

A. $3\sqrt{3}$ cm. B. $2\sqrt{2}$ cm. C. $-2\sqrt{3}$ cm. D. $-3\sqrt{2}$ cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} u_A = 6\cos 20\pi t \xrightarrow[v_A<0]{u_A=3(cm)} 20\pi t = \dfrac{\pi}{3} \\ u_B = 6\cos\left(\underbrace{20\pi t}_{\pi/3} - \dfrac{\pi}{2}\right) = 3\sqrt{3}\,(cm) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 3: Một sóng cơ học lan truyền theo phương x có bước sóng λ, tần số f và có biên độ là A không đổi khi truyền đi. Sóng truyền qua điểm M rồi đến điểm N và hai điểm cách nhau 7λ/3. Vào một thời điểm nào đó vận tốc dao động của M là 2πfA thì tốc độ dao động tại N là

A. πfA. B. πfA/2. C. πfA/4. D. 2πfA.

Hướng dẫn

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{14\pi}{3} \Rightarrow \begin{cases} u_M = A\cos\omega t \\ u_N = A\cos\left(\omega t - \dfrac{14\pi}{3}\right) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_M = u'_M = -\omega A\sin\omega t = 2\pi fA = \omega A \Rightarrow \omega t = \dfrac{3\pi}{2} \\ v_N = u'_N = -\omega A\sin\left(\omega t - \dfrac{14\pi}{3}\right) = -\omega A\sin\left(\dfrac{3\pi}{2} - \dfrac{14\pi}{3}\right) = -\dfrac{\omega A}{2} = -\pi fA \end{cases}$$

$\Rightarrow$ **Chọn A.**

Ví dụ 4: Một sóng cơ lan truyền từ M đến N với bước sóng 8 cm, biên độ 4 cm, tần số 2 Hz, khoảng cách MN = 2 cm. Tại thời điểm t phần tử vật chất tại M có li độ 2 cm và đang tăng thì phần tử vật chất tại N có

A. li độ $2\sqrt{3}$ cm và đang giảm. B. li độ 2 cm và đang giảm.

C. li độ $2\sqrt{3}$ cm và đang tăng. D. li độ $-2\sqrt{3}$ cm và đang tăng.

Hướng dẫn

$$\omega = 2\pi f = 4\pi\,(rad/s); \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi.2}{8} = \frac{\pi}{2}$$

$$\begin{cases} u_M = a\cos\omega t = 2 \Rightarrow \cos\omega t = 0,5 \\ v_M = u'_M = -\omega a\sin\omega t > 0 \end{cases} \Rightarrow \omega t = -\frac{\pi}{3}$$

$$\begin{cases} u_N = a\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right) = 4\cos\left(-\dfrac{\pi}{3} - \dfrac{\pi}{2}\right) = -2\sqrt{3}\,(cm) \\ v_N = u'_N = -\omega a\sin\left(\omega t - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right) = -\omega a\sin\left(-\dfrac{\pi}{3} - \dfrac{\pi}{2}\right) > 0 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 5: Một sóng cơ hình sin lan truyền với bước sóng 12 cm với tần số 10 Hz với biên độ 2 cm truyền đi không đổi, từ M đến N cách nhau 3 cm. Tại thời điểm t điểm M có li độ 1 cm và đang giảm. Sau thời điểm đó 1/6 chu kỳ điểm N có tốc độ là

A. 20π cm/s. B. $10\sqrt{3}$ cm/s. C. 0. D. 10 cm/s.

Hướng dẫn

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{2}; \omega = 2\pi f = 20(rad/s)$$

$$\begin{cases} u_M = 2\cos 20\pi t = 1 \\ v_M = u'_M = -40\pi \sin 20\pi t < 0 \end{cases} \Rightarrow 20\pi t = \frac{\pi}{3}$$

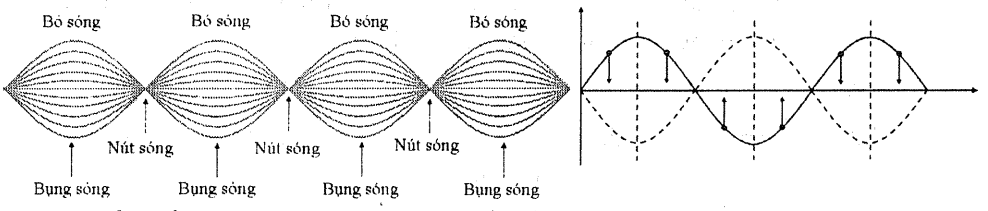
$$\begin{cases} u_N = 2\cos\left(20\pi t' - \frac{\pi}{2}\right) \\ v_N = u'_N = -40\pi \sin\left(20\pi t' - \frac{\pi}{2}\right) = -40\pi \sin\left(20\pi\left(t + \frac{1}{60}\right) - \frac{\pi}{2}\right) = -20\pi(cm/s) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Chủ đề 2. SÓNG DỪNG

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN ĐIỀU KIỆN SÓNG DỪNG TRÊN DÂY

Phương pháp giải

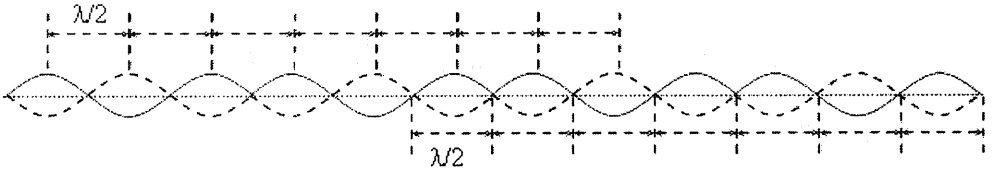


Các điểm nằm trên cùng một bó sóng thì dao động cùng pha.

Các điểm nằm trên hai bó sóng liền kề thì dao động ngược pha nhau.

Các điểm nằm trên bó cùng chẵn hoặc cùng lẻ dao động cùng pha, các điểm nằm trên bó lẻ thì dao động ngược pha với các điểm nằm trên bó chẵn.

* Khoảng cách hai nút liên tiếp hoặc hai bụng liên tiếp là $\lambda/2$, khoảng cách từ một nút đến một bụng gần nhất là $\lambda/4$.



* Nếu một đầu cố định, đầu còn lại cố định (hoặc dao động với biên độ nhỏ), để có sóng dừng trên dây thì hai đầu phải là hai nút:

$$l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{vT}{2} = k\frac{v}{2f}\begin{cases} Số\ bụng = k \\ Số\ nút = k+1 \end{cases}$$

* Nếu một đầu cố định, đầu còn lại tự do, để có sóng dừng trên dây thì đầu cố định phải là nút và đầu tự do là bụng:

$$l = (2k-1)\frac{\lambda}{4} = (2k-1)\frac{vT}{4} = (2k-1)\frac{v}{4f}\begin{cases} Số\ bụng = k \\ Số\ nút = k \end{cases}$$

Nếu viết dưới dạng $l = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$ thì $\begin{cases} Số\ bụng = k+1 \\ Số\ nút = k+1 \end{cases}$

* Khoảng cách từ nút thứ nhất đến nút thứ n: $\Delta x = (n-1)\frac{\lambda}{2}$

* Khoảng cách từ nút thứ nhất đến bụng thứ n: $\Delta x = (n-1)\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$

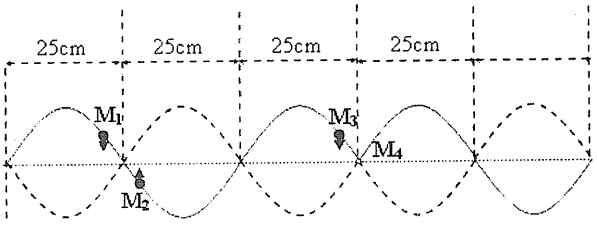
Ví dụ 1: Sóng dừng trên dây dài 1 m với vật cản cố định, tần số f = 80 Hz. Tốc độ truyền sóng là 40 m/s. Cho các điểm M_1, M_2, M_3, M_4 trên dây và lần lượt cách vật cản cố định là 20 cm, 30 cm, 70 cm, 75 cm. Điều nào sau đây mô tả **không** đúng trạng thái dao động của các điểm.

A. M_2 và M_3 dao động cùng pha. B. M_4 không dao động.

C. M_3 và M_1 dao động cùng pha. D. M_1 và M_2 dao động ngược pha.

Hướng dẫn

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = 0,5(m) = 50(cm) \Rightarrow \frac{\lambda}{2} = 25(cm)$



Điểm M_4 là nút nên không dao động.

Điểm M_1 nằm trên bó 1, điểm M_3 nằm trên bó 3 nên chúng dao động cùng pha.

Điểm M_1 và M_2 nằm trên hai bó liền kề nên dao động ngược pha nhau.

Điểm M_2 và M_3 nằm trên hai bó liền kề nên dao động ngược pha nhau $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: (ĐH 2007) Trên một sợi dây dài 2 m đang có sóng dừng với tần số 100 Hz, người ta thấy ngoài 2 đầu dây cố định còn có 3 điểm khác luôn đứng yên. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 100 m/s. B. 40 m/s. C. 80 m/s. D. 60 m/s.

Hướng dẫn

Trên dây hai đầu cố định có tổng cộng 5 nút, tức là có 4 bụng nên

$$l=(5-1)\frac{\lambda}{2}\Rightarrow\lambda=\frac{l}{2}=1(m)\Rightarrow v=\lambda f=100(m/s)\Rightarrow$$ Chọn A.

Ví dụ 3: (ĐH-2011) Một sợi dây đàn hồi căng ngang, hai đầu cố định. Trên dây có sóng dừng, tốc độ truyền sóng không đổi. Khi tần số sóng trên dây là 42 Hz thì trên dây có 4 điểm bụng. Nếu trên dây có 6 điểm bụng thì tần số sóng trên dây là

A. 252 Hz. B. 126 Hz. C. 28 Hz. D. 63 Hz.

Hướng dẫn

$$l=k\frac{\lambda}{2}\begin{cases}l=4\dfrac{v}{2f}\\ l=6\dfrac{v}{2f'}\end{cases}\Rightarrow 1=\frac{2}{3}\frac{f'}{f}\Rightarrow f'=63(Hz)\Rightarrow$$ Chọn D.

Chú ý:

1) Khoảng thời gian 2 lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng bằng khoảng thời gian 2 lần liên tiếp một điểm dao động trên dây đi qua vị trí cân bằng (tốc độ dao động cực đại) là T/2.

⇒ Khoảng thời gian n lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là $\Delta t = (n-1)T/2$.

2) Khoảng thời gian ngắn nhất một điểm dao động trên dây đi từ vị trí cân bằng (tốc độ dao động cực đại) đến vị trí biên (tốc độ dao động bằng 0) là T/4.

Ví dụ 4: Dây AB dài 90 cm đầu A gắn với nguồn dao động (xem A là nút) và đầu B tự do. Quan sát thấy trên dây có 8 nút sóng dừng và khoảng thời gian 6 lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là 0,25 s. Tính tốc độ truyền sóng trên dây. Tính khoảng cách từ A đến nút thứ 7.

A. 10 m/s và 0,72 m. B. 0,72 m/s và 2,4 m.

C. 2,4 m/s và 0,72 m. D. 2,4 m/s và 10 cm.

Hướng dẫn

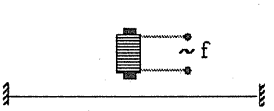
Thay vào công thức $\Delta t = (n-1)T/2$ ta được $0,25 = (6-1)T/2 \Rightarrow T = 0,1$ s.

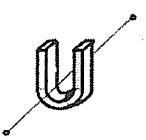
Một đầu nút và một đầu bụng (trên dây có 8 nút nên k = 8):

$$l=(2k-1)\frac{\lambda}{4}\Rightarrow 0,9=(2.8-1)\frac{\lambda}{4}\Rightarrow\lambda=0,24(m)\Rightarrow v=\frac{\lambda}{T}=2,4(m/s)$$

Khoảng cách từ A đến nút thứ 7: $l_7=(7-1)\dfrac{\lambda}{2}=0,72(m)\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Nếu dùng nam châm điện mà dòng điện xoay chiều có tần số f_d để kích thích dao động của sợi dây thép thì trong một chu kì dòng điện nam





châm hút mạnh 2 lần và không hút 2 lần nên nó kích thích dây dao động với tần số $f = 2f_d$. Còn nếu dùng nam châm vĩnh cửu thì $f = f_d$.

Ví dụ 5: Một nam điện có dòng điện xoay chiều tần số 50 Hz đi qua. Đặt nam châm điện phía trên một dây thép AB căng ngang với hai đầu cố định, chiều dài sợi dây 60cm. Ta thấy trên dây có sóng dừng với 2 bó sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 60 m/s. B. 30 cm/s. C. 16 m/s. D. 300 cm/s.

Hướng dẫn

Khi có dòng điện xoay chiều chạy qua, nam châm điện sẽ tác dụng lên dây một lực tuần hoàn làm dây dao động cưỡng bức. Trong một chu kì, dòng điện có độ lớn cực đại 2 lần nên nó hút dây mạnh 2 lần, vì vậy tần số dao động của dây bằng 2 lần tần số của dòng điện f' = 2.f = 2.50 =100 Hz

Vì có 2 bó sóng và hai đầu là nút nên $l = 2\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = l = 60(\text{cm})$

Vậy $v = \lambda f = 60(\text{m/s}) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 6: Một sợi dây thép dài 1,2 m được căng ngang phía dưới một nam châm điện. Cho dòng điện xoay chiều chạy qua nam châm điện thì trên dây thép xuất hiện sóng dừng với 6 bụng sóng với hai đầu là hai nút. Nếu tốc độ truyền sóng trên dây là 20 m/s thì tần số của dòng điện xoay chiều là

A. 50 Hz. B. 100 Hz. C. 60 Hz. D. 25 Hz.

Hướng dẫn

Trên dây hai đầu cố định có 4 bụng nên

$$l = 6\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{l}{3} = 0,4(m) \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = 50(Hz) \Rightarrow f_d = \frac{f}{2} = 25(Hz) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 7: Sóng dừng trên dây thép dài 1,2 m hai đầu P, Q cố định, được kích thích bởi nam châm điện. Nút A cách bụng B liền kề là 10 cm và I là trung điểm của AB. Biết khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp I và B có cùng li độ là 0,01 (s). Tính tần số của dòng điện và tốc độ truyền sóng trên dây.

A. 25 Hz và 50 m/s. B. 50 Hz và 50 m/s.

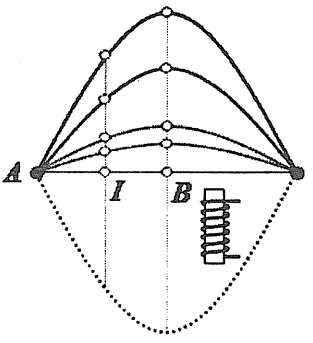
C. 50 Hz và 20 m/s. D. 25 Hz và 20 m/s.

Hướng dẫn

Nút cách bụng B liền kề là λ/4 hay

$$\frac{\lambda}{4} = 10(cm) \Rightarrow \lambda = 0,4(m)$$

Hai điểm I và B chỉ cùng li độ khi đi qua vị trí cân bằng, hai lần liên tiếp I và B có cùng li độ cũng chính là hai lần liên tiếp các chất điểm qua vị trí cân bằng và là T/2 hay $\dfrac{T}{2} = 0,01(s) \Rightarrow T = 0,02(s)$



$$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{0,4}{0,02}=20(m/s)$$

$$f=\frac{1}{T}=50(Hz)\Rightarrow f_d=\frac{f}{2}=25(Hz)\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Nếu cho biết $f_1\le f\le f_2$ hoặc $v_1\le v\le v_2$ thì dựa vào điều kiện sóng dừng để tìm f theo k hoặc v theo k rồi thay vào điều kiện giới hạn nói trên.

$$\begin{cases}\text{Hai đầu cố định}: l=k\dfrac{\lambda}{2}=k\dfrac{v}{2f}\\ \text{Một đầu cố định, một đầu tự do}: l=(2k-1)\dfrac{\lambda}{4}=(2k-1)\dfrac{v}{4f}\end{cases}$$

Ví dụ 8: Một sợi dây có chiều dài 1,5 m một đầu cố định một đầu tự do. Kích thích cho sợi dây dao động với tần số 100 Hz thì trên dây xuất hiện sóng dừng. Tốc độ truyền sóng trên dây nằm trong khoảng từ 150 m/s đến 400 m/s. Xác định bước sóng.

A. 14 m. B. 2 m. C. 6 m. D. 1 cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases}l=(2n-1)\dfrac{\lambda}{4}=(2n-1)\dfrac{v}{4f}\Rightarrow v=\dfrac{4lf}{(2n-1)}=\dfrac{600}{2n-1}(m/s)\\ 150\le\dfrac{600}{2n-1}\le 400\Rightarrow 1,25\le n\le 2,5\Rightarrow n=2\Rightarrow v=200(m/s)\Rightarrow\lambda=\dfrac{v}{f}=2(m)\end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Khi tất cả các điều kiện không thay đổi, chỉ thay đổi tần số thì số nút tăng thêm bao nhiêu thì số bụng cũng tăng thêm bấy nhiêu.

$$\begin{cases}\text{Hai đầu nút}: l=k\dfrac{v}{2f}\Rightarrow f=k\dfrac{v}{2l}\Rightarrow\Delta f=\Delta k\dfrac{v}{2l}\\ \text{Một đầu nút, một đầu bụng}: l=(2k-1)\dfrac{v}{4f}\Rightarrow f=(2k-1)\dfrac{v}{4l}\Rightarrow\Delta f=2\Delta k\dfrac{v}{4l}\end{cases}$$

Ví dụ 9: Một sợi dây AB dài 18 m có đầu dưới A để tự do, đầu trên B gắn với một cần rung với tần số f có thể thay đổi được. Ban đầu trên dây có sóng dừng với đầu A bụng đầu B nút. Khi tần số f tăng thêm 3 Hz thì số nút trên dây tăng thêm 18 nút và A vẫn là bụng B vẫn là nút. Tính tốc độ truyền sóng trên sợi dây.

A. 3,2 m/s. B. 1,0 m/s. C. 1,5 m/s. D. 3,0 m/s.

Hướng dẫn

$$\Delta f=\Delta k\frac{v}{2l}\Rightarrow 3=18.\frac{v}{2.4,5}\Rightarrow v=1,5(m/s)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 10: Một sợi dây CD dài 1 m, đầu C cố định, đầu D gắn với cần rung với tần số thay đổi được. D được coi là nút sóng. Ban đầu trên dây có sóng dừng. Khi tần số tăng thêm 20 Hz thì số nút trên dây tăng thêm 7 nút. Sau khoảng thời gian bằng bao nhiêu sóng phản xạ từ C truyền hết một lần chiều dài sợi dây

A. 0,175 s. B. 0,07 s. C. 1,2 s. D. 0,5 s.

Hướng dẫn

$$\Delta f = \Delta k\frac{v}{2l} \Rightarrow 20 = 7.\frac{v}{2.1} \Rightarrow v = \frac{40}{7}(m/s)$$

Thời gian sóng truyền từ C đến D: $t = \frac{l}{v} = 0,175(s) \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Có nhiều tần số có thể tạo ra sóng dừng, để tìm tần số nhỏ nhất và khoảng cách giữa các tần số đó, ta dựa vào điều kiện sóng dừng:

* *Hai đầu cố định:* $l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f} \Rightarrow f_k = k.\frac{v}{2l} \Rightarrow \begin{cases} f_{\min} = \frac{v}{2l} \Rightarrow f_k = kf_{\min} \\ f_{k+1} - f_k = \frac{v}{2l} = f_{\min} \end{cases}$

(Hiệu hai tần số liền kề bằng tần số nhỏ nhất)

* *Một đầu cố định, một đầu tự do:*

$$l = (2n+1)\frac{\lambda}{4} = (2n+1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f_n = (2n+1)\frac{v}{4l} \Rightarrow \begin{cases} f_{\min} = \frac{v}{4l} \Rightarrow f_n = (2n+1)f_{\min} \\ f_{n+1} - f_n = \frac{v}{2l} = 2f_{\min} \end{cases}$$

(Hiệu hai tần số liền kề gấp đôi tần số nhỏ nhất)

Ví dụ 11: Người ta tạo sóng dừng trên một sợi dây căng giữa 2 điểm cố định. Hai tần số gần nhau nhất cùng tạo ra sóng dừng trên dây là 150 Hz và 200 Hz. Tần số nhỏ nhất tạo ra sóng dừng trên dây đó là

A. 50 Hz. B. 125 Hz. C. 75 Hz. D. 100 Hz.

Hướng dẫn

Vì hai đầu cố định nên $f_{\min} = f_{k+1} - f_k = 200 - 150 = 50(Hz) \Rightarrow$ Chọn A.

Kinh nghiệm:

1) *Nếu có 2 tần số liên tiếp f_1 và f_2 mà tỉ số tần số của chúng là 2 số nguyên liên tiếp thì tần số nhỏ nhất vẫn tạo ra sóng dừng trên dây là $f_{min} = |f_1 - f_2|$. Ở ví dụ trên: $f_1/f_2 = 3/4$ nên $f_{min} = 200 - 150 = 50$ Hz.*
2) *Nếu có 2 tần số liên tiếp mà tỉ số tần số của chúng là 2 **số nguyên lẻ** liên tiếp thì tần số nhỏ nhất vẫn tạo ra sóng dừng trên dây là $f_{min} = 0,5|f_1 - f_2|$.*

Ví dụ 12: Một sợi dây đàn hồi dài có sóng dừng với hai tần số liên tiếp là 30 Hz và 50 Hz. Chọn phương án đúng.

A. Dây đó có một đầu cố định và một đầu tự do. Tần số nhỏ nhất để có sóng dừng khi đó là 30 Hz.

B. Dây đó có một đầu cố định và một đầu tự do. Tần số nhỏ nhất để có sóng dừng khi đó là 10 Hz.

C. Dây đó có hai đầu cố định. Tần số nhỏ nhất để có sóng dừng khi đó là 30 Hz.

D. Dây đó có hai đầu cố định. Tần số nhỏ nhất để có sóng dừng khi đó là 10 Hz.

Hướng dẫn

Cách 1: Nếu sợi dây một đầu cố định và một đầu tự do thì

$$\begin{cases} f_{k+1} - f_k = 50 - 30 = 20(Hz) \\ f_{\min} = 10(Hz) \end{cases} \Rightarrow f_{k+1} - f_k = 2f_{\min}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2: Xét tỉ số $\frac{f_1}{f_2} = \frac{30}{50} = \frac{3}{5}$ nên $f_{min} = 0{,}5|f_1 - f_2| = 10$ Hz và sợi dây có một đầu cố định một đầu tự do $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 13: Một sợi dây đàn hồi một đầu cố định, một đầu gắn với âm thoa có tần số thay đổi được. Khi thay đổi tần số âm thoa thấy với 2 giá trị liên tiếp của tần số là 28 Hz và 42 Hz thì trên dây có sóng dừng. Hỏi nếu tăng dần giá trị tần số từ 0 Hz đến 50 Hz sẽ có bao nhiêu giá trị của tần số để trên dây lại có sóng dừng. Coi vận tốc sóng và chiều dài dây là không đổi.

A. 7 giá trị. B. 6 giá trị. C. 4 giá trị. D. 3 giá trị.

Hướng dẫn

Vì sợi dây hai đầu cố định nên

$f_{\min} = f_{k+1} - f_k = 42 - 28 = 14(Hz) \Rightarrow f_k = 14k(Hz)$. Thay vào điều kiện $0 < f <$ 50 Hz $\Rightarrow 0 < k \le 3{,}5 \Rightarrow k = 1;2;3 \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 14: Một sợi dây đàn hồi một đầu cố định, một đầu tự do. Tần số dao động bé nhất để sợi dây có sóng dừng là f_0. Tăng chiều dài thêm 1 m thì tần số dao động bé nhất để sợi dây có sóng dừng là 5 Hz. Giảm chiều dài bớt 1 m thì tần số dao động bé nhất để sợi dây có sóng dừng là 20 Hz. Giá trị của f_0 là

A. 10 Hz. B. 7 Hz. C. 9 Hz. D. 8 Hz.

Hướng dẫn

Vì sợi dây một đầu cố định và một đầu tự do nên điều kiện sóng dừng là

$$l = (2k-1)\frac{\lambda}{4} = (2k-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f_k = (2k-1)\frac{v}{4l} \Rightarrow f_{\min} = \frac{v}{4l}.$$

Áp dụng công thức này cho hai trường hợp:

$$\begin{cases} 5 = \dfrac{v}{4(l+1)} \\ 20 = \dfrac{v}{4(l-1)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l = \dfrac{5}{3}(m) \\ v = \dfrac{160}{3}(m/s) \end{cases}$$

$$f_0 = f_{min} = \frac{v}{4l} = \frac{\frac{160}{3}}{4.\frac{5}{3}} = 8(Hz) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý:

* *Lúc đầu một đầu cố định một đầu tự do thì trên dây có sóng dừng với tần số f:*

$l = (2n-1)\frac{\lambda}{4} = (2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow \frac{v}{2l} = \frac{2f}{(2n-1)}$ *(số nút = số bụng = n).*

* *Sau đó, giữ đầu cố định hai đầu thì trên dây có sóng dừng với tần số f':*

$l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f'} \Rightarrow f' = k\frac{v}{2l} = k\frac{2f}{(2n-1)}$

Tần số nhỏ nhất: $f'_{min} = \frac{2f}{(2n-1)}$.

Thay đổi tần số nhỏ nhất: $\Delta f_{min} = |f' - f| = \left|k\frac{2f}{(2n-1)} - f\right|$.

Ví dụ 15: Một sợi dây đàn hồi, đầu A gắn với nguồn dao động và đầu B tự do. Khi dây rung với tần số f = 12 Hz thì trên dây xuất hiện sóng dừng ổn định có 8 điểm nút trên dây với A là nút và B là bụng. Nếu đầu B được giữ cố định và tốc độ truyền sóng trên dây không đổi thì phải thay đổi tần số rung của dây một lượng nhỏ nhất bằng bao nhiêu để trên dây tiếp tục xảy ra hiện tượng sóng dừng ổn định?

A. 4/3 Hz. B. 0,8 Hz. C. 12 Hz. D. 1,6 Hz.

Hướng dẫn

* Lúc đầu một đầu cố định một đầu tự do thì trên dây có sóng dừng với tần số f:

$l = (2n-1)\frac{\lambda}{4} = (2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow \frac{v}{2l} = \frac{2f}{(2n-1)}$. Vì số nút = số bụng = n = 8 nên:

$\frac{v}{2l} = \frac{2.12}{(2.8-1)} = 1,6(Hz)$

* Sau đó, giữ đầu cố định hai đầu thì trên dây có sóng dừng với tần số f':

$l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f'} \Rightarrow f' = k\frac{v}{2l} = 1,6k(Hz)$

Tần số nhỏ nhất: $f'_{min} = 1,6(Hz)$.

Độ biến thiên tần số: $\Delta f = |f' - f| = |1,6k - 12|(Hz)$.

Để tìm Δf_{min} ta cho $\Delta f = 0 \Rightarrow k = 7,5$. Nhưng vì k nguyên nên k = 7 hoặc k = 8.

Do đó, $\Delta f_{min} = |1,6.7 - 12| = 0,8(Hz) \Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Đến đây ta rút ra công thức giải nhanh: $\Delta f_{min} = \frac{f}{(2n-1)} = \frac{f'_{min}}{2}$. *Từ công thức này ta giải quyết các bài toán khó hơn.*

Ví dụ 16: Một sợi dây đàn hồi, đầu A gắn với nguồn dao động và đầu B tự do. Khi dây rung với tần số f thì trên dây xuất hiện sóng dừng ổn định có n điểm nút trên dây với A là nút và B là bụng. Nếu đầu B được giữ cố định và tốc độ truyền sóng trên dây không đổi thì khi tăng hoặc giảm tần số lượng nhỏ nhất Δf_{min} = f/9, trên dây tiếp tục xảy ra hiện tượng sóng dừng ổn định. Tìm n.

A. 9. B. 5. C. 6. D. 4.

Hướng dẫn

Áp dụng công thức $\Delta f_{min} = \frac{f}{(2n-1)} \Rightarrow \frac{f}{9} = \frac{f}{(2n-1)} \Rightarrow n = 5 \Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Để tính số nút và số bụng giữa hai điểm A và B (tính cả A và B) ta làm như sau:

* *Đầu A và B đều là nút thì số nút nhiều hơn số bụng là 1:* $\begin{cases} Sb = \frac{AB}{0,5\lambda} \\ Sn = Sb + 1 \end{cases}$

* *Đầu A và B đều là bụng thì số bụng nhiều hơn số nút là 1:* $\begin{cases} Sn = \frac{AB}{0,5\lambda} \\ Sb = Sn + 1 \end{cases}$

* *Đầu A nút và B bụng thì số bụng bằng số nút:* $Sb = Sn = \frac{AB}{0,5\lambda} + 0,5$

Ví dụ 17: (ĐH-2010) Một sợi dây AB dài 100 cm căng ngang, đầu B cố định, đầu A gắn với một nhánh của âm thoa dao động điều hòa với tần số 40 Hz. Trên dây AB có một sóng dừng ổn định, A được coi là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 20 m/s. Kể cả A và B, trên dây có

A. 3 nút và 2 bụng. B. 7 nút và 6 bụng.

C. 9 nút và 8 bụng. D. 5 nút và 4 bụng.

Hướng dẫn

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{40} = 0,5(m) = 50(cm)$. Vì hai đầu đều là nút nên số nút nhiều hơn số bụng là 1: $\begin{cases} sb = \frac{AB}{0,5\lambda} = 4 \\ sn = sb + 1 = 5 \end{cases}$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 18: Trên một sợi dây đàn hồi chiều dài 1,6 m, hai đầu cố định và đang có sóng dừng. Quan sát trên dây thấy có các điểm không phải bụng cách đều nhau những khoảng 20 cm luôn dao động cùng biên độ A_0. Số bụng sóng trên dây là

A. 4. B. 8. C. 6. D. 5.

Hướng dẫn

Các điểm không phải bụng có cùng biên độ A_0 mà cách đều nhau một khoảng Δx thì $A_0 = A_{max}/\sqrt{2}$ và $\Delta x = \lambda/4$ (xem dạng 2 của chu đề này).

Ta có: $\frac{\lambda}{4} = 0,2(m) \Rightarrow \lambda = 0,8(m) \Rightarrow sb = \frac{AB}{0,5\lambda} = \frac{1,6}{0,5.0,8} = 4 \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 19: Trên một dây có sóng dừng mà các tần số trên dây theo quy luật: $f_1:f_2:f_3:...:f_n = 1:2:3:...:n$. Trên dây thì

A. số nút bằng số bụng trừ 1. B. số nút bằng số bụng cộng 1.

C. số nút bằng số bụng. D. số nút bằng số bụng trừ 2.

Hướng dẫn

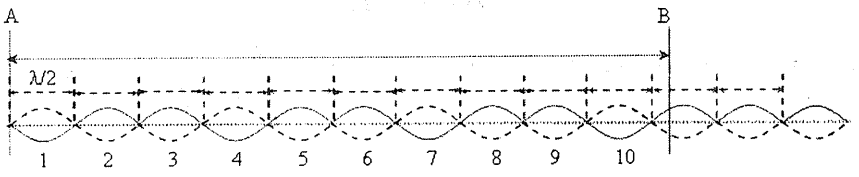
Nếu sóng dừng trên dây một đầu cố định một đầu tự do thì các tần số f_1, $3f_1$, $5f_1$,...

Nếu sóng dừng trên dây hai đầu cố định thì các tần số f_1, $2f_1$, $3f_1$,...

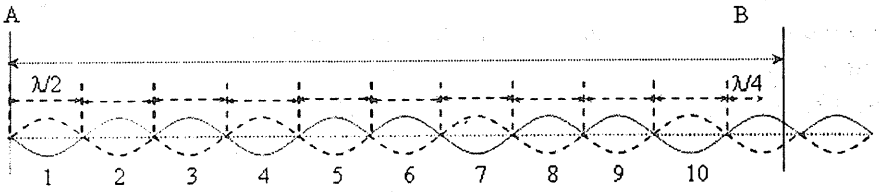
Như vậy, trong bài toán này thì sợi dây hai đầu cố định nên số nút bằng số bụng cộng 1 $\Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý:

1) Nếu đầu A là nút đầu còn lại không phải nút hoặc bụng thì từ A ta chia ra thành các đoạn λ/2 như sau:

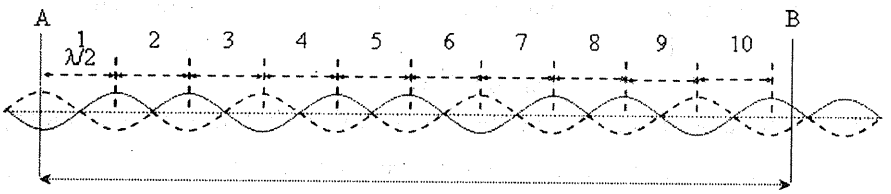


$$AB = k\frac{\lambda}{2} + \Delta x \Rightarrow \begin{cases} sb = k \\ sn = k+1 \end{cases}$$

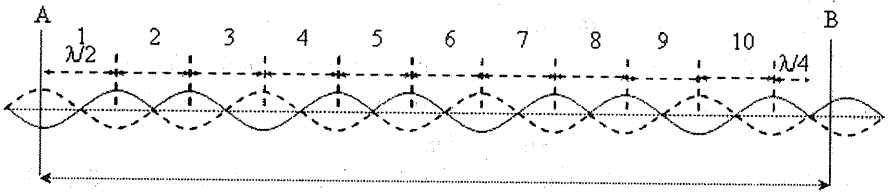


$$AB = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} + \Delta x \Rightarrow sb = sn = k+1$$

2) Nếu đầu A là bụng đầu còn lại không phải nút hoặc bụng thì từ A ta chia ra thành các đoạn λ/2 như sau:



$$AB = k\frac{\lambda}{2} + \Delta x \Rightarrow \begin{cases} sn = k \\ sb = k+1 \end{cases}$$



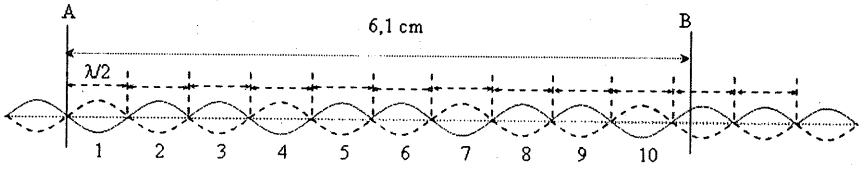
$$AB = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} + \Delta x \Rightarrow sb = sn = k+1$$

Ví dụ 20: Trên một sợi dây đàn hồi dài có sóng dừng với bước sóng 1,2 cm. Trên dây có hai điểm A và B cách nhau 6,1 cm, tại A là một nút sóng. Số nút sóng và bụng sóng trên đoạn dây AB là

A. 11 bụng, 11 nút.
B. 10 bụng, 11 nút.
C. 10 bụng, 10 nút.
D. 11 bụng, 10 nút.

Hướng dẫn

$$AB = 6,1(cm) = 10\times 0,6 + 0,1 = 10.\frac{\lambda}{2} + 0,1(cm) \Rightarrow \begin{cases} sb = 10 \\ sn = 11 \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$



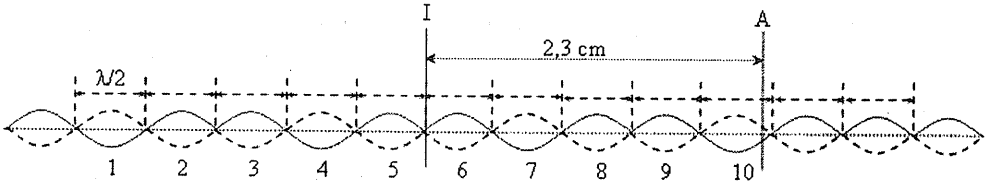
Ví dụ 21: Trên một sợi dây đàn hồi có sóng dừng với bước sóng 1 cm. Trên dây có hai điểm A và B cách nhau 4,6 cm, tại trung điểm của AB là một nút sóng. Số nút sóng và bụng sóng trên đoạn dây AB (kể cả A và B) là

A. 9 bụng, 10 nút.
B. 10 bụng, 10 nút.
C. 10 bụng, 9 nút.
D. 9 bụng, 9 nút.

Hướng dẫn

$$IA = 2,3 = 4\times 0,5 + 0,25 + 0,05 = 4.\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} + \Delta x \Rightarrow \begin{cases} sb(IA) = 5 \\ sn(IA) = 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} sb(AB) = 10 \\ sn(AB) = 9 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.



2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN BIỂU THỨC SÓNG DỪNG

Phương pháp giải

Nếu chọn gốc tọa độ trùng với nút thì biểu thức sóng dừng có dạng:

$$u = 2a\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\cos\left(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2}\right)(cm) \Rightarrow A = \left|2a\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right| \Rightarrow \begin{cases} A_{bụng} = |2a| = A_{max} \\ A_{nút} = 0 \\ 0 \le A \le |2a| \end{cases}$$

(|x| là khoảng cách từ điểm khảo sát đến nút làm gốc).

Nếu chọn gốc tọa độ trùng với bụng thì biểu thức sóng dừng có dạng:

$$u = 2a\cos\frac{2\pi y}{\lambda}\cos\left(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2}\right)(cm) \Rightarrow A = \left|2a\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\right| \Rightarrow \begin{cases} A_{bụng} = |2a| = A_{max} \\ A_{nút} = 0 \\ 0 \le A \le |2a| \end{cases}$$

(|y| là khoảng cách từ điểm khảo sát đến bụng làm gốc).

$$\Rightarrow \begin{cases} \lambda = ? \\ f = ? \end{cases} \Rightarrow v = \lambda f = \frac{Hệ\ số\ của\ t}{Hệ\ số\ của\ x}$$

Vận tốc dao động của phần tử M trên dây ($u = 2a\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)(cm)$):

$$v_{dd} = u_t' = -2a\omega\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\sin\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)(cm/s)$$

Hệ số góc của tiếp tuyến tại điểm M trên dây ($u = 2a\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)(cm)$):

$$\tan\alpha = u_x' = 2a\frac{2\pi x}{\lambda}\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)(rad)$$

Ví dụ 1: Một sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi biểu thức của nó có dạng u = 2sin(πx/4).cos(20πt + π/2) (cm). Trong đó u là li độ tại thời điểm t của một phần tử trên dây mà vị trí cân bằng của nó cách gốc O một khoảng là x (x: đo bằng cm, t: đo bằng giây). Xác định tốc độ truyền sóng dọc theo dây.

A. 60 (cm/s). B. 80 (cm/s). C. 180 (cm/s). D. 90 (cm/s).

Hướng dẫn

$$v = \frac{Hệ\ số\ của\ t}{Hệ\ số\ của\ x} = \frac{20\pi}{\pi/4} = 80(cm/s) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 2: Phương trình sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi có dạng u = 0,5cos(4πx).sin(500πt + π/3) (cm), trong đó x tính bằng cm, t tính bằng giây (s). Chọn phương án **sai**. Sóng này có

A. bước sóng 4 cm. B. tốc độ lan truyền 1,25 m/s.

C. tần số 250 Hz. D. biên độ sóng tại bụng 0,5 cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} u = a\sin\dfrac{2\pi x}{\lambda}\cos(2\pi ft+\varphi) \\ u = 0,5\cos 4\pi x.\sin\left(500\pi t+\dfrac{\pi}{3}\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{2\pi}{\lambda} = 4\pi \Rightarrow \lambda = 0,5(cm) \\ 2\pi f = 500\pi \Rightarrow f = 250(Hz) \end{cases}$$

$\Rightarrow v = \lambda f = 1,25(m/s) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 3: Sóng dừng trên một sợi dây có biểu thức u = 2sin(πx/4).cos(20πt + π/2) (cm) trong đó u là li độ dao động tại thời điểm t của một phần tử trên dây mà vị trí cân bằng của nó cách gốc toạ độ O một khoảng x (x: đo bằng centimét; t: đo bằng giây). Vận tốc dao động và hệ số góc của tiếp tuyến của phân tử trên dây có toạ độ 1 cm tại thời điểm t = 1/80 (s) lần lượt là

A. -6 cm/s và π/4. B. -5 cm/s và -π/4.

C. -20π (cm/s) và -π/4, D. 40π cm/s và π/4.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} v_{dd} = u_t' = -40\pi\sin\dfrac{\pi x}{4}\sin\left(20\pi t+\dfrac{\pi}{2}\right)(cm/s) \\ \tan\alpha = u_x' = \dfrac{\pi}{4}.2\cos\dfrac{\pi x}{4}\cos\left(20\pi t+\dfrac{\pi}{2}\right) \end{cases}$$

Thay số vào được $\begin{cases} v_{dd} = -40\pi\sin\dfrac{\pi.1}{4}\sin\left(20\pi.\dfrac{1}{80}+\dfrac{\pi}{2}\right) = -20\pi(cm/s) \\ \tan\alpha = \dfrac{\pi}{4}.2\cos\dfrac{\pi.1}{4}\cos\left(20\pi.\dfrac{1}{80}+\dfrac{\pi}{2}\right) = -\dfrac{\pi}{4} \end{cases}$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Nếu một vài tham số trong biểu thức sóng dừng chưa biết thì ta đối chiếu với biểu thức tổng quát để xác định và $v = \dfrac{\text{Hệ số của } t}{\text{Hệ số của } x}$.

Ví dụ 4: Một sóng dừng trên dây có dạng u = asin(bx).cos(10πt + π/2) (cm). Trong đó u là li độ tại thời điểm t của phần tử M trên dây, x tính bằng cm là khoảng cách từ nút O của dây đến điểm M. Tốc độ truyền sóng trên dây là 20 cm/s. Tại điểm cách nút 0,5 cm có biên độ sóng 2 cm. Độ lớn của a là

A. $4/\sqrt{3}$ (cm). B. $2\sqrt{3}$ (cm). C. $2\sqrt{2}$ (cm). D. 2 (cm).

Hướng dẫn

Thay vào công thức $v = \frac{Hệ\ số\ của\ t}{Hệ\ số\ của\ x}$ ta được $20 = \frac{10\pi}{b} \Rightarrow b = \frac{\pi}{2}(rad/cm)$

Biên độ sóng dừng: $A = |a\sin bx| \Rightarrow 2 = \left|a\sin\frac{\pi}{2}.0,5\right| \Rightarrow |a| = 2\sqrt{2}(cm) \Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý:

1) x là khoảng cách từ điểm M đến nút chọn làm gốc thì $A = A_{max}\left|\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right|$

2) y là khoảng cách từ điểm M đến bụng chọn làm gốc thì $A = A_{max}\left|\cos\frac{2\pi y}{\lambda}\right|$

Ví dụ 5: Sóng dừng trên sợi dây, hai điểm O và B cách nhau 140 cm, với O là nút và B là bụng. Trên OB ngoài điểm O còn có 3 điểm nút và biên độ dao động bụng là 1 cm. Tính biên độ dao động tại điểm M cách B là 65 cm.

A. 0,38 cm. B. 0,50 cm. C. 0,75 cm. D. 0,92 cm.

Hướng dẫn

Với O là nút và B là bụng đồng thời trên đoạn đó có 4 nút: $OB = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$

$(2.4-1)\frac{\lambda}{4} = 140 \Rightarrow \lambda = 80(cm)$. Chọn bụng B làm gốc:

$A = A_{max}\left|\cos\frac{2\pi y}{\lambda}\right| = 1\left|\cos\frac{2\pi.65}{80}\right| = 0,38(cm) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 6: Một sóng cơ học truyền trên một sợi dây rất dài thì một điểm M trên sợi có vận tốc dao động biến thiên theo phương trình $v_M = 20\pi\sin(10\pi t + \varphi)$ (cm/s). Giữ chặt một điểm trên dây sao cho trên dây hình thành sóng dừng, khi đó bề rộng một bụng sóng có độ lớn là:

A. 4 cm. B. 6 cm. C. 16 cm. D. 8 cm.

Hướng dẫn

Biên độ dao động của nguồn $A = 20\pi/\omega = 2$ cm.

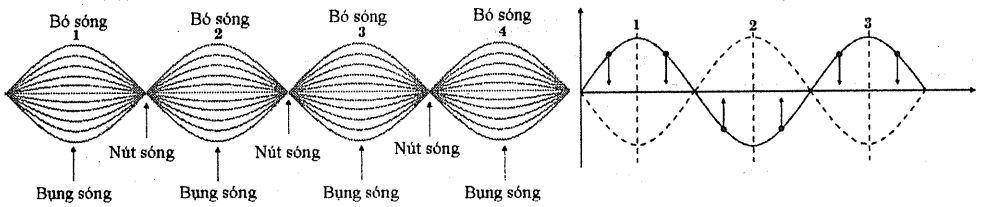
Biên độ dao động tại bụng $A_{max} = 2A = 4$ cm.

Bề rộng một bụng sóng $2A_{max} = 8$ cm $\Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý:

1) Nếu M và N nằm trên cùng một bó sóng (hoặc nằm trên các bó cùng chẵn hoặc cùng lẻ) thì dao động cùng pha nên tỉ số li độ bằng tỉ số vận tốc dao động và bằng tỉ số biên độ tương ứng

$$\frac{u_M}{u_N} = \frac{v_M}{v_N} = \frac{\sin\frac{2\pi x_M}{\lambda}}{\sin\frac{2\pi x_N}{\lambda}} = \frac{\cos\frac{2\pi y_M}{\lambda}}{\cos\frac{2\pi y_N}{\lambda}} = \frac{A_M}{A_N}$$



2) Nếu M và N nằm trên hai bó sóng liền kề (hoặc một điểm nằm bó chẵn một điểm nằm trên bó lẻ) thì dao động ngược pha nên tỉ số li độ bằng tỉ số vận tốc dao động và bằng trừ tỉ số biên độ tương ứng

$$\frac{u_M}{u_N}=\frac{v_M}{v_N}=\frac{\sin\frac{2\pi x_M}{\lambda}}{\sin\frac{2\pi x_N}{\lambda}}=\frac{\cos\frac{2\pi y_M}{\lambda}}{\cos\frac{2\pi y_N}{\lambda}}=-\frac{A_M}{A_N}$$

Ví dụ 7: Một sóng dừng trên sợi dây đàn hồi dài với bước sóng 60 cm. Tại điểm M trên dây dao động cực đại, tại điểm N trên dây cách M một khoảng 10 cm. Tỉ số giữa biên độ dao động tại M và N là

A. $\sqrt{3}$. B. 0,5. C. $2/\sqrt{3}$. D. 2.

Hướng dẫn

Ta chọn bụng M làm gốc $y_M = 0$, $y_N = 10$ cm $< \lambda/4$. Vì M và N nằm trên cùng một bó nên $\frac{A_M}{A_N}=\frac{\cos\frac{2\pi y_M}{\lambda}}{\cos\frac{2\pi y_N}{\lambda}}=\frac{\cos\frac{2\pi.0}{\lambda}}{\cos\frac{2\pi.10}{60}}=2 \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 8: Sóng dừng trên dây trên một sợi dây có bước sóng λ. N là nút sóng, hai điểm M_1 và M_2 ở hai bên N và có vị trí cân bằng cách N những khoảng $NM_1 = \lambda/6$, $NM_2 = \lambda/12$. Khi tỉ số li độ (khác 0) của M_1 so với M_2 là

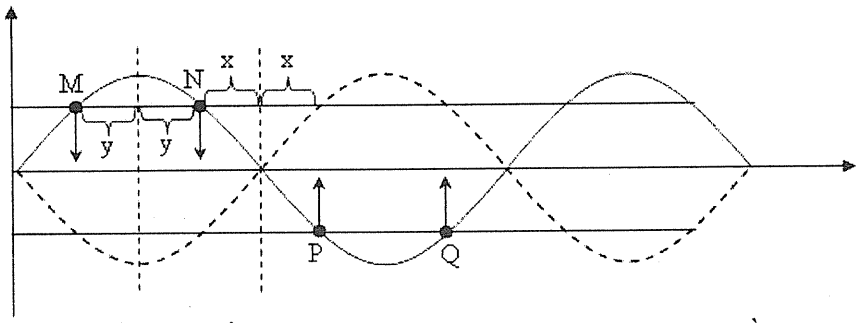
A. -1. B. 1. C. $\sqrt{3}$. D. $-\sqrt{3}$.

Hướng dẫn

Ta chọn nút N làm gốc $x_{M1} = -\lambda/6$, $x_{M2} = +\lambda/12$ (M_1 và M_2 nằm trên hai bó liền kề): $\frac{u_{M1}}{u_{M2}}=\frac{\sin\frac{2\pi x_{M1}}{\lambda}}{\sin\frac{2\pi x_{M2}}{\lambda}}=\frac{\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}.\frac{-\lambda}{6}\right)}{\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{12}\right)}=-\sqrt{3}$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Hai điểm liên tiếp có cùng biên độ A_0 thì hoặc hai điểm này nằm hai bên nút hoặc nằm hai bên bụng.



* *Nếu hai điểm này nằm hai bên nút (ví dụ N và P) thì chúng nằm trên hai bó sóng liền kề (hai điểm này dao động ngược pha nhau) và những điểm nằm giữa chúng có biên độ nhỏ hơn A_0 (xem hình vẽ).*

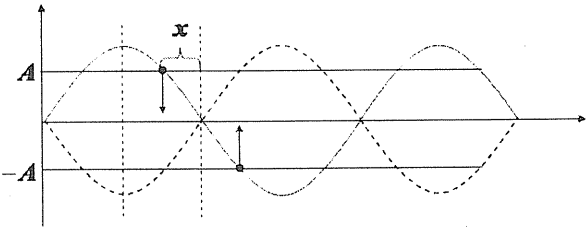
Ta có: $A_0 = A_{max} \sin\dfrac{2\pi x}{\lambda}$ *(với x = NP/2).*

* *Nếu hai điểm này nằm hai bên bụng (ví dụ M và N) thì chúng nằm trên một bó sóng (hai điểm này dao động cùng pha) và những điểm nằm giữa chúng có biên độ lớn hơn A_0 (xem hình vẽ). Ta có:* $A_0 = A_{max} \cos\dfrac{2\pi y}{\lambda}$ *(với y = MN/2).*

Ví dụ 9: Sóng dừng trên một sợi dây có biên độ ở bụng là 5 cm. Giữa hai điểm M, N có biên độ 2,5 cm cách nhau 20 cm và các điểm nằm trong khoảng MN luôn dao động với biên độ nhỏ hơn 2,5 cm. Tìm bước sóng.

A. 120 cm. B. 60 cm. C. 90 cm. D. 108 cm.

Hướng dẫn



Vì các điểm nằm trong khoảng MN luôn dao động với biên độ nhỏ hơn 2,5 cm nên M và N nằm ở hai bó sóng liền kề và đối xứng nhau qua nút sóng:

$$x = \frac{MN}{2} = 10(cm)$$

$$\Rightarrow A = A_{max}\left|\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right| \Rightarrow 2,5 = 5\sin\frac{2\pi.10}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 120(cm) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 10: Một sợi dây đàn hồi có sóng dừng, biên độ tại bụng sóng là 2A (cm). M là một điểm trên dây có phương trình $u_M = A\cos(10\pi t + \pi/3)$ cm, điểm N có phương trình $u_N = A\cos(10\pi t - 2\pi/3)$ cm, tốc độ truyền sóng trên dây là 1,2 m/s. Khoảng cách MN nhỏ nhất bằng

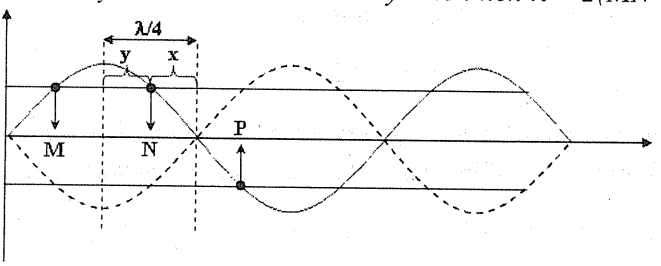
A. 0,02 m. B. 0,03 m. C. 0,06 m. D. 0,04 m.

Hướng dẫn

Bước sóng $\lambda = vT = v\frac{2\pi}{\omega} = 0,24(m)$. Hai điểm M, N dao động cùng biên độ và ngược pha nhau. Điểm M và N gần nhau nhất nên chúng nằm đối xứng nhau qua nút: $A = A_{max}\sin\frac{2\pi x}{\lambda} \Rightarrow A = 2A\sin\frac{2\pi x}{0,24} \Rightarrow x = 0,04(m) \Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Nếu có ba điểm liên tiếp có cùng biên độ thì trong đó phải có 2 điểm (ví dụ M và N) nằm trên cùng 1 bó (dao động cùng pha) và điểm còn lại (ví dụ P) nằm trên bó liền kề (dao động ngược pha với hai điểm nói trên).

Ta có x = NP/2 và y = MN/2. Hơn nữa x + y = λ/4 nên λ = 2(MN + NP).



Ví dụ 11: M, N, P là 3 điểm liên tiếp nhau trên một sợi dây mang sóng dừng có cùng biên độ 4 cm, dao động tại N cùng pha với dao động tại M. Biết MN = 2NP = 20 cm. Tính biên độ tại bụng sóng và bước sóng.

A. 4 cm, 40 cm. B. 4 cm, 60 cm. C. 8 cm, 40 cm. D. 8 cm, 60 cm.

Hướng dẫn

Ta tính: λ = 2(MN + NP) = 60 (cm) và x = NP/2 = 5 (cm).

Áp dụng $A = A_{max}\left|\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right|$ ta được $4 = A_{max}\sin\frac{2\pi.5}{60} \Rightarrow A_{max} = 8(cm) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 12: M, N, P là 3 điểm liên tiếp nhau trên một sợi dây mang sóng dừng có cùng biên độ A, dao động tại N cùng pha với dao động tại M. Biết MN = 2NP = 20 cm. Cứ sau khoảng thời gian ngắn nhất là 0,04 s sợi dây có dạng một đoạn thẳng và biên độ tại bụng là 10 cm. Tính A và tốc độ truyền sóng.

A. 4 cm và 40 m/s. B. 4 cm và 60 m/s.

C. 5 cm và 6,4 m/s. D. 5 cm và 7,5 m/s.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \frac{T}{2} = 0,04(s) \Rightarrow T = 0,08(s) \\ \lambda = 2(MN + NP) = 60(cm) \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = 7,5(m/s) \\ A = A_{max}\left|\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right| \xrightarrow{x=NP/2=5cm} A = 10\sin\frac{2\pi.5}{60} = 5(cm) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 13: M, N, P là 3 điểm liên tiếp nhau trên một sợi dây mang sóng dừng có cùng biên độ $\sqrt{3}$ cm, dao động tại N cùng pha với dao động tại P. Biết MN = 2NP = 40 cm và tần số góc của sóng là 20 rad/s. Tính tốc độ dao động tại điểm bụng khi sợi dây có dạng một đoạn thẳng.

A. 40 m/s. B. $40\sqrt{3}$ cm/s. C. 40 cm/s. D. $40\sqrt{3}$ m/s.

Hướng dẫn

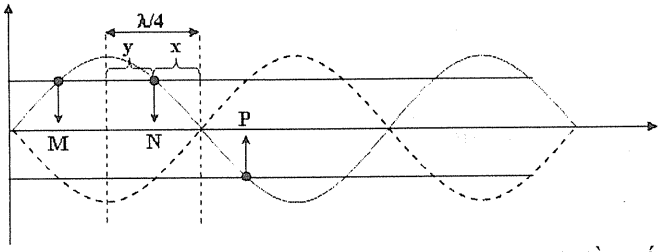
Ta tính: $\lambda = 2(MN + NP) = 120$ (cm) và $x = MN/2 = 20$ (cm).

Ap dụng $A = A_{max}\left|\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right|$ ta được $\sqrt{3} = A_{max}\sin\frac{2\pi.20}{120} \Rightarrow A_{max} = 2(cm)$

Tốc độ dao động cực đại của điểm bụng: $v_{max} = \omega A_{max} = 40(cm/s)$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Nếu các điểm trên dây có cùng biên độ A_0 và nằm cách đều nhau những khoảng Δx thì $\Delta x = MN = NP \Rightarrow$ $\begin{cases} x = y = \frac{\lambda}{8} \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda}{4} \\ A_0 = A_{max}\sin\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{8} = \frac{A_{max}}{\sqrt{2}} \end{cases}$



Ví dụ 14: (ĐH-2012) Trên một sợi dây căng ngang với hai đầu cố định đang có sóng dừng. Không xét các điểm bụng hoặc nút, quan sát thấy những điểm có cùng biên độ và ở gần nhau nhất thì đều cách đều nhau 15cm. Bước sóng trên dây có giá trị bằng

A. 30 cm. B. 60 cm. C. 90 cm. D. 45 cm.

Hướng dẫn

$\Delta x = \frac{\lambda}{8} \Rightarrow 15(cm) = \frac{\lambda}{8} \Rightarrow \lambda = 60(cm) \Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Điểm có biên độ A_0 nằm cách nút gần nhất một đoạn x_{min} và cách bụng gần nhất một đoạn y_{min} thì $A_0 = A_{max}\sin\frac{2\pi x_{min}}{\lambda} = A_{max}\cos\frac{2\pi y_{min}}{\lambda}$.

Ví dụ 15: Một sợi dây OM đàn hồi dài 90 cm có hai đầu cố định. Khi được kích thích trên dây hình thành 3 bụng sóng (với O và M là hai nút), biên độ tại bụng là 3 cm. Tại N gần O nhất có biên độ dao động là 1,5 cm. Khoảng cách ON bằng

A.10 cm. B. 7,5 cm. C. 5,2 cm. D. 5 cm.

Hướng dẫn

Hai đầu cố định và có 3 bụng sóng nên $OM = 3\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 90 = 3\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 60(cm)$

Áp dụng $A_0 = A_{max}\, sin\frac{2\pi x_{min}}{\lambda} \Rightarrow 1,5 = 3\, sin\frac{2\pi x_{min}}{60} \Rightarrow x_{min} = 5(cm) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 16: Tạo sóng dừng trên một sợi dây dài bằng nguồn sóng có phương trình u = 2cos(ωt + φ) cm. Bước sóng trên sợi dây là 30 cm. Gọi M là điểm trên sợi dây dao động với biên độ 2 cm. Hãy xác định khoảng cách từ M đến nút gần nhất.

A. 2,5 cm. B. 3,75 cm. C. 15 cm. D. 12,5 cm.

Hướng dẫn

Áp dụng $A_0 = A_{max}\, sin\frac{2\pi x_{min}}{\lambda}$ thay $A_{max} = 2a = 4$ cm, $A_0 = 2$ cm và $\lambda = 30$ cm

thì $2 = 4\, sin\frac{2\pi x_{min}}{30} \Rightarrow x_{min} = 2,5(cm) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 17: Một sợi dây OM đàn hồi hai đầu cố định, khi được kích thích trên dây hình thành 7 bụng sóng (với O và M là hai nút), biên độ tại bụng là 3 cm. Điểm gần O nhất có biên độ dao động là 1,5 cm cách O một khoảng 5 cm. Chiều dài sợi dây là

A. 140 cm. B. 180 cm. C. 90 cm. D. 210 cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} A_0 = 3\, sin\frac{2\pi x_{min}}{\lambda} \Rightarrow 1,5 = sin\frac{2\pi.5}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 60(cm) \\ l = 7.\frac{\lambda}{2} = 210(cm) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 18: Một sóng dừng trên dây có dạng u = 5sin(bx).cos(2πt - π/2) (mm). Trong đó u là li độ tại thời điểm t của phần tử M trên dây, x tính bằng cm là khoảng cách từ nút O của dây đến điểm M. Điểm trên dây dao động với biên độ bằng $2,5\sqrt{3}$ mm cách bụng sóng gần nhất đoạn 3 cm. Vận tốc dao động của điểm trên dây cách nút 6 cm ở thời điểm t = 0,5 s là

A. $10\pi\sqrt{3}$ mm/s. B. $-5\pi\sqrt{3}$ mm/s. C. $5\pi\sqrt{3}$ mm/s. D. $10\pi\sqrt{2}$ mm/s.

Hướng dẫn

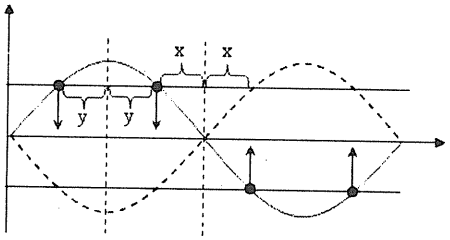
Áp dụng $A_0 = A_{max} cos\frac{2\pi y_{min}}{\lambda} \Rightarrow 2,5\sqrt{3} = 5cos\frac{2\pi.3}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 36(cm)$

$$\Rightarrow b = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{18} \Rightarrow u = 5\, sin\frac{\pi}{18} x\, cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(mm)$$

$$\Rightarrow v_{dd} = u_t' = -10\pi\, sin\frac{\pi x}{18} sin\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(mm/s)$$

Thay số: $v_{dd} = -10\pi \sin\frac{\pi.6}{18}\sin\left(2\pi.0,5-\frac{\pi}{2}\right) = -5\pi\sqrt{3}\,(mm/s) \Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Hai điểm liên tiếp M và N có cùng biên độ A_0 thì hoặc hai điểm này nằm hai bên nút ($A_0 = A_{max}\sin\frac{2\pi x}{\lambda}$) hoặc nằm hai bên bụng ($A_0 = A_{max}\cos\frac{2\pi y}{\lambda}$). Để tìm khoảng cách ngắn nhất (Δx_{min}) giữa hai điểm ta cần giải các phương trình $A_0 = A_{max}\sin\frac{2\pi x}{\lambda}$, $A_0 = A_{max}\cos\frac{2\pi y}{\lambda}$ và $\Delta x_{min} = min(x, y)$. *Để làm nhanh ta để ý các trường hợp sau:*



* *Nếu* $A_0 = \frac{A_{max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow x = y = \frac{\lambda}{8} \Rightarrow \Delta x_{min} = 2x = 2y = \frac{\lambda}{4}$.

* *Nếu* $A_0 > \frac{A_{max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow x > y \Rightarrow \Delta x_{min} = 2y < \frac{\lambda}{4}$ *(giải phương trình cos).*

* *Nếu* $A_0 < \frac{A_{max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow x < y \Rightarrow \Delta x_{min} = 2x < \frac{\lambda}{4}$ *(giải phương trình sin).*

Ví dụ 19: Sóng dừng hình thành trên sợi dây với bước sóng 60 cm và biên độ dao động tại bụng là 4 cm. Hỏi hai điểm dao động với biên độ $2\sqrt{3}$ cm gần nhau nhất cách nhau bao nhiêu cm?

A. $10\sqrt{3}$ cm. B. 10 cm. C. 30 cm. D. 20 cm.

Hướng dẫn

Vì $A_0 = 2\sqrt{3} > \frac{A_{max}}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}$ nên hai điểm có cùng biên độ $2\sqrt{3}$ cm nằm hai bên bụng sẽ gần nhau hơn khi chúng nằm hai bên nút $\Rightarrow A_0 = A_{max}\cos\frac{2\pi y}{\lambda}$

$\Rightarrow 2\sqrt{3} = 4\cos\frac{2\pi y}{60} \Rightarrow y = 5(cm) \Rightarrow \Delta x_{min} = 2y = 10(cm) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 20: Một sợi dây dài 120 cm, hai đầu cố định, đang có sóng dừng, biết bề rộng một bụng sóng là 4a. Khoảng cách ngắn nhất giữa 2 điểm dao động cùng pha có cùng biên độ bằng a là 20 cm. Số bụng sóng trên dây là

A. 10. B. 8. C. 6. D. 4.

Hướng dẫn

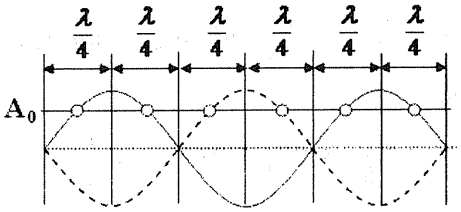
Bề rộng một bụng sóng là 4a thì $A_{max} = 2a$.

Vì $A_0 = a < \frac{A_{max}}{\sqrt{2}} = a\sqrt{2}$ nên hai điểm có cùng biên độ a nằm hai bên nút sẽ gần nhau hơn khi chúng nằm hai bên bụng

$\Rightarrow A_0 = A_{max}\sin\frac{2\pi x}{\lambda} \Rightarrow a = 2a\sin\frac{2\pi.20}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 240(cm)$

Hai đầu là hai nút nên số bụng: $sb = \frac{AB}{0,5\lambda} = \frac{120}{0,5.60} = 4$ $\Rightarrow$ Chọn D.

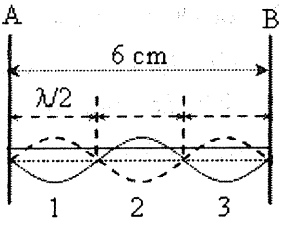
Chú ý: Nếu đầu A là nút hoặc bụng mà AB = nλ/4 thì số điểm trên AB dao động với biên độ $A_0 < A_{max}$ đúng bằng n (cứ mỗi λ/4 đường thẳng có tung độ A_0 và song song với trục hoành cắt đồ thị tại 1 điểm).



Ví dụ 21: Trên một sợi dây đàn hồi dài có sóng dừng với bước sóng 2 cm. Trên dây có hai điểm A và B cách nhau 3 cm, tại A là một nút sóng. Số điểm trên đoạn AB có biên độ dao động bằng 0,7 biên độ tại bụng sóng là

A. 3. B. 4. C. 6. D. 8.

Hướng dẫn



Vì $AB = 3 = 6 \times 0,5 = 6.\frac{\lambda}{4}$ nên số điểm có biên độ $A_0 = 0,7A_{max}$ là 6 $\Rightarrow$ Chọn C.

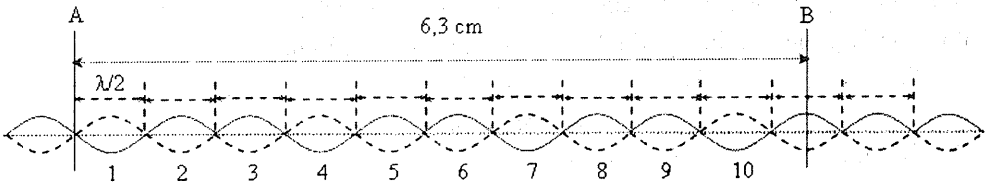
Ví dụ 22: Trên một sợi dây đàn hồi dài có sóng dừng với bước sóng 1,2 cm. Trên dây có hai điểm A và B cách nhau 6,3 cm, tại A là một nút sóng. Số điểm trên đoạn AB có biên độ dao động bằng 0,8 biên độ tại bụng sóng là

A. 21. B. 20. C. 19. D. 22.

Hướng dẫn

Vì $AB = 6,3 = 21 \times 0,3 = 21.\frac{\lambda}{4}$ nên số điểm có biên độ $A_0 = 0,8A_{max}$ là 21

$\Rightarrow$ Chọn A.



Ví dụ 23: Trên một sợi dây dài có sóng dừng với biên độ tại bụng 2 cm, có hai điểm A và B cách nhau 10 cm với A và B đều là bụng. Trên đoạn AB có 20 điểm dao động với biên độ $\sqrt{2}$ cm. Bước sóng là

A. 1,0 cm. B. 1,6 cm. C. 2,0 cm. D. 0,8 cm.

Hướng dẫn

Vì A và B là hai bụng nên $AB = \frac{k\lambda}{2}$ hay $AB = \frac{2k\lambda}{4}$. Theo bài ra, trên AB có 20 điểm dao động với biên độ $A_0 = \sqrt{2}$ cm < A_{max} nên 2k = 20. Suy ra:

$10 = 20.\frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 2(cm) \Rightarrow$ Chọn C.

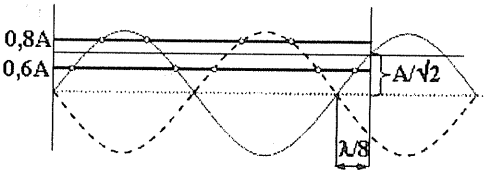
Chú ý: Nếu đầu A là nút hoặc bụng mà $AB = n\frac{\lambda}{4} + \Delta x$ thì số điểm dao động với biên độ trung gian A_0 sẽ là n hoặc n + 1.

Ví dụ 24: Trên một sợi dây đàn hồi dài có sóng dừng với bước sóng λ, với biên độ tại bụng là A. Trên dây có hai điểm M và N cách nhau 1,125λ, tại M là một nút sóng. Số điểm trên đoạn MN có biên độ bằng 0,6A và 0,8A lần lượt là

A. 4 và 5. B. 5 và 4. C. 6 và 5. D. 5 và 6.

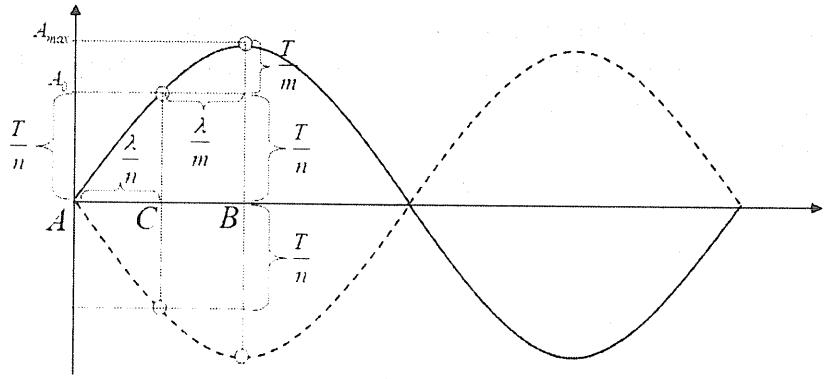
Hướng dẫn

Ta viết dưới dạng $AB = 4.\frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{8}$



Từ hình vẽ ta nhận thấy: số điểm dao động với 0,6A là 5 (cắt tại 5 điểm) và số điểm dao động với biên độ 0,8A là 4 (cắt tại 4 điểm) ⇒ Chọn B.

Chú ý: Giả sử A là nút, B là bụng gần A nhất và C là điểm trung gian nằm trong khoảng giữa A và B (AC = λ/n và CB = λ/m).



1) Khoảng thời gian hai lần liên tiếp để độ lớn li độ của điểm B bằng biên độ của điểm C là 2T/m hoặc 2T/n.

Nếu AC = CB thì 2T/n = 2T/m = T/4.

Nếu AC > CB thì 2T/n > T/4 > 2T/m.

Nếu AC < CB thì 2T/n < T/4 < 2T/m.

2) B và C chỉ cùng biên độ khi chúng qua vị trí cân bằng. Do đó, khoảng thời gian hai lần liên tiếp để B và C có cùng li độ chính là khoảng thời gian hai lần liên tiếp đi qua vị trí cân bằng và bằng T/2.

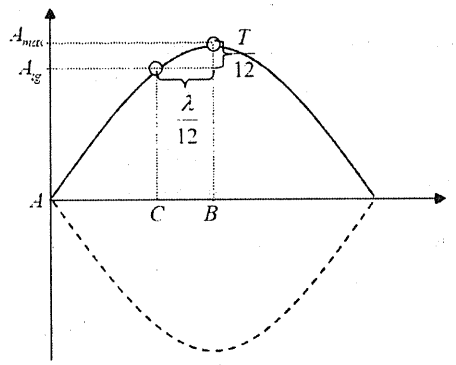
Ví dụ 25: Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng ổn định chu kì T và bước sóng λ. Trên dây, A là một điểm nút, B là một điểm bụng gần A nhất, C là điểm thuộc AB sao cho AB = 3BC. Khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần mà li độ dao động của phần tử tại B bằng biên độ dao động của phần tử tại C là

A. T/4. B. T/6. C. T/3. D. T/8.

Hướng dẫn

$$AB = 3BC = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow BC = \frac{\lambda}{12} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{12} \Rightarrow t_{\min} = 2\Delta t = \frac{T}{6}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.



Ví dụ 26: (ĐH-2011) Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng ổn định. Trên dây, A là một điểm nút, B là một điểm bụng gần A nhất, C là trung điểm của AB, với AB = 10 cm. Biết khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần mà li độ dao động của phần tử tại B bằng biên độ dao động của phần tử tại C là 0,2 s. Tốc độ truyền sóng trên dây là

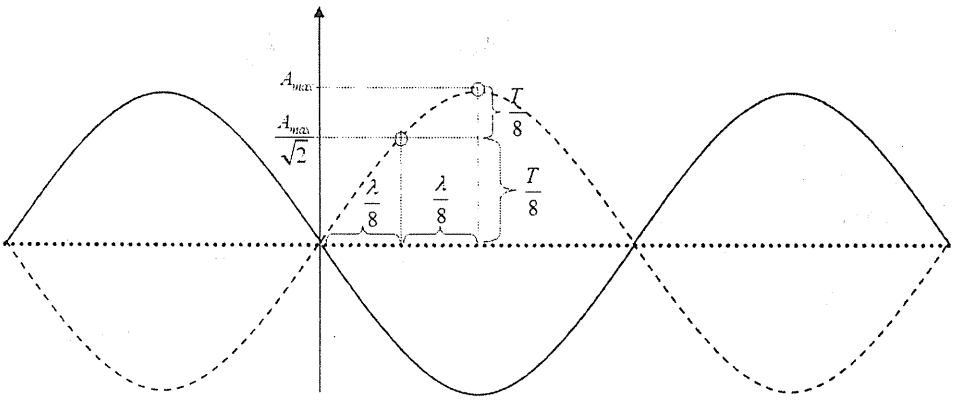
A. 2 m/s. B. 0,5 m/s. C. 1 m/s. D. 0,25 m/s.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} AB = \dfrac{\lambda}{4} = 10 \Rightarrow \lambda = 40(cm) = 0,4(m) \\ AC = BC = \dfrac{\lambda}{8} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{T}{8} \Rightarrow t_{\min} = 2\Delta t = \dfrac{T}{4} = 0,2 \Rightarrow T = 0,8(s) \end{cases}$$

$$\Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = 0,5(m/s)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.



Ví dụ 27: Sóng dừng trên một sợi dây dài, hai điểm A và B cách nhau 10 cm với A là nút và B là bụng đồng thời giữa A và B không còn nút và bụng nào khác. Gọi C là trung điểm của AB. Biết khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp C và B có cùng li độ là 0,1 (s). Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 2,5 (m/s). B. 4 (m/s). C. 2 (m/s). D. 1 (m/s).

Hướng dẫn

$AB = \frac{\lambda}{4} = 10(cm) \Rightarrow \lambda = 40(cm) = 0,4(m)$.

Khoảng thời gian hai lần liên tiếp để B và C có cùng li độ là T/2 hay $\frac{T}{2} = 0,1(s)$

$\Rightarrow T = 0,2(s) \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,4}{0,2} = 2(m/s)$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chủ đề 3. GIAO THOA SÓNG CƠ HỌC

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN ĐIỀU KIỆN GIAO THOA

Phương pháp giải

1) Điều kiện cực đại cực tiểu

Cực đại là nơi các sóng kết hợp tăng cường lẫn nhau (hai sóng kết hợp cùng pha): $\Delta\varphi = k.2\pi$.

Cực tiểu là nơi các sóng kết hợp triệt tiêu lẫn nhau (hai sóng kết hợp ngược pha): $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$.

* Hai nguồn kết hợp cùng pha (hai nguồn đồng bộ)

$$\begin{cases} u_1 = a_1\cos\omega t \Rightarrow u_{1M} = a_{1M}\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_2 = a_2\cos\omega t \Rightarrow u_{2M} = a_{2M}\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases}$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = \begin{cases} k2\pi : cực\ đại \Rightarrow d_1 - d_2 = k\lambda \\ (2m+1)\pi : cực\ tiểu \Rightarrow d_1 - d_2 = (m+0,5)\lambda \end{cases}$$

Trong trường hợp hai nguồn kết hợp cùng pha, tại M là cực đại khi hiệu đường đi bằng một số nguyên lần bước sóng và cực tiểu khi hiệu đường đi bằng một số bán nguyên lần bước sóng. Đường trung trực của AB là cực đại.

* Hai nguồn kết hợp ngược pha

$$\begin{cases} u_1 = a_1\cos\omega t \Rightarrow u_{1M} = a_{1M}\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_2 = a_2\cos(\omega t + \pi) \Rightarrow u_{2M} = a_{2M}\cos\left(\omega t + \pi - \dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases}$$

$$\Delta\varphi = \pi + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = \begin{cases} k2\pi : cực\ đại \Rightarrow d_1 - d_2 = (k-0,5)\lambda \\ (2m+1)\pi : cực\ tiểu \Rightarrow d_1 - d_2 = m\lambda \end{cases}$$

Trong trường hợp hai nguồn kết hợp cùng pha, tại M là cực đại khi hiệu đường đi bằng một số bán nguyên lần bước sóng và cực tiểu khi hiệu đường đi bằng một số nguyên lần bước sóng. Đường trung trực của AB là cực tiểu.

* Hai nguồn kết hợp bất kì

$$\begin{cases} u_1 = a_1\cos(\omega t + \alpha_1) \Rightarrow u_{1M} = a_{1M}\cos\left(\omega t + \alpha_1 - \dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_2 = a_2\cos(\omega t + \alpha_2) \Rightarrow u_{2M} = a_{2M}\cos\left(\omega t + \alpha_2 - \dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)$$

$$\Delta\varphi = \begin{cases} k2\pi : cực\ đại \Rightarrow d_1 - d_2 = k\lambda + \dfrac{(\alpha_1 - \alpha_2)}{2\pi} \\ (2m+1)\pi : cực\ tiểu \Rightarrow d_1 - d_2 = (m+0,5)\lambda + \dfrac{(\alpha_1 - \alpha_2)}{2\pi} \end{cases}$$

Đường trung trực của AB không phải là cực đại hoặc cực tiểu. Cực đại giữa ($\Delta\varphi = 0$) dịch về phía nguồn trễ pha hơn.

Ví dụ 1: Xem hai loa là nguồn phát sóng âm A, B phát âm cùng phương cùng tần số và cùng pha. Tốc độ truyền sóng âm trong không khí là 330 (m/s). Một người đứng ở vị trí M cách S_2 3 (m), cách S_1 3,375 (m). Tìm tần số âm bé nhất, để ở M người đó nghe được âm từ hai loa là to nhất

A. 420 (Hz) B. 440 (Hz) C. 460 (Hz) D. 880 (Hz)

Hướng dẫn

Để người đó nghe được âm to nhất thì tại M là cực đại. Vì hai nguồn kết hợp cùng pha nên điều kiện cực đại là $d_1 - d_2 = k\lambda = k\frac{v}{f} \Rightarrow 3,375 - 3 = k\frac{330}{f}$

$\Rightarrow f = 880k \Rightarrow f_{min} = 880(Hz) \Rightarrow$ *Chọn D.*

Ví dụ 2: Trên mặt nước có hai nguồn phát sóng ngang, hình sin, ngược pha A, B cùng phương và cùng tần số f (6,0 Hz đến 13 Hz). Tốc độ truyền sóng là 20 cm/s. Biết rằng các phần tử mặt nước ở cách A là 13 cm và cách B là 17 cm dao động với biên độ cực đại. Giá trị của tần số sóng là

A. 10 Hz. B. 12 Hz. C. 8,0 Hz. D. 7,5 Hz.

Hướng dẫn

Vì hai nguồn kết hợp ngược pha nên điều kiện cực đại là

$$d_2 - d_1 = (k+0,5)\lambda = (k+0,5)\frac{v}{f} \Rightarrow 17 - 13 = (k+0,5)\frac{20}{f}$$

$$\Rightarrow f = 5(k+0,5) \xrightarrow{6 \le f \le 12} 0,7 \le k \le 1,9 \Rightarrow k = 1 \Rightarrow f = 7,5(Hz) \Rightarrow \textit{Chọn D.}$$

Ví dụ 3: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng dao động với các phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos(\omega t + \pi/2)$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t + \pi)$. Bước sóng tạo ra là 4 cm. Một điểm M trên mặt chất lỏng cách các nguồn lần lượt là d_1 và d_2. Xác định điều kiện để M nằm trên cực tiểu? (với m là số nguyên)

A. $d_1 - d_2 = 4m + 2$ (cm). B. $d_1 - d_2 = 4m + 1$ (cm).

C. $d_1 - d_2 = 2m + 1$ (cm). D. $d_1 - d_2 = 2m - 1$ (cm).

Hướng dẫn

Đây là trường hợp hai nguồn kết hợp bất kì nên để tìm điều kiện cực đại cực tiểu ta căn cứ vào độ lệch pha của hai sóng kết hợp gửi đến M.

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + (\alpha_2 - \alpha_1) = \frac{2\pi}{4}(d_1 - d_2) + \left(\pi - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\pi}{2}(d_1 - d_2) + \frac{\pi}{2}$$

Tại M cực tiểu nên $\Delta\varphi = (2m + 1)\pi$ thay số vào $d_1 - d_2 = 4m + 1(cm) \Rightarrow$ *Chọn B.*

Chú ý: Nếu cho biết điểm M thuộc cực đại thì $\Delta\varphi = k.2\pi$, thuộc cực tiểu thì $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$. Từ đó ta tìm được $(d_1 - d_2)$, $(\alpha_2 - \alpha_1)$ theo k hoặc m.

Ví dụ 4: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp A và B trên mặt nước với các phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos\omega t$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t + \alpha)$. Điểm M dao động cực tiểu, có hiệu đường đi đến hai nguồn là MA - MB = một phần tư bước sóng. Chọn hệ thức đúng.

A. $\alpha = (2m + 1)\pi$ với m là số nguyên. B. $\alpha = (2m + 0,5)\pi$ với m là số nguyên.

C. $\alpha = (2m - 1)\pi$ với m là số nguyên. D. $\alpha = (2m + 0,25)\pi$ với m là số nguyên.

Hướng dẫn

$$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = \alpha + \frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{4} = \alpha + 0,5\pi$$

Điều kiện cực tiểu: $\Delta\varphi = (2m+1)\pi \Rightarrow \alpha = (2m+0,5)\pi \Rightarrow$ *Chọn B.*

Ví dụ 5: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp A và B trên mặt nước với các phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos\omega t$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t + \alpha)$, với bước sóng λ. Điểm M dao động cực đại, có hiệu đường đi đến hai nguồn là MA - MB = $\lambda/3$. Giá trị α **không** thể bằng

A. $10\pi/3$. B. $2\pi/3$. C. $-2\pi/3$. D. $4\pi/3$.

Hướng dẫn

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + (\alpha_2 - \alpha_1) = \frac{2\pi}{3} + \alpha$$

Điều kiện cực tiểu: $\Delta\varphi = k.2\pi \Rightarrow \alpha = \left(k - \frac{1}{3}\right)2\pi \Rightarrow$ *Chọn B.*

2) Cực đại cực tiểu gần đường trung trực nhất

Khi hai nguồn kết hợp cùng pha, đường trung trực là cực đại giữa ($\Delta\varphi = 0$). Khi hai nguồn kết hợp lệch pha thì cực đại giữa lệch về phía nguồn trễ pha hơn.

* Để tìm cực đại gần đường trung trực nhất cho

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + (\alpha_2 - \alpha_1) = \frac{2\pi}{\lambda}.2x + (\alpha_2 - \alpha_1) = 0 \Rightarrow x = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{4\pi}\lambda$$

$$\boxed{d_1 - d_2 = 2x}$$

* Để tìm cực tiểu gần đường trung trực nhất:

nếu $\alpha_2 - \alpha_1 > 0$ thì cho $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\underbrace{(d_1 - d_2)}_{2x} + (\alpha_2 - \alpha_1) = \pi \Rightarrow x = \frac{\alpha_1 - \alpha_2 + \pi}{4\pi}.\lambda$

nếu $\alpha_2 - \alpha_1 < 0$ thì cho $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\underbrace{(d_1 - d_2)}_{2x} + (\alpha_2 - \alpha_1) = -\pi \Rightarrow x = \frac{\alpha_1 - \alpha_2 - \pi}{4\pi}.\lambda$

Vì trên AB khoảng cách ngắn nhất giữa một cực đại và một cực tiểu là λ/4 (xem thêm dạng 2) nên $-\lambda/4 \le x \le \lambda/4$!

Ví dụ 1: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước có phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos\omega t$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t + \pi/6)$. Trên đường nối hai nguồn, trong số những điểm có biên độ dao động cực đại thì điểm M gần đường trung trực nhất cách đường trung trực một khoảng bằng

A. 1/24 bước sóng và M nằm về phía S_1.

B. 1/12 bước sóng và M nằm về phía S_2.

C. 1/24 bước sóng và M nằm về phía S_2.

D. 1/12 bước sóng và M nằm về phía S_1.

Hướng dẫn

$$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = \frac{\pi}{6} + \frac{2\pi}{\lambda}.2x$$

Để tìm cực đại gần đường trung trực nhất cho $\Delta\varphi = 0 \Rightarrow x = \frac{-\lambda}{24} < 0$: cực đại này lệch về phía $S_1 \Rightarrow$ *Chọn A.*

Ví dụ 2: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước có phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos\omega t$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t + \alpha)$. Trên đường nối hai nguồn, trong số những điểm có biên độ dao động cực đại thì điểm M gần đường trung trực nhất (nằm về phía S_1) cách đường trung trực một khoảng bằng 1/6 bước sóng. Giá trị α có thể là

A. $2\pi/3$. B. $-\pi/3$. C. $\pi/2$. D. $-\pi/2$.

Hướng dẫn

* Điểm M cách đường trung trực của S_1S_2 là λ/6 và M nằm về phía S_1 nên $x = -\frac{\lambda}{6}$:

* Độ lệch pha hai sóng kết hợp tại M:

$$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}.2x = \alpha + \frac{2\pi}{\lambda}\frac{-\lambda}{3} = \alpha - \frac{2\pi}{3}$$

* Để tìm cực đại gần đường trung trực nhất cho $\Delta\varphi = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow$ *Chọn A.*

Chú ý: Sau khi nhuần nhuyễn, chúng ta có thể rút ra quy trình giải nhanh:

Từ $\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}.2x = 0$

$$\Rightarrow \boxed{x=(\alpha_1-\alpha_2)\frac{\lambda}{4\pi}} \begin{cases} x>0 \Rightarrow d_1>d_2 : \text{Nằm về phía nguồn 2} \\ x<0 \Rightarrow d_1<d_2 : \text{Nằm về phía nguồn 1} \end{cases}$$

Từ đây ta hiểu rõ tại sao cực đại giữa dịch về phía nguồn trễ pha hơn!

Ví dụ 3: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_1 = 2\cos(20\pi t + \pi/2)$ và $u_2 = 3\cos 20\pi t$ (u_1 và u_2 tính bằng mm, t tính bằng s), tốc độ truyền sóng 80 cm/s. Điểm M trên AB gần trung điểm I của AB nhất dao động với biên độ cực đại cách I một khoảng bao nhiêu?

A. 0,5 cm. B. 0,2 cm. C. 1 cm. D. 2 cm.

Hướng dẫn

Bước sóng: $\lambda = vT = v\frac{2\pi}{\omega} = 80.\frac{2\pi}{20\pi} = 8(cm)$

$x=(\alpha_1-\alpha_2)\frac{\lambda}{4\pi}=\left(\frac{\pi}{2}-0\right)\frac{8}{4\pi}=1(cm)>0$: Điểm M nằm về phía B và cách đường trung trực là 1 cm $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 4: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước có phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos\omega t$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t + \alpha)$. Trên đường nối hai nguồn, trong số những điểm có biên độ dao động cực đại thì điểm M gần đường trung trực nhất (nằm về phía S_2) cách đường trung trực một khoảng bằng 1/8 bước sóng. Giá trị α có thể là

A. $2\pi/3$. B. $-2\pi/3$. C. $\pi/2$. D. $-\pi/2$.

Hướng dẫn

$$x=(\alpha_1-\alpha_2)\frac{\lambda}{4\pi}\Rightarrow\frac{\lambda}{8}=(0-\alpha)\frac{\lambda}{4\pi}\Rightarrow\alpha=-\frac{\pi}{2}\Rightarrow Chọn\ D.$$

Ví dụ 5: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước có phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos\omega t$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t + \alpha)$. Trên đường nối hai nguồn, trong số những điểm có biên độ dao động cực tiểu thì điểm M gần đường trung trực nhất (nằm về phía S_2) cách đường trung trực một khoảng bằng 1/6 bước sóng. Giá trị α là

A. $\pi/3$ hoặc $-5\pi/3$. B. $-\pi/3$ hoặc $5\pi/3$.

C. $\pi/2$ hoặc $3\pi/2$. D. $-\pi/2$ hoặc $-3\pi/2$.

Hướng dẫn

Theo bài ra, $d_1 - d_2 = 2x = \lambda/3$.

$\Delta\varphi=(\alpha_2-\alpha_1)+\frac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)=\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{3}+\alpha=\frac{2\pi}{3}+\alpha$. Để tìm cực tiểu nằm gần đường trung trực nhất ta cho $\Delta\varphi = \pm\pi \Rightarrow \alpha = \pi/3$ hoặc $\alpha = -5\pi/3$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 6: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước có phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos\omega t$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t - \pi/4)$. Trên đường nối hai nguồn, trong số những điểm có biên độ dao động cực tiểu thì điểm M gần đường trung trực nhất cách đường trung trực một khoảng bằng

A. 3/16 bước sóng và M nằm về phía S_1.

B. 3/16 bước sóng và M nằm về phía S_2.

C. 3/8 bước sóng và M nằm về phía S_2.

D. 3/8 bước sóng và M nằm về phía S_1.

Hướng dẫn

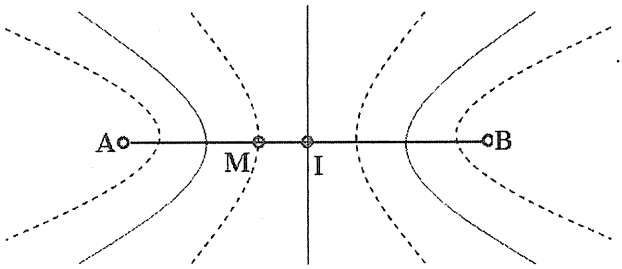
Cách 1: $\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = -\frac{\pi}{4} + \frac{2\pi}{\lambda}.2x$

Cực tiểu gần đường trung trực nhất ứng với $\Delta\varphi = -\pi$ hay $\Rightarrow x = -\frac{3\lambda}{16} < 0$: M nằm về phía $S_1 \Rightarrow$ *Chọn A.*

Bình luận: Nếu chọn $\Delta\varphi = \pi$ *thì* $x = \frac{5\lambda}{16} > \frac{3\lambda}{16}$. *Vậy để tìm cực tiểu nằm gần đường trung trực nhất khi nào lấy* $-\pi$ *và khi nào lấy* $+\pi$*?*

Nếu $-\pi < (\alpha_2 - \alpha_1) < 0$ ($(\alpha_2 - \alpha_1)$ có giá trị gần $-\pi$ hơn) thì chọn $\Delta\varphi = -\pi$ *(Đây là cực tiểu nằm gần đường trung trực nhất).*

Nếu $0 < (\alpha_2 - \alpha_1) < \pi$ ($(\alpha_2 - \alpha_1)$ có giá trị gần $+\pi$ hơn) thì chọn $\Delta\varphi = +\pi$ *(Đây là cực tiểu nằm gần đường trung trực nhất).*



Cách 2: Khi hai nguồn đồng bộ, đường trung trực là cực đại giữa và hai cực tiểu gần nhất cách đường trung trực $\lambda/4$. Khi hai nguồn lệch pha nhau thì cực đại giữa (cùng với toàn bộ hệ vân) dịch về phía nguồn trễ pha hơn (nguồn B) một đoạn $x = |\alpha_1 - \alpha_2|\frac{\lambda}{4\pi}$.

Trong bài toán này, nguồn 2 trễ pha hơn nguồn 1 là $\pi/4$ nên cực đại giữa (cùng với cả hệ vân) dịch về phía nguồn 2 một đoạn $x = \left|0 - \frac{-\pi}{4}\right|\frac{\lambda}{4\pi} = \frac{\lambda}{16}$. Do đó, M dịch về phía I một đoạn $\lambda/16$, mà lúc đầu nó cách I là $\lambda/4$ nên bây giờ cách I một đoạn $\lambda/4 - \lambda/16 = 3\lambda/16 \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Vị trí cực đại giữa: $\Delta\varphi=(\alpha_2-\alpha_1)+\frac{2\pi}{\lambda}.2x=0$. *Nếu toàn bộ hệ vân dịch chuyển về phía A một đoạn b thì x = -b, còn dịch về phía B một đoạn b thì x = +b.*

Ví dụ 7: Tại hai điểm A và B trên mặt nước (AB = 10 cm) có hai nguồn sóng kết hợp. Số cực đại trên AB là 10 và cực đại M nằm gần nguồn A nhất và cực đại N nằm gần nguồn B nhất. Biết MA = 0,75 cm và NB = 0,25 cm. Độ lệch pha của hai nguồn có thể là

A. π/2. B. π/3. C. 2π/3. D. π.

Hướng dẫn

Vì khoảng cách hai cực đại liên tiếp đo dọc theo AB là λ/2 nên:

AB = AM + (10 – 1)λ/2 + NB ⇒ λ = 2 cm.

Vị trí cực đại giữa: $\Delta\varphi=(\alpha_2-\alpha_1)+\frac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)=(\alpha_2-\alpha_1)+\frac{2\pi}{4}.2x=0$

$\Rightarrow(\alpha_2-\alpha_1)=-\pi x$

Nếu hai nguồn kết hợp cùng pha thì cực đại gần A nhất cách A là λ/2 = 1 cm và cực đại gần B nhất cách B là λ/2 = 1 cm. Nhưng lúc này cực đại gần A nhất cách A là 0,75 cm, cực đại gần B nhất cách B là 0,25 cm. Điều này có nghĩa là hệ vân đã dịch về phía A một đoạn 0,25 cm (x = –0,25 cm) hoặc dịch về phía B một đoạn 0,75 cm (x = +0,75 cm). Do đó, $(\alpha_2-\alpha_1)=+\pi/2$ hoặc $(\alpha_2-\alpha_1)=-3\pi/2$.

⇒ **Chọn A**

3) Kiểm tra tại M là cực đại hay cực tiểu

Giả sử pha ban đầu của nguồn 1 và nguồn 2 lần lượt là α_1 và α_2. Ta căn cứ vào độ lệch pha hai sóng thành phần $\Delta\varphi=(\alpha_2-\alpha_1)+\frac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)$. Thay hiệu đường đi vào công thức trên $\begin{cases}\Delta\varphi\equiv k2\pi\Rightarrow \textit{cực đại}\\ \Delta\varphi\equiv(2m-1)\pi\Rightarrow \textit{cực tiểu}\end{cases}$

Ví dụ 1: Trên mặt nước có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2, dao động theo các phương trình lần lượt là: $u_1 = a_1\cos(50\pi t + \pi/2)$ và $u_2 = a_2\cos(50\pi t)$. Tốc độ truyền sóng của các nguồn trên mặt nước là 1 (m/s). Hai điểm P, Q thuộc hệ vân giao thoa có hiệu khoảng cách đến hai nguồn là $PS_1 - PS_2 = 5$ cm, $QS_1 - QS_2 = 7$ cm. Hỏi các điểm P, Q nằm trên đường dao động cực đại hay cực tiểu?

A. P, Q thuộc cực đại. B. P, Q thuộc cực tiểu.

C. P cực đại, Q cực tiểu. D. P cực tiểu, Q cực đại

Hướng dẫn

$$\lambda=v\frac{2\pi}{\omega}=4(cm)\Rightarrow\Delta\varphi=(\alpha_2-\alpha_1)+\frac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)=-\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{2}(d_1-d_2)$$

$$\begin{cases}\Delta\varphi_P = \dfrac{\pi}{2}.5 - \dfrac{\pi}{2} = 2\pi \equiv k2\pi \Rightarrow \text{Cực đại} \\ \Delta\varphi_Q = \dfrac{\pi}{2}.7 - \dfrac{\pi}{2} = 3\pi \equiv (2m-1)\pi \Rightarrow \text{Cực tiểu}\end{cases} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 2: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp dao động theo phương vuông góc mặt nước tại hai điểm A và B (AB = 1,5 m) với các phương trình lần lượt là: $u_1 = 4\cos(2\pi t)$ cm và $u_2 = 5\cos(2\pi t + \pi/3)$ cm. Hai sóng lan truyền cùng bước sóng 120 cm. Điểm M là cực đại giao thoa. Chọn phương án đúng.

A. MA = 150 cm và MB = 180 cm. B. MA = 230 cm và MB = 210 cm.

C. MA = 170 cm và MB = 190 cm. D. MA = 60 cm và MB = 80 cm.

Hướng dẫn

Theo tính chất của tam giác AB < MA + MB nên loại phương án D.

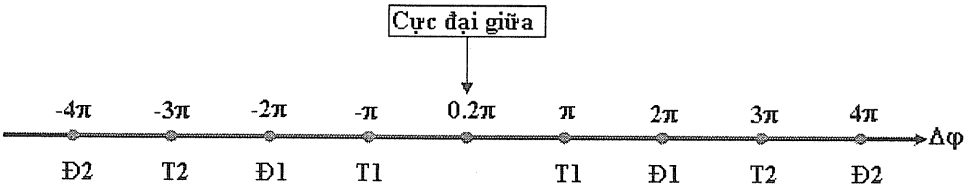
$$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = \frac{\pi}{3} + \frac{2\pi}{120}(d_1 - d_2)\begin{cases}\Delta\varphi \equiv k2\pi \Rightarrow \text{Cực đại} \\ \Delta\varphi \equiv (2k-1)\pi \Rightarrow \text{Cực tiểu}\end{cases}$$

Thử các phương án thì chỉ thấy phương án D thỏa mãn:

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{3} + \frac{2\pi}{120}(170 - 190) = 0$$

Điểm M nằm trên cực đại giữa ⇒ Chọn C.

Chú ý: Để xác định vị trí các cực đại cực tiểu ta đối chiếu vị trí của nó so với cực đại giữa.



Thứ tự các cực đại: *$\Delta\varphi = 0.2\pi, \pm1.2\pi, \pm2.2\pi, \pm3.2\pi, \ldots$ lần lượt là cực đại giữa, cực đại bậc 1, cực đại bậc 2, cực đại bậc 3,...*

Thứ tự các cực tiểu: *$\Delta\varphi = \pm\pi, \pm3\pi, \pm5\pi, \ldots$ lần lượt là cực tiểu thứ 1, cực tiểu thứ 2, cực tiểu thứ 3,...*

Ví dụ 3: Trên mặt nước hai nguồn sóng A và B dao động điều hoà theo phương vuông góc với mặt nước với phương trình: $u_1 = u_2 = a\cos(10\pi t)$. Biết tốc độ truyền sóng 20 (cm/s); biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Một điểm N trên mặt nước có hiệu khoảng cách đến hai nguồn A và B thoả mãn AN - BN = 10 cm. Điểm N nằm trên đường đứng yên

A. thứ 3 kể từ trung trực của AB và về phía A.

B. thứ 2 kể từ trung trực của AB và về phía A.

C. thứ 3 kể từ trung trực của AB và về phía B.

D. thứ 2 kể từ trung trực của AB và về phía B.

Hướng dẫn

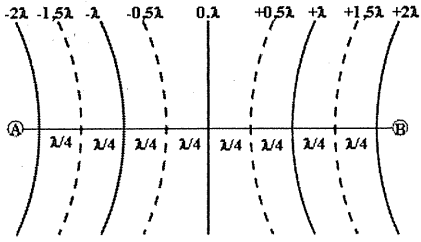
Vì AN – BN = 10 cm > 0 nên điểm N nằm về phía B.

Bước sóng $\lambda = v\frac{2\pi}{\omega} = 4(cm)$.

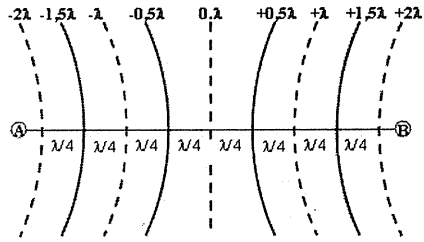
$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = 0 + \frac{\pi}{2}.10 = 5\pi = \left(\underbrace{2.3}_{m} - 1\right)\pi$: cực tiểu thứ 3 kể từ cực đại giữa (đường trung trực≡trùng với cực đại giữa) ⇒ Chọn C.

4) Biết thứ tự cực đại, cực tiểu tại điểm M tìm bước sóng, tốc độ truyền sóng

* Hai nguồn kết hợp cùng pha $\begin{cases} Cực\ đại \Rightarrow d_1 - d_2 = k\lambda \\ Cực\ tiểu \Rightarrow d_1 - d_2 = (m + 0,5)\lambda \end{cases}$



Hai nguồn cùng pha



Hai nguồn ngược pha

* Hai nguồn kết hợp ngược pha $\begin{cases} Cực\ đại \Rightarrow d_1 - d_2 = (k + 0,5)\lambda \\ Cực\ tiểu \Rightarrow d_1 - d_2 = m\lambda \end{cases}$

* Hai nguồn kết hợp bất kì:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + (\alpha_2 - \alpha_1)\begin{cases} cực\ đại = 0.2\pi, \pm 1.2\pi, \pm 2.2\pi, ... \\ cực\ tiểu = \pm\pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi .... \end{cases}$$

Cực đại giữa nằm về phía nguồn trễ pha hơn. VD: Nguồn A trễ pha hơn thì cực đại giữa nằm về phía A nên các cực đại cực tiểu trên OA và OB lần lượt là:

$$\begin{cases} trên\ OA: \Delta\varphi = 0.2\pi, -1.2\pi, -2.2\pi, .. \\ trên\ OB: \Delta\varphi = 2\pi, +2.2\pi, +3.2\pi, .. \end{cases}$$

Ví dụ 1: Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B dao động cùng pha, cùng tần số f = 32 Hz. Tại một điểm M trên mặt nước cách các nguồn A, B những khoảng d_1 = 28 cm, d_2 = 23,5 cm, sóng có biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực AB có 1 dãy cực đại khác. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là

A. 34 cm/s. B. 24 cm/s. C. 72 cm/s. D. 48 cm/s.

Hướng dẫn

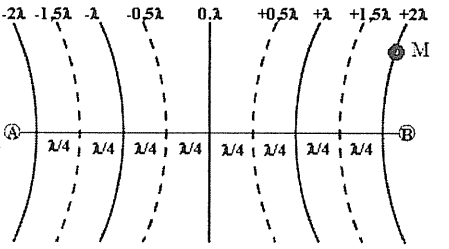
Vì $d_1 > d_2$ nên M nằm về phía B.

Hai nguồn kết hợp cùng pha, đường trung trực là cực đại giữa ứng với hiệu đường đi $d_1 - d_2 = 0$, cực đại thứ nhất $d_1 - d_2 = \lambda$, cực đại thứ hai $d_1 - d_2 = 2\lambda$ chính là cực đại qua M nên:

$28 - 23,5 = 2\lambda$

$\Rightarrow \lambda = 2,25(cm) \Rightarrow v = \lambda f = 72(cm/s)$

$\Rightarrow$ Chọn C.



Hai nguồn cùng pha

Ví dụ 2: Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp ngược pha A, B dao động với tần số 20 Hz. Tại một điểm M cách các nguồn A, B những khoảng 20 cm và 24,5 cm, sóng có biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực của AB còn có một dãy cực đại khác. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là

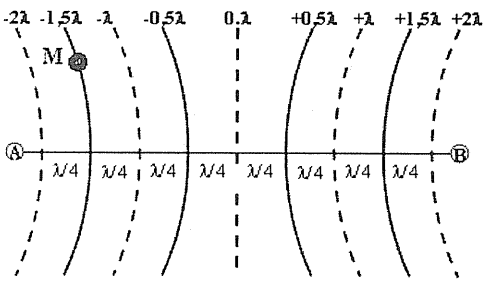
A. 30 cm/s. B. 40 cm/s. C. 45 cm/s. D. 60 cm/s.

Hướng dẫn

Vì $d_1 < d_2$ nên M nằm về phía A. Hai nguồn kết hợp ngược pha, đường trung trực là cực tiểu ứng với hiệu đường đi $d_1 - d_2 = 0$, cực đại thứ nhất $d_1 - d_2 = -0,5\lambda$, cực đại thứ hai $d_1 - d_2 = -1,5\lambda$ chính là cực đại qua M nên:

$20 - 24,5 = 1,5\lambda \Rightarrow \lambda = 3(cm)$

$\Rightarrow v = \lambda f = 60(cm/s) \Rightarrow$ Chọn C.



Hai nguồn ngược pha

Chú ý: Ta rút ra quy trình giải nhanh như sau:

* *Hai nguồn kết hợp cùng pha thì thứ tự các cực đại cực tiểu xác định như sau:*

$d_1 - d_2 =$ $\underbrace{0\lambda}_{\text{đường trung trực}}$; $\underbrace{\pm 0,5\lambda}_{\text{cực tiểu 1}}$; $\underbrace{\pm\lambda}_{\text{cực đại1}}$; $\underbrace{\pm 1,5\lambda}_{\text{cực tiểu 2}}$; $\underbrace{\pm 2\lambda}_{\text{cực đại2}}$; $\underbrace{\pm 2,5\lambda}_{\text{cực tiểu 3}}$;...

* *Hai nguồn kết hợp ngược pha thì thứ tự các cực đại cực tiểu xác định như sau:*

$d_1 - d_2 =$ $\underbrace{0\lambda}_{\text{đường trung trực}}$; $\underbrace{\pm 0,5\lambda}_{\text{cực đại 1}}$; $\underbrace{\pm\lambda}_{\text{cực tiểu 1}}$; $\underbrace{\pm 1,5\lambda}_{\text{cực đại 2}}$; $\underbrace{\pm 2\lambda}_{\text{cực tiểu 2}}$; $\underbrace{\pm 2,5\lambda}_{\text{cực đại 3}}$;...

Ví dụ 3: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B: $u_A = 5\cos\omega t$ mm và $u_B = 4\cos(\omega t + \pi/3)$ mm. Dao động của phần tử vật chất tại M cách A và B lần lượt 25 cm và 20 cm có biên độ cực đại. Biết giữa M và đường trung trực còn có hai dãy cực đại khác. Tìm bước sóng.

A. 3,00 cm. B. 0,88 cm. C. 2,73 cm. D. 1,76 cm.

Hướng dẫn

$$\Delta\varphi=(\alpha_2-\alpha_1)+\frac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)\begin{cases}\text{cực đại}=0.2\pi,\pm1.2\pi,\pm2.2\pi,...\\ \text{cực tiểu}=\pm\pi,\pm3\pi,\pm5\pi....\end{cases}$$

Vì nguồn A trễ pha hơn nên cực đại giữa lệch về phía A. Vì vậy các cực đại trên OB (O là trung điểm của AB, không có 0.2π): $\Delta\varphi=\underbrace{2\pi}_{\text{Cực đại 1}},\underbrace{+2.2\pi}_{\text{Cực đại 2}},\underbrace{+3.2\pi}_{\text{Cực đại 3}}...$

Đường trung trực không phải là cực đại nên cực đại qua M ứng với Δφ = 3.2π

$$\Rightarrow\left(\frac{\pi}{3}-0\right)+\frac{2\pi}{\lambda}(25-20)=3.2\pi\Rightarrow\lambda\approx1,76(cm)\Rightarrow\text{Chọn D.}$$

5) Khoảng cách giữa cực đại, cực tiểu trên đường nối hai nguồn

Trên AB cực đại ứng với bụng sóng, cực tiểu ứng với nút sóng dừng

$$\Rightarrow\begin{cases}\text{khoảng cách hai cực đại (cực tiểu) liên tiếp là }\frac{\lambda}{2}\Rightarrow\text{bất kì }k\frac{\lambda}{2}\\ \text{khoảng cách cực đại đến cực tiểu gần nhất là }\frac{\lambda}{4}\Rightarrow\text{bất kì }(2k-1)\frac{\lambda}{4}\end{cases}$$

Ví dụ 1: Trong một thí nghiệm tạo vân giao thoa trên sóng nước, người ta dùng hai nguồn dao động đồng pha có tần số 50 Hz và đo được khoảng cách giữa hai vân cực tiểu liên tiếp nằm trên đường nối liền hai tâm dao động là 2 mm. Tìm bước sóng và tốc độ truyền sóng.

A. 4 mm; 200 mm/s. B. 2 mm; 100 mm/s.

C. 3 mm; 600 mm/s. D. 2,5 mm; 125 mm/s.

Hướng dẫn

Khoảng cách hai cực tiểu liên tiếp là nửa bước sóng

$$\frac{\lambda}{2}=2(mm)\Rightarrow\lambda=4(mm)\Rightarrow v=\lambda f=200(mm/s)\Rightarrow\text{Chọn A.}$$

Chú ý: Khi hiệu đường đi thay đổi nửa bước sóng (tương ứng độ lệch pha thay đổi một góc π) thì một điểm từ cực đại chuyển sang cực tiểu và ngược lại.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước ta quan sát được một hệ vân giao thoa. Khi dịch chuyển một trong hai nguồn một đoạn ngắn nhất 5 cm thì vị trí điểm O trên đoạn thẳng nối 2 nguồn đang có biên độ cực đại chuyển thành biên độ cực tiểu. Bước sóng là

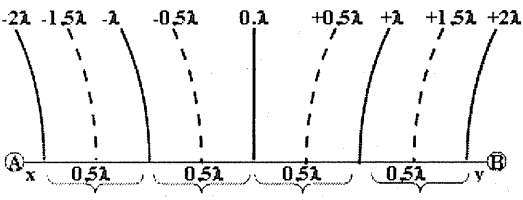
A. 9 cm. B. 12 cm. C. 10 cm. D. 3 cm.

Hướng dẫn

Khi dịch chuyển một trong hai nguồn một đoạn ngắn nhất 5 cm thì hiệu đường đi tại O thay đổi cũng 5 cm và O chuyển từ cực đại sang cực tiểu nên $5=\frac{\lambda}{2}$ hay

$$\Rightarrow\lambda=10(cm)\Rightarrow\text{Chọn C.}$$

Chú ý: Nếu trong khoảng giữa A và B có n dãy cực đại thì nó sẽ cắt AB thành n + 1, trong đó có n - 1 đoạn ở giữa bằng nhau và đều bằng λ/2. Gọi x, y là chiều dài hai đoạn gần 2 nguồn. Ta có:



$$AB = x + (n-1)\frac{\lambda}{2} + y \Rightarrow \lambda = ?$$

Ví dụ 3: Trong một môi trường vật chất đàn hồi có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 3,6 cm, cùng tần số 50 Hz. Khi đó tại vùng giữa hai nguồn người ta quan sát thấy xuất hiện 5 dãy dao động cực đại và cắt đoạn AB thành 6 đoạn mà hai đoạn gần các nguồn chỉ dài bằng một phần tư các đoạn còn lại. Tốc độ truyền sóng trong môi trường đó là

A. 0,36 m/s. B. 2 m/s. C. 2,5 m/s. D. 0,8 m/s.

Hướng dẫn

$$S_1S_2 = 3,6(cm) = \frac{1}{4}\frac{\lambda}{2} + (5-1).\frac{\lambda}{2} + \frac{1}{4}\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 1,6(cm) = 0,016(m)$$

$$\Rightarrow v = \lambda f = 0,8(m/s) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

6) Số cực đại, cực tiểu giữa hai điểm

Phương pháp chung:

Từ điều kiện cực đại, cực tiểu tìm ra $d_1 - d_2$ theo k hoặc m.

Từ điều kiện giới hạn của $d_1 - d_2$ tìm ra số giá trị nguyên của k hoặc m. Đó chính là số cực đại, cực tiểu.

a) Điều kiện cực đại cực tiểu đối với trường hợp hai nguồn kết hợp cùng pha, hai nguồn kết hợp ngược pha và hai nguồn kết hợp bất kì lần lượt là:

$$\begin{cases} cực\ đại: d_1 - d_2 = k\lambda \\ cực\ tiểu: d_1 - d_2 = (m+0,5)\lambda \end{cases} \quad \begin{cases} cực\ đại: d_1 - d_2 = (k-0,5)\lambda \\ cực\ tiểu: d_1 - d_2 = m\lambda \end{cases} \quad \text{và}$$

$$\begin{cases} Cực\ đại: \Delta\varphi = \dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + (\alpha_2 - \alpha_1) = k.2\pi \\ \Rightarrow d_1 - d_2 = k\lambda + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{2\pi}\lambda \\ Cực\ tiểu: \Delta\varphi = \dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + (\alpha_2 - \alpha_1) = (2m-1)\pi \\ \Rightarrow d_1 - d_2 = (m-0,5)\lambda + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{2\pi}\lambda \end{cases}$$

Kinh nghiệm: Với trường hợp hai nguồn kết hợp cùng pha hoặc ngược pha, để đánh giá cực đại, cực tiểu ta căn cứ vào hiệu đường đi bằng một số nguyên lần λ hay một số bán nguyên lần λ; còn đối với hai nguồn kết hợp bất kì thì căn cứ vào độ lệch pha bằng một số nguyên lần 2π hay một số bán nguyên của 2π (số lẻ π).

b) Điều kiện giới hạn

Thuộc AB: $-AB < d_1 - d_2 < AB$

Thuộc MN (M và N nằm cùng phía với AB): $MA - MB \le d_1 - d_2 \le NA - NB$

(Nếu M hoặc N trùng với các nguồn thì "tránh" các nguồn không lấy dấu "=").

♣ *Số cực đại, cực tiểu trên khoảng (hoặc đoạn) AB*

Hai nguồn kết hợp cùng pha:

$$\begin{cases} \text{Số cực đại}: -AB < k\lambda < AB \Rightarrow -\dfrac{AB}{\lambda} < k < \dfrac{AB}{\lambda} \\ \text{Số cực tiểu}: -AB < (m-0,5)\lambda < AB \Rightarrow -\dfrac{AB}{\lambda} < m-0,5 < \dfrac{AB}{\lambda} \end{cases}$$

Hai nguồn kết hợp ngược pha:

$$\begin{cases} \text{Số cực đại}: -AB < (k-0,5)\lambda < AB \Rightarrow -\dfrac{AB}{\lambda} < k-0,5 < \dfrac{AB}{\lambda} \\ \text{Số cực tiểu}: -AB < m\lambda < AB \Rightarrow -\dfrac{AB}{\lambda} < m < \dfrac{AB}{\lambda} \end{cases}$$

Hai nguồn kết hợp bất kì:

$$\begin{cases} \text{Số cực đại}: -AB < k\lambda + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{2\pi}\lambda < AB \Rightarrow -\dfrac{AB}{\lambda} < k + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{2\pi} < \dfrac{AB}{\lambda} \\ \text{Số cực tiểu}: -AB < (m-0,5)\lambda + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{2\pi}\lambda < AB \Rightarrow -\dfrac{AB}{\lambda} < (m-0,5) + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{2\pi} < \dfrac{AB}{\lambda} \end{cases}$$

♣ *Số cực đại, cực tiểu trên đoạn MN*

Hai nguồn kết hợp cùng pha:

$$\begin{cases} \text{Số cực đại}: MA - MB < k\lambda < NA - NB \Rightarrow \dfrac{MA - MB}{\lambda} < k < \dfrac{NA - NB}{\lambda} \\ \text{Số cực tiểu}: MA - MB < (m-0,5)\lambda < NA - NB \Rightarrow \dfrac{MA - MB}{\lambda} < m-0,5 < \dfrac{NA - NB}{\lambda} \end{cases}$$

Hai nguồn kết hợp ngược pha:

$$\begin{cases} \text{Số cực đại}: MA - MB < (k-0,5)\lambda < NA - NB \Rightarrow -\dfrac{AB}{\lambda} < k-0,5 < \dfrac{NA - NB}{\lambda} \\ \text{Số cực tiểu}: MA - MB < m\lambda < NA - NB \Rightarrow -\dfrac{AB}{\lambda} < m < \dfrac{NA - NB}{\lambda} \end{cases}$$

Hai nguồn kết hợp bất kì:

$$\begin{cases} \text{Số cực đại}: -\dfrac{MA - MB}{\lambda} < k + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{2\pi} < \dfrac{NA - NB}{\lambda} \\ \text{Số cực tiểu}: -\dfrac{MA - MB}{\lambda} < (m-0,5) + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{2\pi} < \dfrac{NA - NB}{\lambda} \end{cases}$$

Ví dụ 1: Hai nguồn phát sóng trên mặt nước có cùng bước sóng λ, cùng pha, cùng biên độ, đặt cách nhau 2,5λ. Số vân giao thoa cực đại và cực tiểu trên AB lần lượt là

A. 6 và 5. B. 4 và 5. C. 5 và 4. D. 5 và 6.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \text{Số cực đại}: -\dfrac{AB}{\lambda} < k < \dfrac{AB}{\lambda} \Rightarrow -2,5 < k < 2,5 \Rightarrow k = \underbrace{-2,...,2}_{\text{có 5 cực đại}} \\ \text{Số cực tiểu}: -\dfrac{AB}{\lambda} < m - 0,5 < \dfrac{AB}{\lambda} \Rightarrow -2 < m < 3 \Rightarrow m = \underbrace{-1,...,2}_{\text{có 4 cực tiểu}} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý:

1) Một số học sinh áp dụng công thức giải nhanh cho trường hợp hai nguồn kết hợp cùng pha: $\begin{cases} N_{cd} = 2\left[\dfrac{AB}{\lambda}\right] + 1 \\ N_{ct} = 2\left[\dfrac{AB}{\lambda} + \dfrac{1}{2}\right] \end{cases}$ *thì được kết quả* $N_{cd} = 5$ *và* $N_{ct} = 6$. *Công thức này sai ở đâu? Vì cực đại, cực tiểu không thể có tại A và B nên khi tính ta phải "tránh nguồn". Do đó, công thức tính* N_{cd} *chỉ đúng khi* AB/λ *là số không nguyên (nếu nguyên thì số cực đại phải trừ bớt đi 2) và công thức công thức tính* N_{ct} *chỉ đúng khi* $(AB/\lambda + 1/2)$ *là số không nguyên (nếu nguyên thì số cực tiểu phải trừ bớt đi 2).*

2) Để có công thức giải nhanh ta phải cải tiến như sau:

Phân tích $AB/\lambda = n + \Delta n$ *(với* $0 < \Delta n \le 1$*)*
$$\begin{cases} N_{cd} = 2n + 1 \\ N_{ct} = \begin{cases} 2n & \text{nếu } 0 < \Delta n \le 0,5 \\ 2n + 2 & \text{nếu } 0,5 < \Delta n \le 1 \end{cases} \end{cases}$$

Ví dụ 2: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 46 cm dao động cùng biên độ cùng pha theo phương vuông góc với mặt nước. Nếu chỉ xét riêng một nguồn thì sóng do nguồn ấy phát ra lan truyền trên mặt nước với khoảng cách giữa 3 đỉnh sóng liên tiếp là 6 cm. Số điểm trên đoạn AB không dao động là

A. 40. B. 27. C. 30. D. 36.

Hướng dẫn

Khi chỉ có một nguồn, giữa 3 đỉnh sóng liên tiếp có 2 bước sóng nên $2\lambda = 6$ cm hay $\lambda = 3$ cm.

$$\frac{AB}{\lambda} = \frac{46}{3} = 15 + 0,33 \Rightarrow N_{ct} = 2n = 2.15 = 30$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp A và B ngược pha nhau cách nhau 10 cm. Điểm trên mặt nước thuộc đoạn AB cách trung điểm của AB đoạn gần nhất 1 cm luôn không dao động. Tính số điểm dao động cực đại và cực tiểu trên đoạn AB.

A. 10 và 11. B. 10 và 10. C. 10 và 9. D. 11 và 10.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp ngược pha, trung điểm của AB là một cực tiểu, khoảng cách từ cực tiểu này đến cực tiểu gần nhất là $\lambda/2$, hay $\lambda/2 = 1$ cm $\Rightarrow \lambda = 2$ cm.

$$\begin{cases} \text{Số cực đại}: -\dfrac{AB}{\lambda} < k - 0,5 < \dfrac{AB}{\lambda} \Rightarrow -5 < k < 5,5 \Rightarrow k = \underbrace{-4,..,5}_{\text{có 10 cực đại}} \\ \text{Số cực tiểu}: -\dfrac{AB}{\lambda} < m < \dfrac{AB}{\lambda} \Rightarrow -5 < m < 5 \Rightarrow m = \underbrace{-4,..,4}_{\text{có 9 cực tiểu}} \end{cases} \Rightarrow \textbf{Chọn C.}$$

Chú ý:

1) Một số học sinh áp dụng công thức giải nhanh cho trường hợp hai nguồn kết hợp ngược pha: $\begin{cases} N_{ct} = 2\left[\dfrac{AB}{\lambda}\right] + 1 \\ N_{cd} = 2\left[\dfrac{AB}{\lambda} + \dfrac{1}{2}\right] \end{cases}$ *thì được kết quả* $N_{ct} = 11$ *và* $N_{cd} = 10$.

Công thức này sai ở đâu? Vì cực đại, cực tiểu không thể có tại A và B nên khi tính ta phải "tránh nguồn". Do đó, công thức tính N_{ct} *chỉ đúng khi* AB/λ *là số không nguyên (nếu nguyên thì số cực tiểu phải trừ bớt đi 2) và công thức công thức tính* N_{cd} *chỉ đúng khi* $(AB/\lambda + 1/2)$ *là số không nguyên (nếu nguyên thì số cực đại phải trừ bớt đi 2).*

2) Để có công thức giải nhanh ta phải cải tiến như sau:

Phân tích $AB/\lambda = n + \Delta n$ *(với* $0 < \Delta n \le 1$*)* $\begin{cases} N_{ct} = 2n + 1 \\ N_{cd} = \begin{cases} 2n & \text{nếu } 0 < \Delta n \le 0,5 \\ 2n + 2 & \text{nếu } 0,5 < \Delta n \le 1 \end{cases} \end{cases}$

Ví dụ 4: (ĐH-2009) Ở bề mặt một chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 20 cm. Hai nguồn này dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là $u_1 = 5\cos 40\pi t$ (mm) và $u_2 = 5\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng S_1S_2 là

A. 11. B. 9. C. 10. D. 8.

Hướng dẫn

Cách 1: Bước sóng: $\lambda = vT = v\dfrac{2\pi}{\omega} = 80.\dfrac{2\pi}{40\pi} = 4(cm)$.

$\frac{S_1S_2}{\lambda}=\frac{20}{4}=4+1\Rightarrow\begin{cases}N_{ct}=2n+1=2.4+1=9\\N_{cd}=2n+2=2.4+2=10\end{cases}\Rightarrow$ Chọn C.

Cách 2: Số cực đại : $-\frac{AB}{\lambda}<k-0,5<\frac{AB}{\lambda}\Rightarrow -4,5<k<5,5\Rightarrow k=\underbrace{-4,..,5}_{\text{có 10 cực đại}}$

Cách 3: Hai nguồn kết hợp ngược pha điều kiện $\begin{cases}\text{cực tiểu}: d_1-d_2=\text{m}\lambda\\\text{cực đại}: d_1-d_2=(k-0,5)\lambda\end{cases}$

Điểm M là cực đại thuộc S_1S_2 thì $\begin{cases}d_1-d_2=(k-0,5)\lambda=4k-2\\-S_1S_2<d_1-d_2<S_1S_2\end{cases}$

$\Rightarrow -20<4k+2<20\Rightarrow -5,5<k<4,5\Rightarrow k=\underbrace{-5,...,4}_{\text{có 10 cực đại}}$

CÔNG THỨC TÌM NHANH SỐ CỰC ĐẠI CỰC TIỂU

Nguồn KH cùng pha : $\frac{AB}{\lambda}=n+\Delta n\begin{cases}\text{Số cực đại}: n_{cđ}=2n+1\\\text{Số cực tiểu}: \begin{cases}n_{cđ}-1 & \text{nếu } 0<\Delta n\le 0,5\\n_{cđ}+1 & \text{nếu } 0,5<\Delta n\le 1\end{cases}\end{cases}$

Nguồn KH ngược pha : $\frac{AB}{\lambda}=n+\Delta n\begin{cases}\text{Số cực tiểu}: n_{ct}=2n+1\\\text{Số cực đại}: \begin{cases}n_{ct}-1 & \text{nếu } 0<\Delta n\le 0,5\\n_{ct}+1 & \text{nếu } 0,5<\Delta n\le 1\end{cases}\end{cases}$

Ví dụ 5: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 5 cm tạo ra các sóng kết hợp có bước sóng λ. Tính số cực đại cực tiểu trên đoạn AB trong các trường hợp sau:

1) Hai nguồn kết hợp cùng pha và λ = 2,3 cm.

2) Hai nguồn kết hợp cùng pha và λ = 2,5 cm.

3) Hai nguồn kết hợp ngược pha và λ = 1,6 cm.

4) Hai nguồn kết hợp ngược pha và λ = 1 cm.

Hướng dẫn

1) $\frac{AB}{\lambda}=\frac{5}{2,3}=2,2=2+0,2\Rightarrow\begin{cases}N_{cđ}=2.2+1=5\\N_{ct}=N_{cđ}-1=4\end{cases}$

2) $\frac{AB}{\lambda}=\frac{5}{2,5}=1+1\Rightarrow\begin{cases}N_{cđ}=2.1+1=3\\N_{ct}=N_{cđ}+1=4\end{cases}$

3) $\frac{AB}{\lambda}=\frac{5}{1,6}=3,1=3+0,1\Rightarrow\begin{cases}N_{ct}=2.3+1=7\\N_{cđ}=N_{ct}-1=6\end{cases}$

4) $\frac{AB}{\lambda}=\frac{5}{1}=4+1\Rightarrow\begin{cases}N_{ct}=2.4+1=9\\N_{cd}=N_{ct}+1=10\end{cases}$

Ví dụ 6: Hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 20 cm dao động theo các phương trình $u_1 = 3\cos 4\pi t$ cm; $u_2 = 4\cos 4\pi t$ cm. Điểm thuộc đoạn AB cách trung điểm của AB đoạn gần nhất 1,5 cm luôn không dao động. Khoảng cách giữa hai điểm xa nhất có biên độ 7 cm trên đoạn thẳng nối hai nguồn bằng

A. 12,5 cm. B. 18 cm. C. 18,5 cm. D. 19 cm.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp cùng pha, trung điểm của AB là một cực đại, khoảng cách từ cực đại này đến cực tiểu gần nhất là $\lambda/4$, hay $\lambda/4 = 1,5$ cm $\Rightarrow \lambda = 6$ cm.

Các điểm trên AB có biên 7 cm chính là các cực đại.

Số cực đại : $-\frac{AB}{\lambda}<k<\frac{AB}{\lambda}\Rightarrow -3,3<k<3,3\Rightarrow k=-3,...,3$

Từ cực đại ứng với k = -3 đến cực đại ứng với k = +3 có 6 khoảng $\lambda/2$ nên khoảng cách giữa hai cực đại đó là $6\lambda/2 = 18$ cm $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 7: Thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt chất lỏng, hai nguồn phát sóng dao động theo phương thẳng đứng với phương trình lần lượt: $u_1 = a\cos(\omega t - \pi/6)$ (mm); $u_2 = b\cos(\omega t + \pi/2)$ (mm). Khoảng cách giữa hai nguồn điểm AB bằng 3,5 lần bước sóng. Số điểm trên đoạn AB dao động với biên độ cực đại và với biên độ cực tiểu lần lượt là

A. 7 và 7. B. 7 và 8. C. 8 và 7. D. 7 và 6.

Hướng dẫn

Cách 1: $\begin{cases}\text{Số cực đại}: -\frac{AB}{\lambda}<k+\frac{\alpha_1-\alpha_2}{2\pi}<\frac{AB}{\lambda}\\\text{Số cực tiểu}: -\frac{AB}{\lambda}<(m-0,5)+\frac{\alpha_1-\alpha_2}{2\pi}<\frac{AB}{\lambda}\end{cases}$ mà $\begin{cases}\frac{\alpha_1-\alpha_2}{2\pi}=\frac{-\frac{\pi}{6}-\frac{\pi}{2}}{2\pi}=-\frac{1}{3}\\\frac{AB}{\lambda}=3,5\end{cases}$

$\Rightarrow\begin{cases}-3,5+\frac{1}{3}<k<3,5+\frac{1}{3}\Rightarrow k=\underbrace{-3,...,3}_{\text{có 7 cực đại}}\\-3,5+\frac{1}{3}<m-0,5<3,5+\frac{1}{3}\Rightarrow m=\underbrace{-2,...,4}_{\text{có 7 cực tiểu}}\end{cases}$ $\Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2: Tính độ lệch pha $\Delta\varphi=\frac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)+(\alpha_2-\alpha_1)$ tại hai đầu giới hạn A và B: $\begin{cases}\Delta\varphi_A=\frac{2\pi}{\lambda}(d_{1A}-d_{2A})+(\alpha_2-\alpha_1)\\\Delta\varphi_B=\frac{2\pi}{\lambda}(d_{1B}-d_{2B})+(\alpha_2-\alpha_1)\end{cases}$

Nếu $\Delta\varphi_A < \Delta\varphi_B$ thì ta có điều kiện giới hạn $\Delta\varphi_A < \Delta\varphi < \Delta\varphi_B$.

$$\begin{cases} \text{cực đại}: \Delta\varphi = k.2\pi \Rightarrow \Delta\varphi_A < k.2\pi < \Delta\varphi_B \Rightarrow \dfrac{\Delta\varphi_A}{2\pi} < k < \dfrac{\Delta\varphi_B}{2\pi} \\ \text{cực tiểu}: \Delta\varphi = (2m-1)\pi \Rightarrow \Delta\varphi_A < (2m-1)\pi < \Delta\varphi_B \Rightarrow \dfrac{\Delta\varphi_A}{2\pi} < m-0,5 < \dfrac{\Delta\varphi_B}{2\pi} \end{cases}$$

Thay số vào ta được: $\begin{cases} \Delta\varphi_A = \dfrac{2\pi}{\lambda}(0-3,5\lambda)+\left(\dfrac{\pi}{2}+\dfrac{\pi}{6}\right) = -\dfrac{19\pi}{3} \Rightarrow \dfrac{\Delta\varphi_A}{2\pi} \approx -3,17 \\ \Delta\varphi_B = \dfrac{2\pi}{\lambda}(3,5\lambda-0)+\left(\dfrac{\pi}{2}+\dfrac{\pi}{6}\right) = \dfrac{23\pi}{3} \Rightarrow \dfrac{\Delta\varphi_B}{2\pi} \approx 3,83 \end{cases}$

$$\begin{cases} -3,17 < k < 3,83 \Rightarrow k = \underbrace{-3,...,3}_{\text{có 7 giá trị}} \\ -3,17 < m-0,5 < 3,83 \Rightarrow m = \underbrace{-2,...,4}_{\text{có 7 giá trị}} \end{cases}$$

Bàn luận: Từ cách 2 chúng ta rút ra quy trình giải nhanh như sau:

$$\begin{cases} k_A = \dfrac{\Delta\varphi_A}{2\pi} = \dfrac{(d_{1A}-d_{2A})}{\lambda}+\dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} \\ k_B = \dfrac{\Delta\varphi_B}{2\pi} = \dfrac{(d_{1B}-d_{2B})}{\lambda}+\dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} \end{cases} \begin{cases} \text{Số cực đại}: k_A < k < k_B \\ \text{Số cực tiểu}: k_A < m-0,5 < k_B \end{cases}$$

Ví dụ 8: Thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt chất lỏng, hai nguồn phát sóng dao động theo phương thẳng đứng với phương trình lần lượt: $u_1 = a\cos(\omega t - \pi/6)$ (mm); $u_2 = b\cos(\omega t + \pi/2)$ (mm). Khoảng cách giữa hai nguồn điểm AB bằng 5,5 lần bước sóng. Số điểm trên đoạn AB dao động với biên độ cực đại và với biên độ cực tiểu là

A. 12 và 11. B. 11 và 11. C. 11 và 10. D. 10 và 10.

Hướng dẫn

Cách 1:

$$\begin{cases} k_A = \dfrac{(d_{1A}-d_{2A})}{\lambda}+\dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(0-5,5\lambda)}{\lambda}+\dfrac{\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{6}}{2\pi} \approx -5,17 \\ k_B = \dfrac{\Delta\varphi_B}{2\pi} = \dfrac{(d_{1B}-d_{2B})}{\lambda}+\dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(5,5\lambda-0)}{\lambda}+\dfrac{\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{6}}{2\pi} \approx 5,83 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{Số cực đại}: -5,17 < k < 5,83 \Rightarrow k = \underbrace{-5,...,5}_{\text{có 11 giá trị}} \\ \text{Số cực tiểu}: -5,17 < m-0,5 < 5,83 \Rightarrow m = \underbrace{-4,....,6}_{\text{có 11 giá trị}} \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Cách 2:

$$\begin{cases} \text{Điều kiện thuộc AB}: -AB < d_1-d_2 < AB \Rightarrow -5,5\lambda < d_1-d_2 < 5,5\lambda \\ \text{Điều kiện cực đại}: \Delta\varphi = \dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)+(\alpha_2-\alpha_1) = k.2\pi \Rightarrow k = \dfrac{d_1-d_2}{\lambda}+\dfrac{1}{3} \end{cases}$$

$\Rightarrow -5,5+\frac{1}{3}<k<5,5+\frac{1}{3}\Rightarrow k=-5;...;5\Rightarrow$ *Số cực đại 11.*

Chú ý: Quy trình giải nhanh có thể mở rộng cho bài toán tìm số cực đại cực tiểu nằm giữa hai điểm M, N nằm cùng phía so với AB:

$$\begin{cases} k_M=\dfrac{\Delta\varphi_M}{2\pi}=\dfrac{(d_{1M}-d_{2M})}{\lambda}+\dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} \\ k_N=\dfrac{\Delta\varphi_N}{2\pi}=\dfrac{(d_{1N}-d_{2N})}{\lambda}+\dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{Số cực đại}: k_M<k<k_N \\ \text{Số cực tiểu}: k_M<m-0,5<k_N \end{cases}$$

Ví dụ 9: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp cùng phương, cùng pha và tạo ra sóng với bước sóng λ. Khoảng cách AB bằng 4,5λ. Gọi E, F là hai điểm trên đoạn AB sao cho AE = EF = FB. Số cực đại, cực tiểu trên đoạn EF lần lượt là

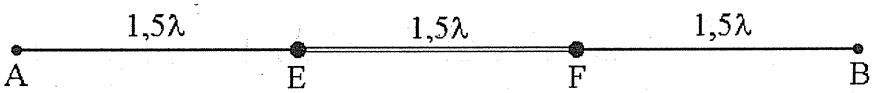
A. 2 và 3. B. 3 và 2. C. 4 và 3. D. 3 và 4.

Hướng dẫn

Cách 1:
$$\begin{cases} k_E=\dfrac{(d_{1E}-d_{2E})}{\lambda}+\dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi}=\dfrac{(1,5\lambda-3\lambda)}{\lambda}+\dfrac{0}{2\pi}=-1,5 \\ k_F=\dfrac{\Delta\varphi_F}{2\pi}=\dfrac{(d_{1F}-d_{2F})}{\lambda}+\dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi}=\dfrac{(3\lambda-1,5\lambda)}{\lambda}+\dfrac{0}{2\pi}=1,5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{Số cực đại}: -1,5\le k\le 1,5\Rightarrow k=\underbrace{-1;0;1}_{\text{có 3 cực đại}} \\ \text{Số cực tiểu}: -1,5\le m-0,5\le 1,5\Rightarrow m=\underbrace{-1;0;1;2}_{\text{có 4 cực tiểu}} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.



Cách 2:

$$\begin{cases} \text{Điều kiện thuộc } EF: EA-EB\le d_1-d_2\le FA-FB\Rightarrow -1,5\lambda\le d_1-d_2\le 1,5\lambda \\ \text{Điều kiện cực tiểu}: d_1-d_2=(m+0,5)\lambda\Rightarrow m+0,5=\dfrac{d_1-d_2}{\lambda} \\ \Rightarrow -1,5\le m+0,5\le 1,5\Rightarrow m=-2;-1;0;1\Rightarrow \text{Số cực tiểu 4.} \end{cases}$$

Ví dụ 10: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn AB cách nhau 16 cm dao động ngược pha với bước sóng lan truyền 2 cm. Hai điểm M, N trên đoạn AB sao cho MA = 2 cm; NA = 12,5 cm. Số điểm dao động cực tiểu trên đoạn thẳng MN là

A. 11 điểm. B. 8 điểm. C. 9 điểm. D. 10 điểm.

Hướng dẫn

Cách 1: $\begin{cases} k_M = \dfrac{(MA-MB)}{\lambda} + \dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(2-14)}{2} + \dfrac{\pi}{2\pi} = -5,5 \\ k_N = \dfrac{(NA-NB)}{\lambda} + \dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(12,5-3,5)}{2} + \dfrac{\pi}{2\pi} = 5 \end{cases}$

$\begin{cases} \text{Số cực đại}: -5,5 \le k \le 5 \Rightarrow k = \underbrace{-5,...,5}_{\text{có 11 cực đại}} \\ \text{Số cực tiểu}: -5,5 \le m-0,5 \le 5 \Rightarrow m = \underbrace{-5,...,5}_{\text{có 11 cực tiểu}} \end{cases}$ $\Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2: $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2) + \underbrace{(\alpha_2-\alpha_1)}_{\pi}$ $\begin{cases} \text{Tại } M: \Delta\varphi_M = \dfrac{2\pi}{2}(2-14) + \pi = -11\pi \\ \text{Tại } N: \Delta\varphi_N = \dfrac{2\pi}{2}(12,5-3,5) + \pi = 10\pi \end{cases}$

Để tìm số cực tiểu ta thay vào điều kiện giới hạn $\Delta\varphi_A < \Delta\varphi = (2m - 1)\pi < \Delta\varphi_B$ ta được:

$-11\pi \le (2m-1)\pi \le 10\pi \Rightarrow -5 \le m \le 5,5 \Rightarrow m = -5,...,5 \Rightarrow$ *Số cực tiểu là 11.*

Chú ý: Nếu điểm M và N nằm ngoài và cùng 1 phía với AB thì ta dùng công thức hình học để xác định MA, MB, NA, NB trước sau đó áp dụng quy trình giải nhanh.

Ví dụ 11: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp cùng phương, cùng pha A và B cách nhau 8 cm. Biết bước sóng lan truyền 2 cm. Gọi M và N là hai điểm trên mặt nước sao cho AMNB là hình chữ nhật có cạnh NB = 6 cm. Số điểm dao động với biên độ cực đại và cực tiểu trên đoạn MN lần lượt là

A. 4 và 5. B. 5 và 4. C. 5 và 6. D. 6 và 5.

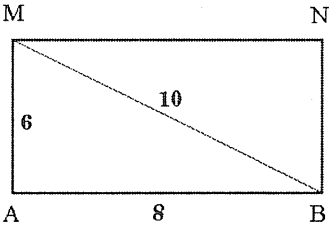
Hướng dẫn

Cách 1: $NA = MB = \sqrt{AB^2 + NB^2} = 10(cm)$

$\begin{cases} k_M = \dfrac{(MA-MB)}{\lambda} + \dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(6-10)}{2} + \dfrac{0}{2\pi} = -2 \\ k_N = \dfrac{(NA-NB)}{\lambda} + \dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(10-6)}{2} + \dfrac{0}{2\pi} = 2 \end{cases}$

$\begin{cases} \text{Số cực đại}: -2 \le k \le 2 \Rightarrow k = \underbrace{-2,...,2}_{\text{có 5 cực đại}} \\ \text{Số cực tiểu}: -2 \le m-0,5 \le 2 \Rightarrow m = \underbrace{-1,...,2}_{\text{có 4 cực tiểu}} \end{cases}$

$\Rightarrow$ Chọn B.



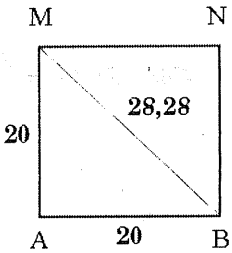
Cách 2: Cực đại thuộc CD thì : $\begin{cases} d_1 - d_2 = k\lambda = 2k \\ MA - MB \le d_1 - d_2 \le NA - NB \end{cases}$

$\Rightarrow -4 \le 2k \le 4 \Rightarrow k = 0, \pm 1, \pm 2 \Rightarrow$ *Số cực đại trên CD là 5*

Ví dụ 12: (ĐH-2010) Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 20 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 2\cos 40\pi t$ và $u_B = 2\cos(40\pi t + \pi)$ (u_A và u_B tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30 cm/s. Xét hình vuông AMNB thuộc mặt thoáng chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn BM là

A. 19. B. 18. C. 20. D. 17.

Hướng dẫn



Cách 1: $\begin{cases} NA = MB = AB\sqrt{2} \approx 28,28(cm) \\ \lambda = vT = v\dfrac{2\pi}{\omega} = 1,5(cm) \end{cases}$

$\begin{cases} k_M = \dfrac{(MA - MB)}{\lambda} + \dfrac{(\alpha_2 - \alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(20 - 28,28)}{1,5} + \dfrac{\pi - 0}{2\pi} \approx -5,1 \\ k_B = \dfrac{(BA - BB)}{\lambda} + \dfrac{(\alpha_2 - \alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(20 - 0)}{1,5} + \dfrac{\pi - 0}{2\pi} \approx 13,83 \end{cases}$

Số cực đại : $-5,02 \le k \le 13,83 \Rightarrow k = \underbrace{-5,...,13}_{\text{có 19 cực đại}} \Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2:

Hai nguồn kết hợp ngược pha $\Rightarrow$ $\begin{cases} \text{Điều kiện cực tiểu} : d_1 - d_2 = k\lambda \\ \text{Điều kiện cực đại} : d_1 - d_2 = (m - 0,5)\lambda \end{cases}$

Cực đại thuộc BM thì : $\begin{cases} d_1 - d_2 = (k + 0,5)\lambda = (k + 0,5)1,5 \\ MA - MB \le d_1 - d_2 < BA - BB \end{cases}$

$\Rightarrow -8,3 \le (k + 0,5)1,5 < 20$

$\Rightarrow -6,03 \le k < 12,8 \Rightarrow k = -6, -5, -4, ..., 12 \Rightarrow$ có 19 giá trị của k

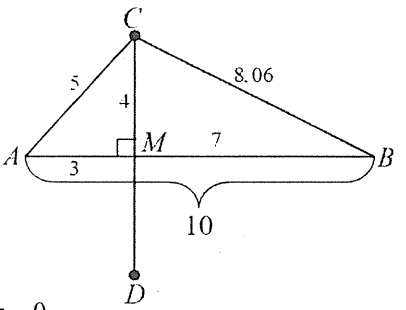
Ví dụ 13: Trên mặt nước có hai nguồn sóng A và B, cách nhau 10 cm dao động ngược pha, theo phương vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 0,5 cm. C và D là 2 điểm khác nhau trên mặt nước, CD vuông góc với AB tại M sao cho MA = 3 cm và MC = MD = 4 cm. Số điểm dao động cực đại và cực tiểu trên CD lần lượt là

A. 3 và 2. B. 2 và 3. C. 4 và 3. D. 3 và 4.

Hướng dẫn

Cách 1:

$$\begin{cases} CA = \sqrt{AM^2 + CM^2} = 5(cm) \\ CB = \sqrt{BM^2 + CM^2} \approx 8,06(cm) \end{cases}$$



Vì C và D nằm về hai phía đối với AB nên ta tính số điểm trên từng đoạn CM và MD rồi cộng lại. Ta tính số điểm cực đại, cực tiểu trên đoạn CM.

$$\begin{cases} k_C = \dfrac{(CA - CB)}{\lambda} + \dfrac{(\alpha_2 - \alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(5 - 8,06)}{0,5} + \dfrac{\pi - 0}{2\pi} \approx -5,62 \\ k_M = \dfrac{(MA - MB)}{\lambda} + \dfrac{(\alpha_2 - \alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(3 - 7)}{0,5} + \dfrac{\pi - 0}{2\pi} = -7,5 \end{cases}$$

Số cực đại trên đoạn CM: $-7,5 \le k \le -5,62 \Rightarrow k = \underbrace{-7;-6}_{\text{có 2 cực đại}}$

Số cực tiểu trên đoạn CM: $-7,5 \le m - 0,5 \le -5,62 \Rightarrow m = \underbrace{-7;-6}_{\text{có 2 cực tiểu}}$ (trong đó M là một điểm).

Do đó, tổng số cực đại và cực tiểu trên CD lần lượt là 2.2 = 4 và 2.2 – 1 = 3

$\Rightarrow$ Chọn C.

Cách 2: $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + \underbrace{(\alpha_2 - \alpha_1)}_{\pi}$

$$\begin{cases} Tại\ M: \Delta\varphi_M = \dfrac{2\pi}{0,5}(3-7)\pi = -15\pi \\ (tại\ đây\ là\ một\ cực\ tiểu) \\ Tại\ C: \Delta\varphi_C = \dfrac{2\pi}{0,5}(5-8,06) = -11,24\pi \end{cases}$$

Số cực đại trên đoạn CM:

$-15\pi \le k2\pi \le -11,24\pi$

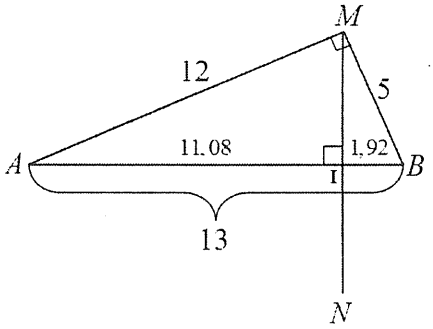
$\Rightarrow -7,5 \le k \le -5,62 \Rightarrow k = -7;-6$

Số cực tiểu trên đoạn CM:

$-15\pi \le (2m-1)\pi \le -11,24\pi$

$\Rightarrow -7 \le m \le -5,12 \Rightarrow m = -7;-6$

Do đó, tổng số cực đại và cực tiểu trên CD lần lượt là 2.2 = 4 và 2.2 – 1 = 3 $\Rightarrow$ Chọn C.



Ví dụ 14: Tại hai điểm A, B cách nhau 13 cm trên mặt nước có hai nguồn sóng đồng bộ, tạo ra sóng mặt nước có bước sóng là 0,5 cm. M là điểm trên mặt nước cách A và B lần lượt là 12 cm và 5,0 cm. N đối xứng với M qua AB. Số hyperbol cực đại cắt đoạn MN là

A. 5. B. 3. C. 10. D. 4.

Hướng dẫn

Vì $MA^2 + MB^2 = AB^2$ nên ΔAMB vuông tại M, áp dụng các hệ thức trong tam giác vuông: $MA^2 = AI.AB$ và $MB^2 = BI.AB$ tính được AI = 11,08 cm và BI = 1,92 cm.

Ta tính số cực đại trên MI.

$$\begin{cases} k_M = \dfrac{(MA-MB)}{\lambda} + \dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(12-5)}{0,5} + \dfrac{0}{2\pi} = 14 \\ k_I = \dfrac{(IA-IB)}{\lambda} + \dfrac{(\alpha_2-\alpha_1)}{2\pi} = \dfrac{(11,08-1,92)}{0,5} + \dfrac{0}{2\pi} = 18,32 \end{cases}$$

Số cực đại trên đoạn IM: $14 \le k \le 18,32 \Rightarrow k = \underbrace{14,...,18}_{\text{có 5 cực đại}} \Rightarrow$ Chọn A.

(Mỗi đường cực đại cắt MN tại hai điểm, một điểm trên IM và một điểm trên IN).

Ví dụ 15: Ở mặt thoáng chất lỏng có 2 nguồn kết hợp A, B cách nhau 30 cm, dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là: $u_A = 6\cos(10\pi t + \pi/3)$ mm và $u_B = 2\cos(10\pi t - \pi/2)$ mm. Cho tốc độ truyền sóng là 10 cm/s. Điểm C trên mặt nước sao cho tam giác ABC vuông cân tại A. Số điểm dao động với biên độ 8 mm trên đường trung bình song song với cạnh AB của tam giác là

A. 8. B. 10. C. 9. D. 11.

Hướng dẫn

$$\Delta\varphi = \underbrace{\frac{2\pi}{\lambda}}_{2cm}(d_1 - d_2) + \left(\underbrace{\alpha_2}_{-\pi\ 2} - \underbrace{\alpha_1}_{\pi\ 3}\right)$$

$$\begin{cases} Tại\ M: \Delta\varphi_M = \dfrac{2\pi}{2}(15-33,54) - \dfrac{5\pi}{6} \approx -19,37\pi \\ Tại\ N: \Delta\varphi_N = \dfrac{2\pi}{2}\left(15\sqrt{2} - 15\sqrt{2}\right) - \dfrac{5\pi}{6} = -0,83\pi \end{cases}$$

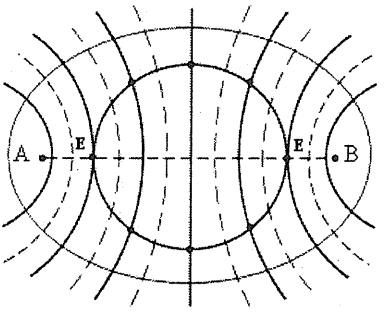
$Cực\ đại: -19,37\pi \le k2\pi \le -0,83\pi \Rightarrow -9,7 \le k \le -0,42 \Rightarrow k = -9;...;-1$

$\Rightarrow$ *Số cực đại là 9.* $\Rightarrow$ **Chọn C**

7) Số cực đại, cực tiểu trên đường bao

Mỗi đường cực đại, cực tiểu cắt AB tại một điểm thì sẽ cắt đường bao quanh hai nguồn tại hai điểm.

Số điểm cực đại cực tiểu trên đường bao quanh EF bằng 2 lần số điểm trên EF (nếu tại E hoặc F là một trong các điểm đó thì nó chỉ cắt đường bao tại 1 điểm).



Ví dụ 1: Trong thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước. Hai nguồn kết hợp cùng pha cách nhau 8,8 cm, dao động tạo ra sóng với bước sóng 2 cm. Vẽ một vòng tròn lớn bao cả hai nguồn sóng vào trong. Trên vòng tròn ấy có bao nhiêu điểm có biên độ dao động cực đại?

A. 20. B. 10. C. 9. D. 18.

Hướng dẫn

Với trường hợp hai nguồn kết hợp cùng pha, số cực đại trên AB tính theo:

$$-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda} \Rightarrow -4,4 < k < 4,4 \Rightarrow k = \underbrace{-4,...,4}_{\text{có 9 cực đại}}$$

Trên đường bao quanh hai nguồn sẽ có 2.9 = 18 cực đại $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn AB cách nhau 14,5 cm dao động ngược pha. Điểm M trên AB gần trung điểm I của AB nhất, cách I là 0,5 cm luôn dao động cực đại. Số điểm dao động cực đại trên đường elíp thuộc mặt nước nhận A, B làm tiêu điểm là

A. 18 điểm. B. 28 điểm. C. 30 điểm. D. 14 điểm.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp ngược pha thì I là cực tiểu và M là cực đại liền kề nên 0,5 = MI = $\lambda/4$, suy ra: λ = 2 cm.

Số cực đại trên AB tính theo:

$$-\frac{AB}{\lambda} < k - 0,5 < \frac{AB}{\lambda} \Rightarrow -7,25 < k - 0,5 < 7,25 \Rightarrow k = \underbrace{-6,...,7}_{\text{có 14 cực đại}}$$

Trên đường bao quanh hai nguồn sẽ có 2.14 = 28 cực đại $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa sóng nước, hai nguồn AB cách nhau 11,3 cm dao động cùng pha có tần số 25 Hz, tốc độ truyền sóng trên nước là 50 cm/s. Số điểm có biên độ cực tiểu trên đường tròn tâm I (là trung điểm của AB) bán kính 2,5 cm là

A. 5 điểm. B. 6 điểm. C. 12 điểm. D. 10 điểm.

Hướng dẫn

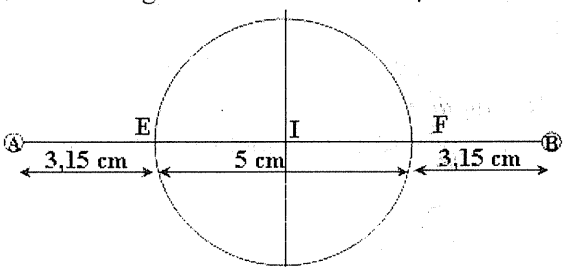
Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = 2(cm)$.

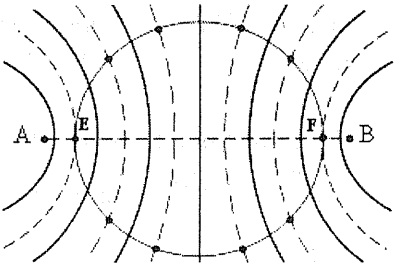
Hai nguồn kết hợp cùng pha nên số cực tiểu trên EF tính theo công thức:

$$\frac{EA-EB}{\lambda} \le m - 0,5 \le \frac{FA-FB}{\lambda} \Rightarrow \frac{3,15-8,15}{2} \le m - 0,5 \le \frac{8,15-3,15}{2}$$

$$\Rightarrow -2,5 \le m - 0,5 \le 2,5 \Rightarrow m = \underbrace{-2,...,3}_{\text{có 6 cực tiểu}}$$. Có 6 giá trị nguyên của m trên đoạn EF, nghĩa là trên đoạn EF có 6 vân cực tiểu đi qua.

Từ hình vẽ, vân cực tiểu thứ 1 và thứ 2 mỗi vân cắt đường tròn tại 2 điểm. Riêng hai vân cực tiểu thứ 3 tiếp xúc với đường tròn. Vì vậy tính trên chu vi của đường tròn chỉ có 10 điểm cực tiểu ⇒ Chọn D.





2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN VỊ TRÍ CỰC ĐẠI CỰC TIỂU

Phương pháp giải

1) Vị trí các cực, đại cực tiểu trên AB

Nếu bài toán yêu cầu xác định vị trí cực đại cực tiểu trên AB so với A thì ta đặt $d_1 = y$ và $d_2 = AB - y$. Do đó, $d_1 - d_2 = 2y - AB$.

* Vị trí các cực đại:

$$\begin{cases} \text{Hai nguồn KHCPha}: d_1 - d_2 = k\lambda \Rightarrow y = \dfrac{1}{2}k\lambda + \dfrac{1}{2}AB \\ \text{Hai nguồn KHNPha}: d_1 - d_2 = (k-0,5)\lambda \Rightarrow y = \dfrac{1}{2}(k-0,5)\lambda + \dfrac{1}{2}AB \\ \text{Hai nguồn KH bất kì}: \Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = k.2\pi \\ \Rightarrow y = \dfrac{1}{2}k\lambda + \dfrac{1}{2}AB + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{4\pi}\lambda \end{cases}$$

* Vị trí các cực tiểu:

$$\begin{cases} \text{Hai nguồn KHCPha}: d_1 - d_2 = (m-0,5)\lambda \Rightarrow y = \dfrac{1}{2}(m-0,5)\lambda + \dfrac{1}{2}AB \\ \text{Hai nguồn KHNPha}: d_1 - d_2 = m\lambda \Rightarrow y = \dfrac{1}{2}m\lambda + \dfrac{1}{2}AB \\ \text{Hai nguồn KH bất kì}: \Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = (2m-1)\pi \\ \Rightarrow y = \dfrac{1}{2}(m-0,5)\lambda + \dfrac{1}{2}AB + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{4\pi}\lambda \end{cases}$$

(Ta chỉ xét trường hợp $-2\pi \le \alpha_1 - \alpha_2 \le 2\pi$).

Ví dụ 1: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5,4 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = a_1\cos(\omega t + \alpha)$ cm và $u_2 = a_2\cos\omega t$ cm. Bước sóng lan truyền 2 cm. Khi đi từ A đến B, hãy các định vị trí cực đại gần A nhất, xa A nhất và cực đại lần thứ 2. Xét các trường hợp: 1) $\alpha = 0$; 2) $\alpha = -\pi$; 3) $\alpha = \pi/2$.

Hướng dẫn

1) $y=\frac{1}{2}k\lambda+\frac{1}{2}AB=k+2,7\xrightarrow[\Rightarrow -2,7<k<2,7\Rightarrow k=-2;-1;0;1;2]{0<y<AB}\begin{cases}y_{min}=-2+2,7=0,7(cm)\\y_{max}=2+2,7=4,7(cm)\\y_2=-1+2,7=1,7(cm)\end{cases}$

2) $y=\frac{1}{2}(k-0,5)\lambda+\frac{1}{2}AB=k+2,2\xrightarrow[\Rightarrow -2,2<k<3,2\Rightarrow k=-2;-1;0;1;2;3]{0<y<AB}$

$\begin{cases}y_{min}=-2+2,2=0,2(cm)\\y_{max}=3+2,2=5,2(cm)\\y_2=-1+2,2=1,2(cm)\end{cases}$

3) $y=\frac{1}{2}k\lambda+\frac{1}{2}AB+\frac{\alpha_1-\alpha_2}{4\pi}\lambda=k+2,95\xrightarrow[\Rightarrow -2,95<k<2,45\Rightarrow k=-2;-1;0;1;2]{0<y<AB}$

$\begin{cases}y_{min}=-2+2,95=0,95(cm)\\y_{max}=2+2,95=4,95(cm)\\y_2=-1+2,95=1,95(cm)\end{cases}$

Ví dụ 2: Trên mặt nước có hai nguồn A, B cách nhau 8 cm dao động cùng phương, phát ra hai sóng kết hợp với bước sóng 4 cm. Nguồn B sớm pha hơn nguồn A là $\pi/2$. Điểm cực tiểu trên AO cách A gần nhất và xa nhất lần lượt là

A. 0,5 cm và 6,5 cm. B. 0,5 cm và 2,5 cm.

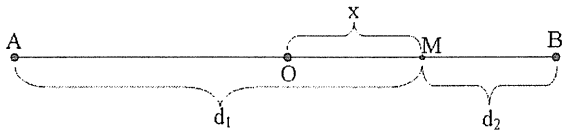
C. 1,5 cm và 3,5 cm. D. 1,5 cm và 2,5 cm.

Hướng dẫn

$y=\frac{1}{2}(m-0,5)\lambda+\frac{1}{2}AB+\frac{\alpha_1-\alpha_2}{4\pi}\lambda=\frac{1}{2}(m-0,5)4+\frac{1}{2}.8+\frac{0-\pi/2}{4\pi}.4=2m+2,5$

$\xrightarrow[\Rightarrow -1,25<m<0,75\Rightarrow m=-1;0]{0<y<AO=4cm}\begin{cases}y_{min}=2.(-1)+2,5=0,5(cm)\\y_{max}=2.0+2,5=2,5(cm)\end{cases}\Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Gọi x là khoảng cách từ cực đại cực tiểu trên OB đến trung điểm O (x = y – AB/2).



$\begin{cases}x>0\Leftrightarrow M\in OB\\x<0\Leftrightarrow M\in OA\end{cases}$

$d_1-d_2=2x$

♣ *Hai nguồn kết hợp cùng pha (O là cực đại):*

$$Cực\ đại\in OB\Rightarrow x=k\frac{\lambda}{2}\begin{cases}x_{min}=\frac{\lambda}{2}\\x_{max}=n\frac{\lambda}{2}\end{cases}$$

$\left(\text{với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn } n < \dfrac{OB}{0,5\lambda}\right)$

$$\text{Cực tiểu} \in OB \Rightarrow x = m\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}\begin{cases} x_{min} = \dfrac{\lambda}{4} \\ x_{max} = n\dfrac{\lambda}{2} + \dfrac{\lambda}{4} \end{cases}$$

$\left(\text{với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn } n < \dfrac{OB - 0,25\lambda}{0,5\lambda}\right)$

♣ *Hai nguồn kết hợp ngược pha (O là cực tiểu):*

$$\text{Cực đại} \in OB \Rightarrow x = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}\begin{cases} x_{min} = \dfrac{\lambda}{4} \\ x_{max} = n\dfrac{\lambda}{2} + \dfrac{\lambda}{4} \end{cases}$$

$\left(\text{với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn } n < \dfrac{OB - 0,25\lambda}{0,5\lambda}\right)$

$$\text{Cực tiểu} \in OB \Rightarrow x = m\frac{\lambda}{2}\begin{cases} x_{min} = \dfrac{\lambda}{2} \\ x_{max} = n\dfrac{\lambda}{2} \end{cases}$$

$\left(\text{với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn } n < \dfrac{OB}{0,5\lambda}\right)$

♣ *Hai nguồn kết hợp bất kì (cực đại giữa dịch về phía nguồn trễ pha hơn một đoạn $|\Delta x|$ với $\Delta x = (\alpha_1 - \alpha_2)\dfrac{\lambda}{4\pi}\begin{cases} \Delta x > 0: \text{Nằm về phía nguồn 2} \\ \Delta x < 0: \text{Nằm về phía nguồn 1} \end{cases}$):*

$$x = \frac{1}{2}k\lambda + \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{4\pi}\lambda$$

$$\text{Cực đại} \in OB \Rightarrow x = \frac{1}{2}k\lambda + \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{4\pi}\lambda\begin{cases}\begin{cases} x_{min} = \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{4\pi}\lambda & \text{nếu } \alpha_1 > \alpha_2 \\ x_{min} = \dfrac{\lambda}{2} + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{4\pi}\lambda & \text{nếu } \alpha_1 < \alpha_2 \end{cases} \\ x_{max} = x_{min} + n\dfrac{\lambda}{2} \end{cases}$$

$\left(\text{với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn } n < \dfrac{OB - x_{min}}{0,5\lambda}\right)$

$$\text{Cực tiểu} \in OB \Rightarrow x = \frac{1}{2}m\lambda + \frac{\alpha_1 - \alpha_2 - \pi}{4\pi}\lambda$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \left[\begin{array}{l} x_{min} = \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2 - \pi}{4\pi}\lambda \quad \text{nếu } \alpha_1 > \alpha_2 + \pi \\ x_{min} = \dfrac{\lambda}{2} + \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2 - \pi}{4\pi}\lambda \text{ nếu } \alpha_1 < \alpha_2 + \pi \end{array}\right. \\ x_{max} = x_{min} + n\dfrac{\lambda}{2}\left(\text{với } n \text{ là số nguyên lớn nhất thỏa mãn } n < \dfrac{OB - x_{min}}{0,5\lambda}\right) \end{cases}$$

Ví dụ 3: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B đồng bộ cách nhau 4,5 cm. Bước sóng lan truyền 1,2 cm. Điểm cực tiểu trên khoảng OB cách O gần nhất và xa nhất lần lượt là

A. 0,3 cm và 2,1 cm. B. 0,6 cm và 1,8 cm.

C. 1 cm và 2 cm. D. 0,2 cm và 2 cm.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp cùng pha (O là cực đại), cực tiểu thuộc OB:

$$x = m\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}\begin{cases} x_{min} = \dfrac{\lambda}{4} = 0,3(cm) \\ x_{max} = n\dfrac{\lambda}{2} + \dfrac{\lambda}{4} \end{cases}$$

Với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn

$$n < \frac{OB - x_{min}}{0,5\lambda} = \frac{4,5/2 - 0,3}{0,5.1,2} = 3,25 \Rightarrow n = 3$$

$$\Rightarrow x_{max} = n\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = 2,1(cm) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 4: Trên bề mặt nước có hai nguồn kết hợp A và B ngược pha cách nhau 6 cm. Bước sóng lan truyền 1,5 cm. Điểm cực đại trên khoảng OB cách O gần nhất và xa nhất lần lượt là

A. 0,75 cm và 2,25 cm. B. 0,375 cm và 1,5 cm.

C. 0,375 cm và 1,875 cm. D. 0,375 cm và 2,625 cm.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp ngược pha (O là cực tiểu), cực đại thuộc OB:

$$x = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}\begin{cases} x_{min} = \dfrac{\lambda}{4} = 0,375(cm) \\ x_{max} = n\dfrac{\lambda}{2} + \dfrac{\lambda}{4} \end{cases}$$

Với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \dfrac{OB - x_{min}}{0,5\lambda} = \dfrac{3 - 0,375}{0,5.1,5} = 3,5 \Rightarrow n = 3$

$$\Rightarrow x_{max} = n\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = 2,625(cm) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 5: Trên bề mặt nước có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 6 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 4\cos(\omega t + \pi/6)$ cm, $u_B = 4\cos(\omega t + 2\pi/3)$ cm. Bước sóng lan truyền 1,5 cm. Điểm cực đại trên khoảng OB cách O gần nhất và xa nhất lần lượt là

A. 0,75 cm và 2,25 cm. B. 0,1875 cm và 2,4375 cm.

C. 0,5625 cm và 2,8125 cm. D. 0,375 cm và 2,625 cm.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp bất kì (cực đại giữa dịch về phía nguồn A trễ pha hơn):

Cực đại thuộc OB:

$$x = \frac{1}{2}k\lambda + \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{4\pi}\lambda \begin{cases} x_{min} = \frac{\lambda}{2} + \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{4\pi}\lambda = \frac{1,5}{2} + \frac{\pi/6 - 2\pi/3}{4\pi}.1,5 = 0,5625(cm) \\ x_{max} = x_{min} + n\frac{\lambda}{2} \end{cases}$$

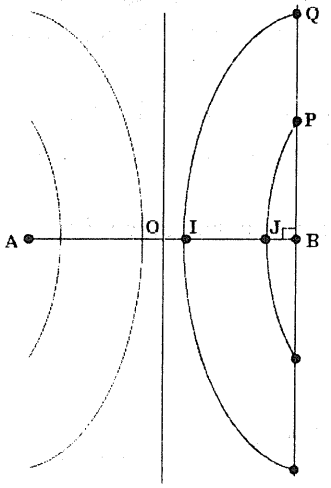
Với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \frac{OB - x_{min}}{0,5\lambda} = \frac{3 - 0,5625}{0,5.1,5} = 3,25 \Rightarrow n = 3$

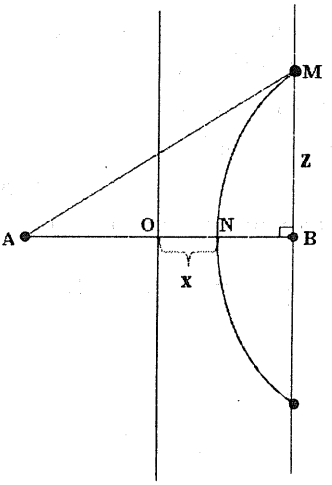
$$\Rightarrow x_{max} = n\frac{\lambda}{2} + x_{min} = 3.\frac{1,5}{2} + 0,5625 = 2,8125(cm) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

2) Vị trí các cực đại, cực tiểu trên Bz ⊥ AB

Cách 1:

Chỉ các đường hypebol ở phía OB mới cắt đường Bz. Đường cong gần O nhất (xa B nhất) sẽ cắt Bz tại điểm Q xa B nhất (z_{max}), đường cong xa O nhất (gần B nhất) sẽ cắt Bz tại điểm P gần B nhất (z_{min}).





Hai điểm M và N nằm trên cùng một đường nên hiệu đường đi như nhau:

$$MA - MB = NA - NB \Leftrightarrow \boxed{\sqrt{z^2 + AB^2} - z = 2x}$$

♣ **Hai nguồn kết hợp cùng pha**

* Cực đại xa B nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/2$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = \lambda$

* Cực đại gần B nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = n\lambda$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \frac{OB}{0,5\lambda}$)

* Cực tiểu xa B nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/4$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = 0,5\lambda$

* Cực tiểu gần B nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2 + \lambda/4$ nên:

$\sqrt{z^2 + AB^2} - z = n\lambda + \frac{\lambda}{2}$ (với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \frac{OB - x_{min}}{0,5\lambda}$)

♣ **Hai nguồn kết hợp ngược pha**

* Cực đại xa B nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/4$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = 0,5\lambda$

* Cực đại gần B nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2 + \lambda/4$ nên:

$\sqrt{z^2 + AB^2} - z = n\lambda + \frac{\lambda}{2}$ (với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \frac{OB - x_{min}}{0,5\lambda}$)

* Cực tiểu xa B nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/2$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = \lambda$

* Cực tiểu gần B nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = n\lambda$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \frac{OB}{0,5\lambda}$).

♣ **Hai nguồn kết hợp bất kì**

$$\begin{cases} \text{Điều kiện cực đại : } \Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = k2\pi \Rightarrow d_1 - d_2 \text{ theo } k \\ \text{Điều kiện cực tiểu : } \Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = (2m+1)\pi \Rightarrow d_1 - d_2 \text{ theo } m \\ \text{Điều kiện thuộc OB (trừ B và O) : } 0 < d_1 - d_2 < AB \Rightarrow \begin{cases} k = k_{min}; \ldots k_{max} \\ m = m_{min}; \ldots m_{max} \end{cases} \\ \begin{cases} \text{Gần B nhất (xa O nhất) : } \sqrt{x^2 + AB^2} - x = (d_1 - d_2)_{max} \\ \text{Xa B nhất (gần O nhất) : } \sqrt{x^2 + AB^2} - x = (d_1 - d_2)_{min} \end{cases} \end{cases}$$

Cách 2: Độ lệch pha của hai sóng kết hợp:

$$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)$$

$$\begin{cases} \text{Tại } \infty : \Delta\varphi_\infty = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(\infty - \infty) = (\alpha_2 - \alpha_1) \\ \text{Tại } B : \Delta\varphi_B = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(AB - 0) = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi AB}{\lambda} \end{cases}$$

♣ Cực đại thuộc Bz thỏa mãn: $\Delta\varphi_z < \Delta\varphi = k.2\pi < \Delta\varphi_B \Rightarrow k_{min} \le k \le k_{max}$:

+ Cực đại gần B nhất thì $\Delta\varphi = k_{min}.2\pi$,

hay $(\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}\left(\sqrt{AB^2 + z^2} - z\right) = k_{min}.2\pi$

+ Cực đại xa B nhất thì $\Delta\varphi = k_{max}.2\pi$,

hay $(\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}\left(\sqrt{AB^2 + z^2} - z\right) = k_{max}.2\pi$

♣ Cực tiểu thuộc Bz thỏa mãn:

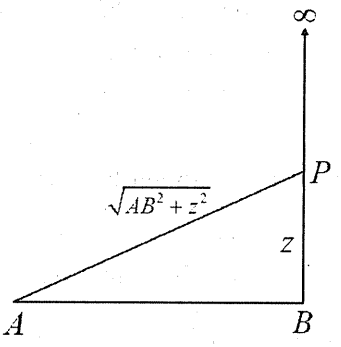
$\Delta\varphi_z < \Delta\varphi = (2m+1)\pi < \Delta\varphi_B \Rightarrow m_{min} \le m \le m_{max}$:

+ Cực tiểu gần B nhất thì $\Delta\varphi = (2m_{min} + 1)\pi$, hay

$(\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}\left(\sqrt{AB^2 + z^2} - z\right) = (2m_{min} + 1)\pi$

+ Cực tiểu xa B nhất thì $\Delta\varphi = (2m_{max} + 1)\pi$, hay

$(\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}\left(\sqrt{AB^2 + z^2} - z\right) = (2m_{max} + 1)\pi$



Ví dụ 1: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp A, B (AB = 16 cm) dao động cùng biên độ, cùng tần số 25 Hz, cùng pha, coi biên độ sóng không đổi. Biết tốc độ truyền sóng là 80 cm/s. Xét các điểm ở mặt chất lỏng nằm trên đường thẳng vuông góc với AB tại B, dao động với biên độ cực đại, điểm cách B xa nhất và gần nhất lần lượt bằng

A. 39,6 m và 3,6 cm. B. 80 cm và 1,69 cm.

C. 38,4 cm và 3,6 cm. D. 79,2 cm và 1,69 cm.

Hướng dẫn

Bước sóng $\lambda = v/f = 3,2$ cm. Với hai nguồn kết hợp cùng pha:

* Cực đại xa B nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/2$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = \lambda$

$\Rightarrow \sqrt{z^2 + 16^2} - z = 3,2 \Rightarrow z = 38,4(cm)$

* Cực đại gần B nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = n\lambda$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \frac{OB}{0,5\lambda} = \frac{8}{0,5.3,2} = 5 \Rightarrow n = 4$)

$\Rightarrow \sqrt{z^2 + 16^2} - z = 4.3,2 \Rightarrow z = 3,6(cm) \Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Dùng máy tính Casio 570ES để giải phương trình $\sqrt{z^2 + 16^2} - z = 3,2$ *thì ta bấm như sau:*

Bấm: $\boxed{\sqrt{\ }}$ $\boxed{ALPHA}$ $\boxed{)}$ $\boxed{x^2}$ $\boxed{+}$ $\boxed{1}$ $\boxed{6}$ $\boxed{x^2}$ $\boxed{>}$ $\boxed{-}$ $\boxed{ALPHA}$ $\boxed{)}$ $\boxed{ALPHA}$ $\boxed{CALC}$ $\boxed{3}$ $\boxed{.}$ $\boxed{2}$

Bấm: $\boxed{SHIFT}$ $\boxed{CALC}$ $\boxed{=}$ *sẽ được kết quả x = 38,4 cm.*

Ví dụ 2: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp A, B (AB = 16 cm) dao động cùng biên độ, cùng tần số 25 Hz, cùng pha, coi biên độ sóng không đổi. Biết tốc độ truyền sóng là 80 cm/s. Xét các điểm ở mặt chất lỏng nằm trên đường thẳng vuông góc với AB tại B, dao động với biên độ cực tiểu, điểm cách B xa nhất và gần nhất lần lượt bằng

A. 39,6 cm và 3,6 cm. B. 80 cm và 1,69 cm.

C. 38,4 cm và 3,6 cm. D. 79,2 cm và 1,69 cm.

Hướng dẫn

Bước sóng $\lambda = v/f = 3,2$ cm. Với hai nguồn kết hợp cùng pha:

* Cực tiểu xa B nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/4$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = 0,5\lambda$

$\Rightarrow \sqrt{z^2 + 16^2} - z = 0,5.3,2 \Rightarrow z = 79,2(cm)$

* Cực tiểu gần B nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2 + \lambda/4$ nên:

$\sqrt{z^2 + AB^2} - z = n\lambda + \dfrac{\lambda}{2}$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \dfrac{OB - x_{min}}{0,5\lambda} = \dfrac{8 - 0,8}{0,5.3,2} = 4,5 \Rightarrow n = 4$)

$\Rightarrow \sqrt{z^2 + 16^2} - z = 4.3,2 + 1,6 \Rightarrow z = 1,69(cm) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 3: Trên mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn A, B cách nhau 3 cm dao động cùng phương, ngược pha, phát ra hai sóng kết hợp với bước sóng 1 cm. Tại một điểm Q nằm trên đường thẳng qua B, vuông góc với AB cách B một đoạn z. Nếu Q nằm trên vân cực đại thì z có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất lần lượt là

A. 4 cm và 1,25 cm. B. 8,75 cm và 0,55 cm.

C. 8,75 cm và 1,25 cm. D. 4 cm và 0,55 cm.

Hướng dẫn

Cách 1: Với hai nguồn kết hợp ngược pha:

* Cực đại xa B nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/4$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = 0,5\lambda$

$\Rightarrow \sqrt{z^2 + 3^2} - z = 0,5.1 \Rightarrow z = 8,75(cm)$

* Cực đại gần B nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2 + \lambda/4$ nên:

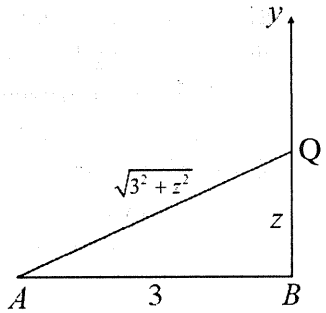
$\sqrt{z^2 + AB^2} - z = n\lambda + \dfrac{\lambda}{2}$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \dfrac{OB - x_{min}}{0,5\lambda} = \dfrac{1,5 - 0,25}{0,5.1} = 2,5 \Rightarrow n = 2$)

$\Rightarrow \sqrt{z^2 + 16^2} - z = 2.1 + 0,5 \Rightarrow z = 0,55(cm)$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2: Độ lệch pha của hai sóng kết hợp:



$$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)$$

$$\begin{cases} Tại\ \infty: \Delta\varphi_{\infty} = \pi + \dfrac{2\pi}{1}(\infty - \infty) = \pi \\ Tại\ B: \Delta\varphi_B = \pi + \dfrac{2\pi}{1}(3-0) = 7\pi \end{cases}$$

Cực đại thuộc By thỏa mãn: $\pi < \Delta\varphi = k.2\pi < 7\pi$:

+ Cực đại gần B nhất thì $\Delta\varphi = 6\pi$,

hay $\pi + \dfrac{2\pi}{1}\left(\sqrt{3^2+z^2} - z\right) = 6\pi \Rightarrow z = 0,55(cm)$

+ Cực đại xa B nhất thì $\Delta\varphi = 2\pi$, hay $\pi + \dfrac{2\pi}{1}\left(\sqrt{3^2+z^2} - z\right) = 2\pi$

$\Rightarrow z = 8,75(cm) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 4: Trên mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn A, B cách nhau 3 cm dao động cùng phương, ngược pha, phát ra hai sóng kết hợp với bước sóng 1 cm. Tại một điểm Q nằm trên đường thẳng qua B, vuông góc với AB cách B một đoạn z. Nếu Q nằm trên vân cực tiểu thì thì z có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất lần lượt là

A. 4 cm và 1,25 cm. B. 8,75 cm và 0,55 cm.

C. 8,75 cm và 1,25 cm. D. 4 cm và 0,55 cm.

Hướng dẫn

Cách 1: Với hai nguồn kết hợp ngược pha:

* Cực tiểu xa B nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/2$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = \lambda$

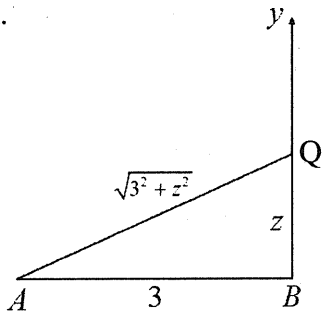
$\Rightarrow \sqrt{z^2+3^2} - z = 1 \Rightarrow z = 4(cm)$

* Cực tiểu gần B nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2$ nên: $\sqrt{z^2 + AB^2} - z = n\lambda$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \dfrac{OB}{0,5\lambda} = \dfrac{1,5}{0,5.1} = 3 \Rightarrow n = 2$)

$\Rightarrow \sqrt{z^2+16^2} - z = 2.1 \Rightarrow z = 1,25(cm) \Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2: Độ lệch pha của hai sóng kết hợp:



$$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)$$

$$\begin{cases} Tại\ \infty: \Delta\varphi_{\infty} = \pi + \dfrac{2\pi}{1}(\infty - \infty) = \pi \\ Tại\ B: \Delta\varphi_B = \pi + \dfrac{2\pi}{1}(3-0) = 7\pi \end{cases}$$

Cực đại thuộc By thỏa mãn: $\pi < \Delta\varphi = (2m+1)\pi < 7\pi$:

+ Cực tiểu gần B nhất thì Δφ = 5π, hay $\pi + \frac{2\pi}{1}\left(\sqrt{3^2+z^2} - z\right) = 5\pi$

$\Rightarrow z = 1,25(cm)$

+ Cực tiểu xa B nhất thì Δφ = 3π, hay $\pi + \frac{2\pi}{1}\left(\sqrt{3^2+z^2} - z\right) = 3\pi \Rightarrow z = 4(cm)$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 5: Trên mặt nước có hai nguồn A và B cách nhau 5,4 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = a\cos(\omega t + \pi)$ cm và $u_2 = a\cos(\omega t + \pi/2)$ cm. Bước sóng lan truyền 2 cm. Tại một điểm P trên mặt chất lỏng nằm trên đường thẳng qua B, vuông góc với AB cách B một đoạn z. Nếu P nằm trên vân cực tiểu thì z có giá trị nhỏ nhất là

A. 28,91 cm. B. 2,42 cm. C. 0,99 cm. D. 8,97 cm.

Hướng dẫn

Cách 1: Điều kiện cực tiểu

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + (\alpha_2 - \alpha_1) = (2m+1)\pi \Rightarrow d_1 - d_2 = 2m + 1,5(cm)$$

Điều kiện thuộc khoảng OB: $0 < d_1 - d_2 < AB \Rightarrow -0,75 < m < 1,95 \Rightarrow m = \underbrace{0}_{min}; \underbrace{1}_{max}$

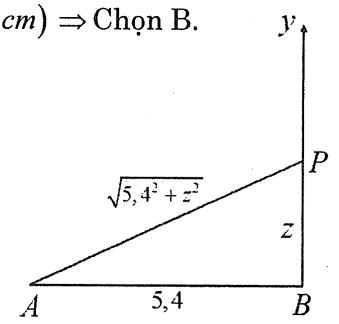
P nằm gần B nhất (xa O nhất):

$\sqrt{x^2+5,4^2} - x = (d_1 - d_2)_{max} = 2.1 + 1,5 \Rightarrow x \approx 2,42(cm) \Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2: Độ lệch pha của hai sóng kết hợp:

$$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)$$

$$\begin{cases} Tại\ \infty: \Delta\varphi_\infty = \left(\frac{\pi}{2} - \pi\right) + \frac{2\pi}{2}(\infty - \infty) = -0,5\pi \\ Tại\ B: \Delta\varphi_B = \left(\frac{\pi}{2} - \pi\right) + \frac{2\pi}{2}(5,4 - 0) = 4,9\pi \end{cases}$$



Cực tiểu thuộc By thỏa mãn: $-0,5\pi < \Delta\varphi = (2m+1)\pi < 4,9\pi$ và cực tiểu gần B nhất thì Δφ = 3π, hay $\left(\frac{\pi}{2} - \pi\right) + \frac{2\pi}{2}\left(\sqrt{5,4^2+z^2} - z\right) = 3\pi \Rightarrow z = 2,42(cm)$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: Có hai nguồn dao động kết hợp A và B trên mặt nước cách nhau 13 cm có phương trình dao động lần lượt là $u_A = a\cos(\omega t + \pi/2)$ (cm) và $u_B = a\cos(\omega t - \pi/6)$ (cm). Bước sóng lan truyền trên mặt nước là 2 cm. Xem biên độ của sóng không đổi trong quá trình truyền đi. Điểm M trên mặt nước thuộc đường thẳng

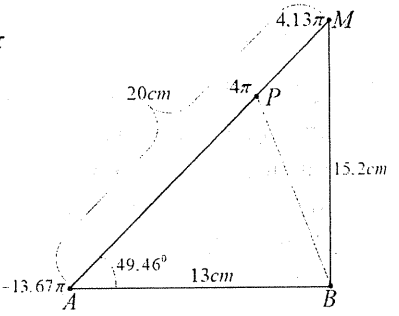
By vuông góc với AB tại B và cách A một khoảng 20 cm. Điểm dao động cực đại trên AM cách M một khoảng nhỏ nhất là

A. 0,54 cm. B. 0,33 cm. C. 3,74 cm. D. 1,03 cm.

Hướng dẫn

Độ lệch pha của hai sóng kết hợp: $\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)$

$$\begin{cases} Tại\ M: \Delta\varphi_M = -\frac{2\pi}{3} + \frac{2\pi}{2}(20 - 15,2) = 4,13\pi \\ Tại\ S_2: \Delta\varphi_A = -\frac{2\pi}{3} + \frac{2\pi}{2}(0 - 13) = -13,67\pi \end{cases}$$



Cực đại trên AM thỏa mãn điều kiện:

$-13,67\pi < \Delta\varphi = k.2\pi < 4,13\pi$

và cực đại P gần M nhất thì Δφ = 4π, hay

$$-\frac{2\pi}{3} + \frac{2\pi}{2}(PA - PB) = 4\pi \Rightarrow PB = PA - \frac{14}{3} \quad (1)$$

Áp dụng định lí hàm số cosin cho tam giác PAB:

$PB^2 = PA^2 + 13^2 - 2.PA.13.\cos 49,46^0$ (2).

Thay (1) vào (2) ta được: PA = 19,46 cm

⇒ PM = AM – PA = 0,54 cm ⇒ Chọn A.

Ví dụ 7: Có hai nguồn dao động kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước cách nhau 8 cm có phương trình dao động lần lượt là u_{s1} = 2cos(10πt - π/4) (mm) và u_{s2} = 2cos(10πt + π/4) (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 10 cm/s. Xem biên độ của sóng không đổi trong quá trình truyền đi. Điểm M trên mặt nước cách S_1 khoảng S_1M = 10 cm và S_2 khoảng S_2M = 6 cm. Điểm dao động cực đại trên S_2M cách S_2 một đoạn lớn nhất là

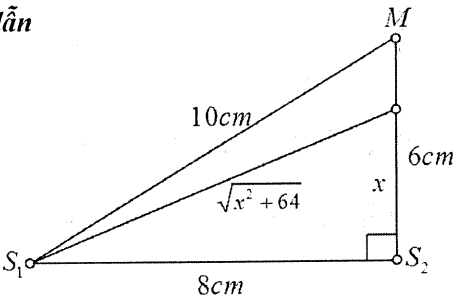
A. 3,07 cm. B. 2,33 cm. C. 3,57 cm. D. 6 cm.

Hướng dẫn

Độ lệch pha của hai sóng kết hợp:

$$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)$$

$$\begin{cases} Tại\ M: \Delta\varphi_M = \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{2}(10 - 6) = 4,5\pi \\ Tại\ S_2: \Delta\varphi_{S2} = \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{2}(8 - 0) = 8,5\pi \end{cases}$$



Cực đại trên S_2M thỏa mãn $4,5\pi < \Delta\varphi < 8,5\pi$ và cực đại gần M nhất thì Δφ = 6π, hay $\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{2}\left(\sqrt{x^2 + 8^2} - x\right) = 6\pi \Rightarrow x \approx 3,07(cm)$ ⇒ Chọn A.

Ví dụ 8: (ĐH - 2013): Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp O_1 và O_2 dao động cùng pha, cùng biên độ. Chọn hệ trục tọa độ vuông góc xOy thuộc mặt nước với gốc tọa độ là vị trí đặt nguồn O_1 còn nguồn O_2 nằm trên trục Oy. Hai điểm P và Q nằm trên Ox có OP = 4,5 cm và OQ = 8 cm. Dịch chuyển nguồn O_2 trên trục Oy đến vị trí sao cho góc PO_2Q có giá trị lớn nhất thì phần tử nước tại P không dao động còn phần tử nước tại Q dao động với biên độ cực đại. Biết giữa P và Q không còn cực đại nào khác. Trên đoạn OP, điểm gần P nhất mà các phần tử nước dao động với biên độ cực đại cách P một đoạn là:

A. 3,4 cm. B. 2,0 cm. C. 2,5 cm. D. 1,1 cm.

Hướng dẫn

Xét $\tan(\varphi_2-\varphi_1)=\dfrac{\tan\varphi_2-\tan\varphi_1}{1+\tan\varphi_2\tan\varphi_1}=\dfrac{\dfrac{O_1Q}{a}-\dfrac{O_1P}{a}}{1+\dfrac{O_1Q}{a}.\dfrac{O_1P}{a}}=\dfrac{O_1Q-O_1P}{a+\dfrac{O_1Q.O_1P}{a}}$ đạt cực đại khi

$a=\sqrt{O_1P.O_1Q}=6(cm)$ (BĐT Cô si).

Suy ra, PO_2 = 7,5 cm và QO_2 = 10 cm.

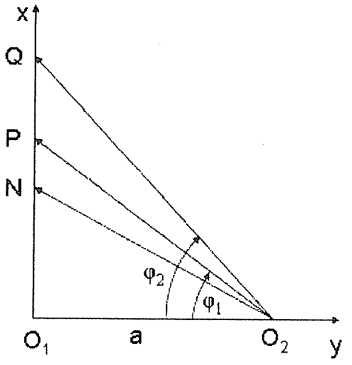
Vì P là cực tiểu và Q là cực đại liền kề nên:

$$\begin{cases}7,5-4,5=(k+0,5)\lambda\\10-8=k\lambda\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\lambda=2(cm)\\k=1\end{cases}.$$

Điểm Q là cực đại bậc 1 vậy N gần P nhất là cực đại ứng với k = 2, ta có

$$\sqrt{ON^2+a^2}-ON=2\lambda\Rightarrow ON=2,5(cm)$$

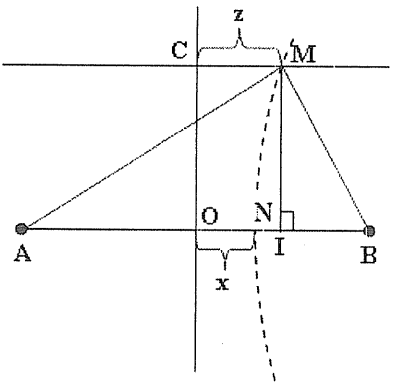
$\Rightarrow$ PN = 2 cm $\Rightarrow$ Chọn B.



3) Vị trí các cực đại, cực tiểu trên x'x || AB

Từ điều kiện cực đại, cực tiểu $\Rightarrow (d_1-d_2)$ theo k hoặc m.

$$\begin{cases}MA=\sqrt{IA^2+IM^2}=\sqrt{\left(\dfrac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}\\MB=\sqrt{IB^2+IM^2}=\sqrt{\left(\dfrac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}\end{cases}$$



Hai điểm M và N nằm trên cùng một đường nên hiệu đường đi như nhau:

$$MA-MB=NA-NB\Leftrightarrow\boxed{\sqrt{\left(\frac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}-\sqrt{\left(\frac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}=2x}$$

♣ **Hai nguồn kết hợp cùng pha**

* Cực đại gần C nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/2$ nên:

$$\sqrt{\left(\frac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}-\sqrt{\left(\frac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}=\lambda$$

* Cực đại xa C nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2$ nên:

$$\sqrt{\left(\frac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}-\sqrt{\left(\frac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}=n\lambda$$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n<\frac{OB}{0,5\lambda}$)

* Cực tiểu gần C nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/4$ nên:

$$\sqrt{\left(\frac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}-\sqrt{\left(\frac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}=0,5\lambda$$

* Cực tiểu xa C nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2 + \lambda/4$ nên:

$$\sqrt{\left(\frac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}-\sqrt{\left(\frac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}=n\lambda+\frac{\lambda}{2}$$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n<\frac{OB-x_{min}}{0,5\lambda}$)

♣ **Hai nguồn kết hợp ngược pha**

* Cực đại gần C nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/4$ nên:

$$\sqrt{\left(\frac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}-\sqrt{\left(\frac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}=0,5\lambda$$

* Cực đại xa C nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2 + \lambda/4$ nên:

$$\sqrt{\left(\frac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}-\sqrt{\left(\frac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}=n\lambda+\frac{\lambda}{2}$$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n<\frac{OB-x_{min}}{0,5\lambda}$)

* Cực tiểu gần C nhất (gần O nhất) ứng với $x_{min} = \lambda/2$ nên:

$$\sqrt{\left(\frac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}-\sqrt{\left(\frac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}=\lambda$$

* Cực tiểu xa C nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2$ nên:

$$\sqrt{\left(\frac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}-\sqrt{\left(\frac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}=n\lambda$$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n<\frac{OB}{0,5\lambda}$).

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm giao thoa với hai nguồn phát sóng giống nhau tại A, B trên mặt nước. Khoảng cách hai nguồn là AB = 16 cm. Hai sóng truyền đi có bước sóng 4 cm. Trên đường thẳng xx' song song với AB, cách AB một khoảng 8 cm, gọi C là giao điểm của xx' với đường trung trực của AB. Khoảng cách ngắn nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực tiểu nằm trên xx' là

A. 1,42 cm. B. 1,50 cm. C. 2,15 cm. D. 2,25 cm.

Hướng dẫn

Cách 1: Hai nguồn kết hợp cùng pha, cực tiểu gần C nhất (gần O nhất) ứng với x_{min} $= \lambda/4$ nên: $\sqrt{(8+z)^2+8^2}-\sqrt{(8-z)^2+8^2}=0,5\lambda$

$\Rightarrow \sqrt{(8+z)^2+8^2}-\sqrt{(8-z)^2+8^2}=2 \Rightarrow z=1,42(cm) \Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2: $\begin{cases} Cực\ tiểu\ gần\ C\ nhất: MA-MB=0,5.\lambda=2(cm) \\ \Leftrightarrow \sqrt{IA^2+IM^2}-\sqrt{IB^2+IM^2}=2 \Leftrightarrow \sqrt{(8+z)^2+8^2}-\sqrt{(8-z)^2+8^2}=2 \end{cases}$

$\Rightarrow z=1,42(cm) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa với hai nguồn phát sóng giống nhau tại A, B trên mặt nước. Khoảng cách hai nguồn là AB = 16 cm. Hai sóng truyền đi có bước sóng 3 cm. Trên đường thẳng xx' song song với AB, cách AB một khoảng 8 cm, gọi C là giao điểm của xx' với đường trung trực của AB. Khoảng cách xa nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực đại nằm trên xx' là

A. 24,25 cm. B. 12,45 cm. C. 22,82 cm. D. 28,75 cm.

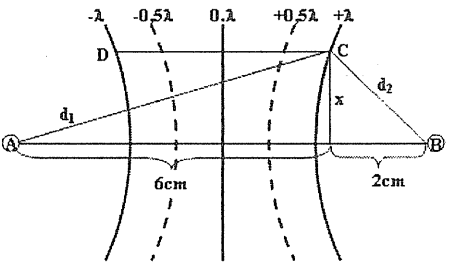
Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp cùng pha, cực đại xa C nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2$ nên: $\sqrt{(8+z)^2+8^2}-\sqrt{(8-z)^2+8^2}=n\lambda$

(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n<\dfrac{OB}{0,5\lambda}=\dfrac{8}{0,5.3}=5,3 \Rightarrow n=5$)

$\sqrt{(8+z)^2+8^2}-\sqrt{(8-z)^2+8^2}=5.3 \Rightarrow z=22,82(cm) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Tại hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 8 cm có hai nguồn kết hợp dao động với phương trình: $u_1 = a\cos(40\pi t)$; $u_2 = b\cos(40\pi t)$, tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s. Xét đoạn thẳng CD = 4 cm trên mặt nước có chung đường trung trực với AB. Tìm khoảng cách lớn nhất giữa CD và AB sao cho trên đoạn CD chỉ có 3 điểm dao động với biên độ cực đại?



A. 3,3 cm. B. 6 cm. C. 8,9 cm. D. 9,7 cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} d_1 = \sqrt{6^2 + x^2} \\ d_2 = \sqrt{2^2 + x^2} \end{cases} \xrightarrow{d_1 - d_2 = \lambda = \frac{v}{f} = 1,5}$$

$\sqrt{6^2 + x^2} - \sqrt{2^2 + x^2} = 1,5 \Rightarrow x \approx 9,7(cm) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: Trên mặt nước có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = a\cos(\omega t - \pi/2)$ cm và $u_2 = a\cos(\omega t + \pi/2)$ cm. Bước sóng lan truyền 2 cm. Trên đường thẳng xx' song song với AB, cách AB một khoảng 3 cm, gọi C là giao điểm của xx' với đường trung trực của AB. Khoảng cách xa nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực đại nằm trên xx' là

A. 4,47 cm. B. 1,65 cm. C. 2,70 cm. D. 0,79 cm.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp ngược pha, cực đại xa C nhất (xa O nhất) ứng với $x_{max} = n\lambda/2 + \lambda/4$ ($x_{min} = \lambda/4$) nên: $\sqrt{\left(\frac{AB}{2} + z\right)^2 + OC^2} - \sqrt{\left(\frac{AB}{2} - z\right)^2 + OC^2} = n\lambda + \frac{\lambda}{2}$

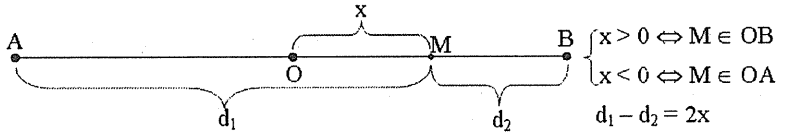
(với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \frac{OB - x_{min}}{0,5\lambda} = \frac{2,5 - 0,5}{0,5.2} = 2 \Rightarrow n = 1$)

$\Rightarrow \sqrt{(2,5+z)^2 + 3^2} - \sqrt{(2,5-z)^2 + 3^2} = 1.2 + \frac{2}{2} \Rightarrow z \approx 2,70(cm) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: Trên mặt nước có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = a\cos(\omega t - \pi/4)$ cm và $u_2 = a\cos(\omega t + \pi/4)$ cm. Bước sóng lan truyền 2 cm. Trên đường thẳng xx' song song với AB, cách AB một khoảng 3 cm, gọi C là giao điểm của xx' với đường trung trực của AB. Khoảng cách gần nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực tiểu nằm trên xx' là

A. 6,59 cm. B. 1,21 cm. C. 2,70 cm. D. 0,39 cm.

Hướng dẫn



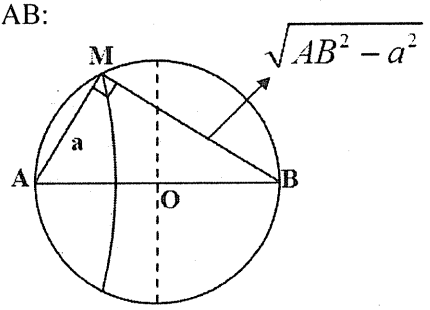
Hai nguồn kết hợp bất kì, cực tiểu thuộc AB:

$$x = \frac{1}{2}m\lambda + \frac{\alpha_1 - \alpha_2 - \pi}{4\pi}\lambda$$

$$= \frac{1}{2}m.2 + \frac{-\pi/4 - \pi/4 - \pi}{4\pi}.2$$

$$= m - 0,75(cm)$$

$\Rightarrow x_{min} = 0,25(cm)$ (khi m = 1):



$$\sqrt{\left(\frac{AB}{2}+z\right)^2+OC^2}-\sqrt{\left(\frac{AB}{2}-z\right)^2+OC^2}=2x_{\min}$$

$$\Rightarrow \sqrt{(2,5+z)^2+3^2}-\sqrt{(2,5-z)^2+3^2}=0,5 \Rightarrow z\approx 0,39(cm) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

(Cực tiểu này nằm về phía B).

4) Vị trí các cực đại, cực tiểu trên đường tròn đường kính AB

* Điểm M thuộc cực đại khi:

$$\begin{cases} MA-MB=k\lambda \Leftrightarrow a-\sqrt{AB^2-a^2}=k\lambda \\ (\text{Nếu 2 nguồn KH cùng pha}) \\ MA-MB=(k-0,5)\lambda \Leftrightarrow a-\sqrt{AB^2-a^2}=(k-0,5)\lambda \\ (\text{Nếu 2 nguồn KH ngược pha}) \\ MA-MB=k\lambda+\dfrac{\alpha_1-\alpha_2}{2\pi}\lambda \Leftrightarrow a-\sqrt{AB^2-a^2}=k\lambda+\dfrac{\alpha_1-\alpha_2}{2\pi}\lambda \\ (\text{Nếu 2 nguồn KH bất kì}) \end{cases}$$

* Điểm M thuộc cực tiểu khi:

$$\begin{cases} MA-MB=(m-0,5)\lambda \Leftrightarrow a-\sqrt{AB^2-a^2}=(m-0,5)\lambda \\ (\text{Nếu 2 nguồn KH cùng pha}) \\ MA-MB=m\lambda \Leftrightarrow a-\sqrt{AB^2-a^2}=m\lambda \\ (\text{Nếu 2 nguồn KH ngược pha}) \\ MA-MB=m\lambda+\dfrac{\alpha_1-\alpha_2-\pi}{2\pi}\lambda \Leftrightarrow a-\sqrt{AB^2-a^2}=m\lambda+\dfrac{\alpha_1-\alpha_2-\pi}{2\pi}\lambda \\ (\text{Nếu 2 nguồn KH bất kì}) \end{cases}$$

Lời khuyên: Trong các đề thi liên quan đến hai nguồn kết hợp cùng pha, thường hay liên quan đến cực đại, cực tiểu gần đường trung trực nhất hoặc gần các nguồn nhất. Vì vậy, ta nên nhớ những kết quả quan trọng sau đây: M là cực đại

* *nằm gần trung trực nhất, nếu nằm về phía A thì MA – MB = -λ nếu nằm về phía B thì MA – MB = λ.*

* *nằm gần A nhất thì MA – MB = -nλ và nằm gần B nhất thì MA – MB = nλ.*

Với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n<\dfrac{OB}{0,5\lambda}=\dfrac{AB}{\lambda}$.

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn giống hệt nhau A và B cách nhau 8 cm, tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng 2 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB (không nằm trên trung trực của AB) thuộc mặt

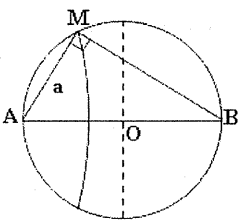
nước gần đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực đại. M cách A một đoạn nhỏ nhất và lớn nhất lần lượt là

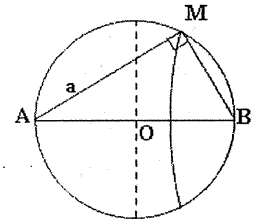
A. 4,57 cm và 6,57 cm. B. 3,29 cm và 7,29 cm.

C. 5,13 cm và 6,13 cm. D. 3,95 cm và 6,95 cm.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp cùng pha, đường trung trực là cực đại giữa, hai cực đại gần nhất nằm hai bên đường trung trực có hiệu đường đi MA – MB = –λ (M gần A hơn) và MA – MB = λ (M xa A hơn).





$$\begin{cases} a-\sqrt{AB^2-a^2}=-\lambda \Rightarrow a-\sqrt{8^2-a^2}=-2 \Rightarrow a=4,57(cm) \\ a-\sqrt{AB^2-a^2}=\lambda \Rightarrow a-\sqrt{8^2-a^2}=2 \Rightarrow a=6,57(cm) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn giống hệt nhau A và B cách nhau 7 cm, tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng 2 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB (không nằm trên trung trực của AB) thuộc mặt nước xa đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực đại. M cách A một đoạn nhỏ nhất lớn nhất lần lượt là

A. 4,57 cm và 6,57 cm. B. 0,94 cm và 6,94 cm.

C. 5,13 cm và 6,13 cm. D. 1,77 cm và 6,77 cm.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp cùng pha, đường trung trực là cực đại giữa, hai cực đại xa nhất nằm hai bên đường trung trực có hiệu đường đi MA – MB = -nλ (M gần A hơn) và MA – MB = nλ (M xa A hơn); với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn

$$n<\frac{AB}{\lambda}=\frac{7}{2}=3,5 \Rightarrow n=3.$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a-\sqrt{AB^2-a^2}=-3\lambda \Rightarrow a-\sqrt{7^2-a^2}=-6 \Rightarrow a=0,94(cm) \\ a-\sqrt{AB^2-a^2}=3\lambda \Rightarrow a-\sqrt{7^2-a^2}=6 \Rightarrow a=6,94(cm) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: Trên mặt nước có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = a\cos(\omega t - \pi/3)$ cm và $u_2 = a\cos(\omega t + \pi/3)$ cm. Bước sóng lan truyền 3 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB (không nằm trên trung trực của AB) thuộc mặt nước gần đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực đại. M cách A là

A. 4 cm. B. 0,91 cm. C. 2,39 cm. D. 3 cm.

Hướng dẫn

Nguồn A trễ pha hơn nên cực đại giữa lệch về phía A một đoạn:

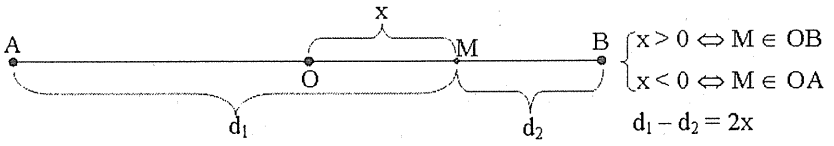
$\Delta x = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{4\pi}\lambda = 0,5(cm) \Rightarrow$ Cực đại nằm về phía OB, cách O gần nhất là λ/2 - Δx = 1 (cm). Như vậy, cực đại nằm về phía A sẽ gần đường trung trực hơn cực đại nằm về phía B.

$\Rightarrow a - \sqrt{AB^2 - a^2} = -2\Delta x \Rightarrow a - \sqrt{5^2 - a^2} = -1 \Rightarrow a = 3(cm) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: Trên mặt nước có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = a\cos(\omega t - \pi/3)$ cm và $u_2 = a\cos(\omega t + \pi/3)$ cm. Bước sóng lan truyền 3 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB (không nằm trên trung trực của AB) thuộc mặt nước gần đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực tiểu. M cách A là

A. 3,78 cm. B. 4,21 cm. C. 2,39 cm. D. 3 cm.

Hướng dẫn



Hai nguồn kết hợp bất kì, cực tiểu thuộc AB:

$x = \frac{1}{2}m\lambda + \frac{\alpha_1 - \alpha_2 - \pi}{4\pi}\lambda = \frac{1}{2}m.3 + \frac{-\pi/3 - \pi/3 - \pi}{4\pi}.3 = 1,5m - 1,25(cm)$

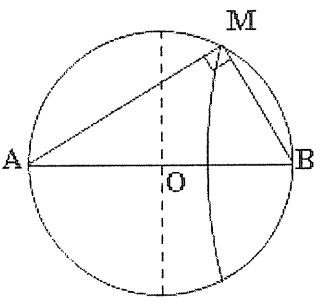
$\Rightarrow x_{min} = 0,25(cm)$ (khi m = 1, cực tiểu này nằm về phía B):

$\Rightarrow a - \sqrt{AB^2 - a^2} = 2x_{min} \Rightarrow a - \sqrt{5^2 - a^2} = 0,5 \Rightarrow a = 3,78(cm) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 5: Trên mặt nước có hai nguồn A và B cách nhau 8 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = a\cos(\omega t + \pi/2)$ cm và $u_2 = a\cos\omega t$ cm. Bước sóng lan truyền 1 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB thuộc mặt nước dao động với biên độ cực đại, cách A xa nhất thì M cách B là

A. 0,14 cm. B. 0,24 cm. C. 0,72 cm. D. 8 cm.

Hướng dẫn



Độ lệch pha hai sóng kết hợp tại M:

$\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)$

$\begin{cases} \Delta\varphi_A = -\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{1}(0 - 8) = -16,5\pi \\ \Delta\varphi_B = -\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{1}(8 - 0) = 15,5\pi \end{cases}$

Điểm cực đại thì phải thỏa mãn:

$-16,5\pi < \Delta\varphi = k.2\pi < 15,5\pi \Rightarrow -8,25 < k < 7,75.$

Điểm M là cực đại xa A nhất (gần B nhất) ứng với k = 7, tức là:

$$\Delta\varphi_M = -\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{1}\left(\sqrt{AB^2 - MB^2} - MB\right) = 7 \times 2\pi \Rightarrow MB \approx 0,72(cm) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

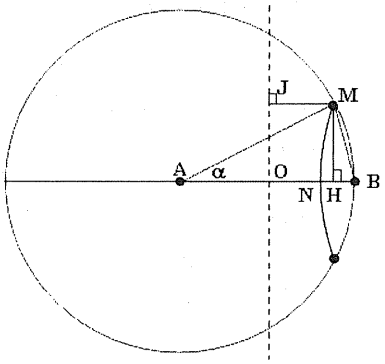
5) Vị trí các cực đại, cực tiểu trên đường tròn bán kính AB

Ta thấy MA = AB = R, từ điều kiện cực đại cực tiểu của M sẽ tìm được MB theo R.

Theo định lý hàm số cosin:

$$\cos\alpha = \frac{AM^2 + AB^2 - MB^2}{2AM.AB} = 1 - \frac{MB^2}{2R^2}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} AH = AM\cos\alpha \\ MH = AM\sin\alpha \end{cases}$$



Ví dụ 1: (ĐH-2012) Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn dao động theo phương vuông góc với mặt nước, cùng biên độ, cùng pha, cùng tần số 50 Hz được đặt tại hai điểm S_1 và S_2 cách nhau 10 cm. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 75 cm/s. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm S_1, bán kính S_1S_2, điểm mà phần tử tại đó dao động với biên độ cực đại cách điểm S_2 một đoạn ngắn nhất bằng

A. 85 mm. B. 15 mm. C. 10 mm. D. 89 mm.

Hướng dẫn

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = 1,5(cm)$

Hai nguồn kết hợp cùng pha, đường trung trực là cực đại giữa, hai cực đại xa nhất nằm hai bên đường trung trực có hiệu đường đi $MS_1 - MS_2 = -n\lambda$ (M gần S_1 hơn) và $MS_1 - MS_2 = n\lambda$ (M gần S_2 hơn);

với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \frac{S_1S_2}{\lambda} = \frac{10}{1,5} = 6,67 \Rightarrow n = 6$.

Do đó, $10 - MS_2 = 6.1,5 \Rightarrow MS_2 = 1$ cm $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 20 cm dao động điều hòa theo phương thẳng đứng, cùng pha, cùng tần số và tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng 3 cm. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm nằm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại, cách đường trung trực của AB gần nhất một khoảng bằng bao nhiêu?

A. 27,75 mm. B. 26,1 mm. C. 19,76 mm. D. 32,4 mm.

Hướng dẫn

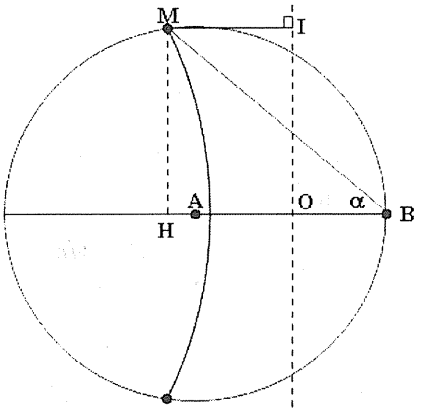
Điểm M là cực đại gần đường trung trực nhất thì $MA - MB = \lambda$

$\Rightarrow MB = 17$ cm.

$$\cos\alpha = \frac{AM^2 + AB^2 - MB^2}{2AM.AB} = 1 - \frac{MB^2}{2R^2} = 0,63875 \Rightarrow AH = AM\cos\alpha = 12,775(cm)$$

$$\Rightarrow MJ = OH = AH - AO = 12,775 - 10 = 2,775(cm) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 3: Trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 20 cm dao động điều hòa cùng pha, tạo ra sóng có bước sóng 3 cm. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm nằm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại cách xa đường trung trực của AB nhất một khoảng bằng bao nhiêu?



A. 34,5 cm. B. 26,1 cm.

C. 21,7 cm. D. 19,7 cm.

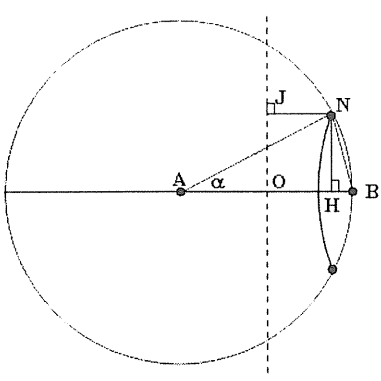
Hướng dẫn

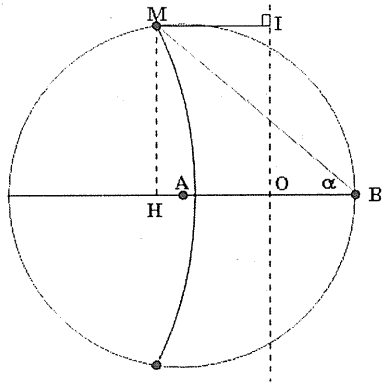
$$n = \text{số nguyên lớn nhất} < \frac{AB}{\lambda} = \frac{20}{3} = 6,7 \Rightarrow n = 6$$

Điểm M phải là cực đại gần A nhất nên: $MA - MB = -6\lambda \Rightarrow MB = 38(cm)$

$$\begin{cases} cos\,\alpha = \dfrac{AB^2 + MB^2 - MA^2}{2AB.MB} = 0,95 \\ MH = MB.cos\alpha = 36,1(cm) \Rightarrow MI = MH - OB = 26,1(cm) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: Điểm trên đường tròn tâm A bán kính AB cách đường thẳng AB gần nhất thì phải nằm về phía B và xa nhất thì phải nằm về phía A.





Ví dụ 4: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn A, B cách nhau 20 cm dao động cùng biên độ, cùng pha, cùng tần số 50 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,5 m/s. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm dao động với biên độ cực đại cách đường thẳng AB một đoạn gần nhất một đoạn bằng bao nhiêu?

A. 18,67 mm. B. 17,96 mm. C. 19,97 mm. D. 15,39 mm.

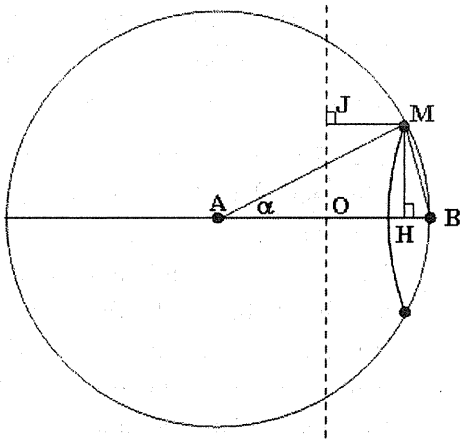
Hướng dẫn

$\lambda = \frac{v}{f} = 3(cm)$

$n = số\ nguyên\ lớn\ nhất < \frac{AB}{\lambda}$

$= \frac{20}{3} = 6,7 \Rightarrow n = 6$

Điểm M phải là cực đại gần B nhất nên: $MA - MB = 6\lambda \Rightarrow MB = 2(cm)$



$cos\alpha = \frac{AB^2 + AM^2 - MB^2}{2AM.AB} = 0,995$

$NH = AN.sin\alpha = AN.\sqrt{1 - cos^2\alpha} = 20.\sqrt{1 - 0,995^2} = 1,997(cm) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn A, B cách nhau 20 cm dao động cùng biên độ, cùng pha, tạo ra sóng có bước sóng 3 cm. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, dao động với biên độ cực đại cách đường thẳng AB một đoạn xa nhất một đoạn bằng bao nhiêu?

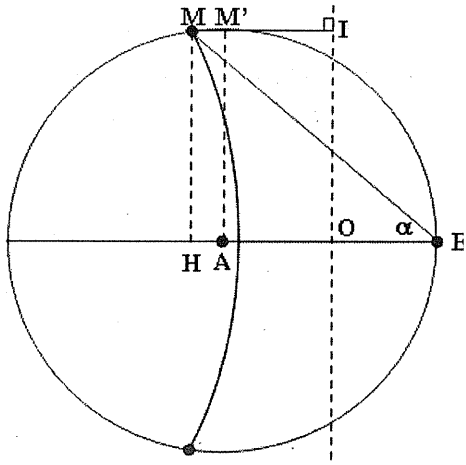
A. 11,87 cm. B. 19,97 cm. C. 19,76 cm. D. 10,9 cm.

Hướng dẫn

Từ A dựng đường vuông góc với AB cắt đường tròn tại M' ($M'B = AB\sqrt{2}$): M'B – M'A ≈ 8,28 cm ≈ 2,76λ ⇒ Tại M' không phải cực đại, cực tiểu.

Ta tính hiệu đường đi tại A: AB – AA = 20 cm ≈ 6,67λ > 2,76λ.

Cực đại qua M, xa AB nhất thì cũng gần M' nhất (3λ gần 2,76λ hơn 2λ): MB – MA = 3λ ⇒ MB = 29 cm.



$cos\alpha = \frac{AB^2 + MB^2 - MA^2}{2MB.AB}$

$= \frac{20^2 + 29^2 - 20^2}{2.29.20} = 0,725$

$MH = MB.sin\alpha = MB.\sqrt{1 - cos^2\alpha} = 29.\sqrt{1 - 0,725^2} \approx 19,97(cm) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn A, B cách nhau 20 cm dao động cùng biên độ, cùng pha, tạo ra sóng có bước sóng 3 cm. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, dao động với biên độ cực tiểu cách đường thẳng AB một đoạn xa nhất một đoạn bằng bao nhiêu?

A. 11,87 cm. B. 19,97 cm. C. 19,76 cm. D. 10,9 cm.

Hướng dẫn

Theo kết quả của bài trên, cực tiểu gần M nhất (xa AB nhất), ứng với hiệu đường đi (2,5λ gần 2,76λ hơn 3,5λ): MB – MA = 2,5λ ⇒ MB = 27,5 cm.

$$\cos\alpha = \frac{AB^2 + MB^2 - MA^2}{2MB.AB} = \frac{20^2 + 27,5^2 - 20^2}{2.27,5.20} = 0,6875$$

$$MH = MB.\sin\alpha = MB.\sqrt{1-\cos^2\alpha} = 27,5.\sqrt{1-0,6875^2} \approx 19,97(cm) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

6) Hai vân cùng loại đi qua hai điểm

Giả sử hai vân cùng loại bậc k và bậc k + b đi qua hai điểm M và M' thì

$$\begin{cases} MS_1 - MS_2 = k\lambda \\ M'S_1 - M'S_2 = (k+2)\lambda \end{cases} \Rightarrow \lambda = ? \Rightarrow v = \lambda f$$

$$\Delta\varphi_M = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) \begin{cases} \equiv k.2\pi : \text{M là cực đại} \\ \equiv (2k+1)\pi : \text{M là cực tiểu} \end{cases}$$

Ví dụ 1: Hai nguồn S_1 và S_2 trên mặt nước dao động theo các phương trình $u_1 = a_1\cos(90\pi t)$ cm; $u_2 = a_2\cos(90\pi t + \pi/4)$ cm (t đo bằng giây). Xét về một phía đường trung trực của S_1S_2 ta thấy vân bậc k đi qua điểm M có hiệu số $MS_1 - MS_2 = 13,5$ cm và vân bậc k + 2 (cùng loại với vân k) đi qua điểm M' có $M'S_1 - M'S_2 = 21,5$ cm. Tìm tốc độ truyền sóng trên mặt nước, các vân là cực đại hay cực tiểu?

A. 25cm/s, cực tiểu. B. 180 cm/s, cực tiểu.

C. 25cm/s, cực đại. D. 180cm/s, cực đại.

Hướng dẫn

Vì hai vân cùng loại nên chúng phải có cùng quy luật:

$$\begin{cases} MS_1 - MS_2 = 13,5cm = k\lambda \\ M'S_1 - M'S_2 = 21,5cm = (k+2)\lambda \end{cases} \Rightarrow \lambda = 4(cm) \Rightarrow v = \lambda f = \lambda\frac{\omega}{2\pi} = 180(cm/s)$$

$\Delta\varphi_M = (\alpha_2 - \alpha_1) + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = \frac{\pi}{4} + \frac{2\pi}{4}.13,5 = 7\pi$: hai sóng kết gửi đến M ngược pha nhau, triệt tiêu nhau nên M dao động cực tiểu ⇒ Chọn B.

Ví dụ 2: Trên mặt nước nằm ngang duy trì hai nguồn sóng kết hợp A, B dao động với cùng biên độ, cùng tần số và cùng pha. Cho biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1 m/s. Xét hai gợn sóng cùng loại, gợn thứ nhất đi qua điểm M có MB - MA = 5 cm, gợn thứ ba đi qua điểm N có NB - NA = 10 cm. Tần số dao động của hai nguồn là

A. 10 Hz. B. 20 Hz. C. 50 Hz. D. 40 Hz.

Hướng dẫn

Vì hai vân cùng loại nên chúng phải có cùng quy luật:

$$\begin{cases} MA - MB = 5cm = k\lambda \\ NA - NB = 10cm = (k+2)\lambda \end{cases}$$

$\Rightarrow \lambda = 2,5(cm) = 0,025(m) \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = 40(Hz) \Rightarrow$ Chọn D.

7) Giao thoa với 3 nguồn kết hợp

Gọi A_1, A_2 và A_3 lần lượt là biên độ của các sóng kết hợp u_{1M}, u_{2M} và u_{3M} do ba nguồn gửi đến M.

Nếu u_{1M}, u_{2M} và u_{3M} cùng pha thì biên độ tổng hợp tại M là $A = A_1 + A_2 + A_3$.

Nếu u_{1M}, u_{2M} cùng pha và ngược pha với u_{3M} thì biên độ tổng hợp tại M là $A = A_1 + A_2 - A_3$.

Ví dụ 1: Trên mặt nước ba nguồn sóng $u_1 = u_2 = 2a\cos\omega t$, $u_3 = a\cos\omega t$ đặt tại A, B và C sao cho tam giác ABC vuông cân tại C và AB = 12 cm. Biết biên độ sóng không đổi và bước sóng lan truyền 1,2 cm. Điểm M trên đoạn CO (O là trung điểm AB) cách O một đoạn ngắn nhất bằng bao nhiêu thì nó dao động với biên độ 3a.

A. 0,81 cm. B. 0,94 cm. C. 1,1 cm. D. 0,57 cm.

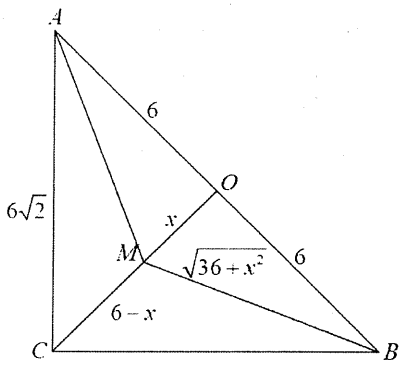
Hướng dẫn

Sóng tại M do nguồn A và nguồn B gửi đến luôn cùng pha. Muốn biên độ tại M là 3a = 2a + 2a - a thì sóng tại M do nguồn C gửi đến phải ngược pha với hai sóng nói trên. Muốn vậy hiệu đường đi MB – MC = (k + 0,5)λ.

Vì M nằm gần O nhất nên MB – MC = 0,5λ hay

$\sqrt{36+x^2} - (6-x) = 0,6 \Rightarrow x = 0,57(cm)$

$\Rightarrow$ Chọn D.



Ví dụ 2: Trên mặt nước ba nguồn sóng $u_1 = 2a\cos\omega t$, $u_2 = 3a\cos\omega t$, $u_3 = 4a\cos\omega t$ đặt tại A, B và C sao cho tam giác ABC vuông cân tại C và AB = 12 cm. Biết biên độ sóng không đổi và bước sóng lan truyền 2 cm. Điểm M trên đoạn CO (O là trung điểm AB) cách O một đoạn ngắn nhất bằng bao nhiêu thì nó dao động với biên độ 9a.

A. 1,1 cm. B. 0,93 cm. C. 1,75 cm. D. 0,57 cm.

Hướng dẫn

Sóng tại M do nguồn A và nguồn B gửi đến luôn cùng pha. Muốn biên độ tại M là 9a = 2a + 3a + 4a thì sóng tại M do nguồn C gửi đến phải cùng pha với hai sóng nói trên. Muốn vậy hiệu đường đi MB – MC = kλ.

Vì M nằm gần O nhất nên MB – MC = λ hay

$\sqrt{36+x^2}-(6-x)=2 \Rightarrow x=1,75(cm)$ $\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Dùng máy tính Casio 570ES để giải phương trình $\sqrt{36+x^2}-(6-x)=2$ *thì ta bấm như sau:*

ANPHA CALC

$$\sqrt{36+x^2}-(6-x)=2$$

ANPHA)

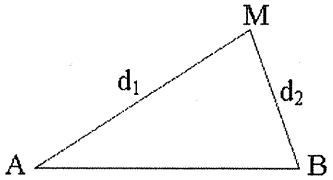
Bấm: SHIFT CALC = *sẽ được kết quả x = 1,75.*

3. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN PHƯƠNG TRÌNH SÓNG TỔNG HỢP

Phương pháp giải

1) Phương trình sóng tổng hợp

a) Hai nguồn cùng biên độ: $\begin{cases} u_A = a\cos(\omega t+\alpha_1) \\ u_B = a\cos(\omega t+\alpha_2) \end{cases}$



$$\begin{cases} u_{1M} = a\cos\left(\omega t+\alpha_1-\dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M} = a\cos\left(\omega t+\alpha_2-\dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases} \Rightarrow u_M = u_{1M}+u_{2M}$$

$$u_M = 2a\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\pi\frac{d_1-d_2}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t+\frac{\alpha_2+\alpha_1}{2}-\pi\frac{d_1+d_2}{\lambda}\right)$$

Biên độ dao động tổng hợp tại M: $A_M = \left|2a\cos\left(\dfrac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\pi\dfrac{d_1-d_2}{\lambda}\right)\right|$

Vận tốc dao động tại M là đạo hàm của u_M theo t:

$$v_M = -\omega.2a\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\pi\frac{d_1-d_2}{\lambda}\right)\sin\left(\omega t+\frac{\alpha_2+\alpha_1}{2}-\pi\frac{d_1+d_2}{\lambda}\right)$$

b) Hai nguồn khác biên độ: $\begin{cases} u_A = A_1\cos(\omega t+\alpha_1) \\ u_B = A_2\cos(\omega t+\alpha_2) \end{cases}$

$$\begin{cases} u_{1M} = A_1\cos\left(\omega t+\alpha_1-\dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M} = A_2\cos\left(\omega t+\alpha_2-\dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases} \Rightarrow u_M = u_{1M}+u_{2M} = A\cos(\omega t+\varphi)$$

$$\begin{cases} A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\varphi}; \quad \Delta\varphi=\alpha_2-\alpha_1+\dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2) \\ \tan\varphi=\dfrac{A_1\sin\left(\alpha_1-\dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right)+A_2\sin\left(\alpha_2-\dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right)}{A_1\cos\left(\alpha_1-\dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right)+A_2\cos\left(\alpha_2-\dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right)} \end{cases}$$

Ví dụ 1: Hai nguồn sóng cơ A và B cách nhau 24 cm là hai tâm dao động phát đồng thời 2 sóng, với phương trình dao động lần lượt là $u_1 = 7\cos(40\pi t)$ (cm) và $u_2 = 7\cos(40\pi t + \pi)$ (cm) trong đó t đo bằng giây. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi và bước sóng lan truyền 6 cm. Viết phương trình dao động tổng hợp tại điểm M trên mặt nước cách A một khoảng 27 cm và cách B một khoảng 18 cm.

A. $u_M = -14\cos(40\pi t - 5\pi)$ cm. B. $u_M = +14\cos(40\pi t - 7\pi)$ cm.

C. $u_M = -7\cos(40\pi t - 5\pi)$ cm. D. $u_M = +7\cos(40\pi t - 7\pi)$ cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} u_{1M}=7\cos\left(40\pi t-\dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right)=7\cos(40\pi t-9\pi) \\ u_{2M}=7\cos\left(40\pi t+\pi-\dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right)=7\cos(40\pi t-5\pi) \end{cases} \Rightarrow u_M=u_{1M}+u_{2M}$$

$u_M = 14.\cos(2\pi)\cos(40\pi t - 7\pi) = 14\cos(40\pi t - 7\pi)(cm) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 2: Trên mặt nước hai nguồn sóng A và B dao động theo phương trình: $u_1 = 5\sin(10\pi t + \pi/6)$ cm; $u_2 = 5\sin(10\pi t + \pi/2)$ cm. Biết tốc độ truyền sóng 10 cm/s; biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Viết phương trình dao động tổng hợp tại điểm M trên mặt nước cách A một khoảng 9 cm và cách B một khoảng 8 cm.

A. $u_M = -5\sin(10\pi t - 49\pi/6)$ cm. B. $u_M = +5\sin(10\pi t - 49\pi/6)$ cm.

C. $u_M = -5\sin(10\pi t - 9\pi/6)$ cm. D. $u_M = +5\sin(10\pi t - 9\pi/6)$ cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} u_1=5\sin\left(10\pi t+\dfrac{\pi}{6}\right) \\ u_2=5\sin\left(10\pi t+\dfrac{\pi}{2}\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_{1M}=5\sin\left(10\pi t+\dfrac{\pi}{6}-\dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M}=5\sin\left(10\pi t+\dfrac{\pi}{2}-\dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases} \Rightarrow u_M=u_{1M}+u_{2M}$$

$$u_M=10\cos\left(\frac{\pi}{6}+\frac{\pi(d_1-d_2)}{\lambda}\right)\sin\left(10\pi t+\frac{\pi}{3}-\frac{\pi(d_1+d_2)}{\lambda}\right)=-5\sin\left(10\pi t-\frac{49\pi}{6}\right)cm$$

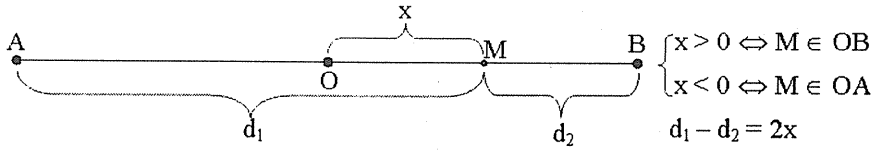
$\Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Nếu hai điểm M và N nằm trên đoạn AB thì $d_1 + d_2 = AB$ nên từ các công thức:

$$u_M = 2a\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\pi\frac{d_1-d_2}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t+\frac{\alpha_2+\alpha_1}{2}-\pi\frac{d_1+d_2}{\lambda}\right)$$ và

$$v_M = -\omega.2a\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\pi\frac{d_1-d_2}{\lambda}\right)\sin\left(\omega t+\frac{\alpha_2+\alpha_1}{2}-\pi\frac{d_1+d_2}{\lambda}\right)$$

Ta suy ra: $\frac{v_M}{v_N}=\frac{u_M}{u_N}=\frac{\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\pi\frac{d_{1M}-d_{2M}}{\lambda}\right)}{\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\pi\frac{d_{1N}-d_{2N}}{\lambda}\right)}=\frac{\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\frac{2\pi x_M}{\lambda}\right)}{\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\frac{2\pi x_N}{\lambda}\right)}$



Ví dụ 3: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn dao động A và B có phương trình lần lượt: $u_1 = 4\cos 40\pi t$ mm, $u_2 = 4\cos(40\pi t + \pi/3)$ mm bước sóng lan truyền 6 cm. Gọi O là trung điểm của AB, hai điểm M, N lần lượt nằm trên OA và OB cách O tương ứng 0,5 cm và 2 cm. Tại thời điểm t vận tốc của điểm M là $12\sqrt{3}$ cm/s thì vận tốc dao động tại điểm N có giá trị là

A. $12\sqrt{3}$ cm/s. B. $-12\sqrt{3}$ cm/s. C. -36 cm/s. D. -18 cm/s.

Hướng dẫn

$$\frac{v_M}{v_N}=\frac{u_M}{u_N}=\frac{\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\frac{2\pi x_M}{\lambda}\right)}{\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\frac{2\pi x_N}{\lambda}\right)}\Rightarrow\frac{12\sqrt{3}}{v_N}=\frac{\cos\left(\frac{\pi/3-0}{2}+\frac{2\pi(-0,5)}{6}\right)}{\cos\left(\frac{\pi/3-0}{2}+\frac{2\pi.2}{6}\right)}$$

$\Rightarrow v_N = -18(cm/s) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn dao động A và B có phương trình lần lượt: $u_1 = 4\cos 40\pi t$ mm, $u_2 = 4\cos(40\pi t + \pi/3)$ mm bước sóng lan truyền 6 cm. Gọi O là trung điểm của AB, hai điểm M, N lần lượt nằm trên OA và OB cách O tương ứng 1 cm và 0,5 cm. Tại thời điểm t li độ của điểm M là 1,2 cm thì li độ tại điểm N là

A. $0,4\sqrt{3}$ cm. B. $-0,4\sqrt{3}$ cm. C. -0,6 cm. D. 0,6 cm.

Hướng dẫn

$$\frac{v_M}{v_N}=\frac{u_M}{u_N}=\frac{\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\frac{2\pi x_M}{\lambda}\right)}{\cos\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}+\frac{2\pi x_N}{\lambda}\right)}\Rightarrow\frac{1,2}{v_N}=\frac{\cos\left(\frac{\pi/3-0}{2}+\frac{2\pi(-1)}{6}\right)}{\cos\left(\frac{\pi/3-0}{2}+\frac{2\pi(+0,5)}{6}\right)}$$

$\Rightarrow u_N = -0,4\sqrt{3}\,(cm) \Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Để so so sánh trạng thái dao động của điểm M với nguồn thì ta viết phương trình dao động tổng hợp tại M về dạng chính tắc $u_M = A_M\cos(\omega t + \varphi)$.

Ví dụ 5: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B đều có phương trình u = 5cosωt (cm). Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi và bước sóng là 2 cm. Điểm M trên mặt nước nằm trong vùng giao thoa cách A và B lần lượt là AM = 4,75 cm; BM = 3,25 cm. Chọn câu đúng.

A. Điểm M dao động với biên độ cực đại.

B. Điểm M dao động cùng pha với các nguồn.

C. Điểm M dao động với biên độ cực tiểu.

D. Điểm M dao động ngược pha với các nguồn.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} u_1 = 5\cos\omega t \\ u_2 = 5\cos\omega t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_{1M} = 5\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M} = 5\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases} \Rightarrow u_M = u_{1M} + u_{2M}$$

$$u_M = 10.\cos\left(\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right)$$

$$u_M = 10\cos\frac{\pi.1,5}{2}\cos\left(\omega t - \frac{\pi.8}{2}\right) = 5\sqrt{2}\cos(200\pi t - 4\pi + \pi)(cm)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 6: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B đều có phương trình u = 5cosωt (cm). Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi và bước sóng là 2 cm. Điểm M trên mặt nước nằm trong vùng giao thoa cách A và B lần lượt là AM = 3,75 cm; BM = 3,25 cm. Chọn câu đúng.

A. Có những thời điểm mà M và B cùng qua vị trí cân bằng của chúng.

B. Điểm M dao động cùng pha với các nguồn.

C. Khi tốc độ dao động của M cực tiểu thì tốc độ dao động của A cực đại.

D. Điểm M dao động ngược pha với các nguồn.

Hướng dẫn

$$u_M = 10\cos\frac{\pi.0,5}{2}\cos\left(\omega t - \frac{\pi.7}{2}\right) = 5\sqrt{2}\cos(200\pi t - 3,5\pi)(cm)$$

Điểm M dao động vuông pha với A $\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Nếu bài toán chỉ yêu cầu tính biên độ tổng hợp tại M ta nên dùng công thức:

$$\begin{cases}\Delta\varphi=(\alpha_2-\alpha_1)+\dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)\\ A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\varphi}\end{cases}\Bigg|\begin{array}{l}\Delta\varphi\equiv k.2\pi\Rightarrow A=A_1+A_2\\ \Delta\varphi\equiv(2k+1)\pi\Rightarrow A=|A_1-A_2|\\ \Delta\varphi\equiv(2k+1)\dfrac{\pi}{2}\Rightarrow A=\sqrt{A_1^2+A_2^2}\end{array}$$

Ví dụ 7: Tại hai điểm A và B trên mặt nước có 2 nguồn sóng kết hợp (nguồn B sớm hơn nguồn A là π), biên độ lần lượt là 4 cm và 2 cm, bước sóng là 6 cm. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Điểm M cách A là 21 cm, cách là B là 20 cm sẽ dao động với biên độ bằng

A. $2\sqrt{5}$ cm. B. 6 cm. C. $2\sqrt{3}$ cm. D. $2\sqrt{7}$ cm.

Hướng dẫn

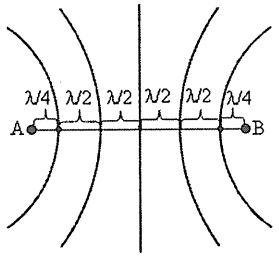
$$\Delta\varphi=(\alpha_2-\alpha_1)+\frac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)=\pi+\frac{2\pi}{6}(21-20)=\frac{4\pi}{3}$$

$$A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\varphi}=\sqrt{4^2+2^2+2.4.2\cos\frac{4\pi}{3}}=2\sqrt{3}\,(cm)\Rightarrow\text{Chọn C.}$$

Ví dụ 8: Hai nguồn sóng trên mặt nước giống hệt nhau A và B cách nhau 8 cm, biên độ dao động của chúng 4 cm. Khi đó trên mặt nước tại vùng giữa A và B người ta quan sát thấy 5 gợn lồi và những gợn này cắt đoạn AB thành 6 đoạn mà hai đoạn đầu chỉ dài bằng một nửa các đoạn còn lại. Tính biên độ dao động tại M trên mặt nước cách A và B lần lượt 8 cm và 8,8 cm.

A. 4 cm. B. $4\sqrt{3}$ cm. C. $2\sqrt{3}$ cm. D. $4\sqrt{2}$ cm.

Hướng dẫn



$$\begin{cases}AB=\dfrac{\lambda}{4}+4\dfrac{\lambda}{2}+\dfrac{\lambda}{4}\Rightarrow\lambda=3,2\,(cm)\\ \Delta\varphi=\dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)=\dfrac{2\pi}{3,2}(8-8,8)=\dfrac{\pi}{2}\end{cases}$$

$$A_M=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\varphi}=4\sqrt{2}\,(cm)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 9: Tại hai điểm A và B trên mặt nước có 2 nguồn sóng kết hợp lệch pha nhau π/3, biên độ lần lượt là 4 cm và 3 cm. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Biên độ dao động tại trung điểm I của AB là

A. $\sqrt{37}$ cm. B. 6 cm. C. $2\sqrt{3}$ cm. D. 5 cm.

Hướng dẫn

$$\Delta\varphi=\alpha_2-\alpha_1+\frac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)=\frac{\pi}{3}+\frac{2\pi}{\lambda}0\Rightarrow A=\sqrt{4^2+3^2+2.4.3\cos\frac{\pi}{3}}=\sqrt{37}\,(cm)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Để tìm số điểm dao động với biên độ trung gian A_0 trên khoảng AB:

* *Từ* $A_0^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi$ *tìm ra* $\Delta\varphi$ *theo số nguyên k, rồi thay vào*

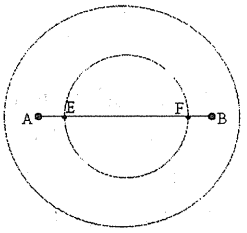
$\Delta\varphi = \alpha_2 - \alpha_1 + \dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)$ *để tìm ra* $d_1 - d_2$ *theo k.*

* *Sau đó thay vào điều kiện* $-AB < d_1 - d_2 < AB$ *sẽ tìm được số giá trị nguyên của k.*

Ví dụ 10: Ở mặt thoáng chất lỏng có 2 nguồn kết hợp A, B cách nhau 4 cm, dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là: $u_A = 0{,}3\cos(40\pi t + \pi/6)$ cm và $u_B = 0{,}4\cos(40\pi t + 2\pi/3)$ cm. Cho tốc độ truyền sóng là 40 cm/s.

1) Tính số điểm dao động với biên độ 0,5 cm trên AB.
2) Tính số điểm dao động với biên độ 0,5 cm trên đường tròn tâm là trung điểm của AB và bán kính 3 cm.
3) Tính số điểm dao động với biên độ 0,5 cm trên đường tròn tâm là trung điểm của AB và bán kính 1,5 cm.

Hướng dẫn



1) Bước sóng: $\lambda = vT = v.\dfrac{2\pi}{\omega} = 2(cm)$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + \left(\frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{6}\right) = \pi(d_1 - d_2) + \frac{\pi}{2}$$

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi \Rightarrow \cos\Delta\varphi = 0 \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{2} + k\pi$$

$$\Rightarrow \pi(d_1 - d_2) + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow d_1 - d_2 = k(cm):$$

Điều kiện thuộc AB là $-AB < d_1 - d_2 < AB \Rightarrow -4 < k < 4 \Rightarrow k = -3,..,3$: có 7 giá trị ⇒ Số điểm dao động với biên độ 0,5 cm trên AB là 7.

2) Số điểm trên đường bao quanh AB là 2.7 = 14.

3) Điều kiện thuộc EF: $EA - EB \le d_1 - d_2 < FA - FB \Rightarrow 0{,}5 - 3{,}5 \le k \le 3{,}5 - 0{,}5$

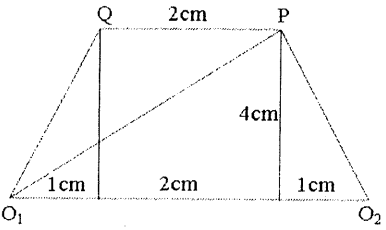
$\Rightarrow -3 \le k \le 3 \Rightarrow k = -3,..,3$: có 7 giá trị ⇒ Số điểm dao động với biên độ 0,5 cm trên EF là 7, trong đó có hai điểm nằm tại E và tại F⇒ Số điểm dao động với biên độ 0,5 cm trên đường tròn đường kính EF là 2.7 -2 = 12.

Ví dụ 11: Trên mặt nước, hai nguồn kết hợp O_1, O_2 cách nhau 4 cm dao động với phương trình: $u_1 = 6\cos(\omega t + 5\pi/6)$ cm và $u_2 = 8\cos(\omega t + \pi/6)$ cm với bước sóng 2 cm. Gọi P, Q là hai điểm trên mặt nước sao cho tứ giác O_1O_2PQ là hình thang cân có diện tích là 12 cm^2 và PQ = 2 cm là một đáy của hình thang. Số điểm dao động với biên độ $2\sqrt{13}$ cm trên O_1P là

A. 2. B. 3. C. 5. D. 4.

Hướng dẫn

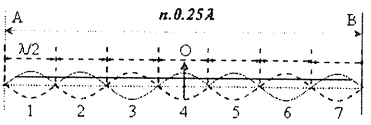
$$\begin{cases} S=\dfrac{(a+b)h}{2}\Rightarrow 12=\dfrac{(2+4)h}{2}\Rightarrow h=4(cm) \\ O_1P=\sqrt{4^2+3^2}=5(cm) \\ O_2P=\sqrt{4^2+1^2}\approx 4,123(cm) \\ \underbrace{O_1O_1-O_1O_2}_{-4}<d_1-d_2\le\underbrace{O_1P-O_2P}_{0,877} \end{cases}$$

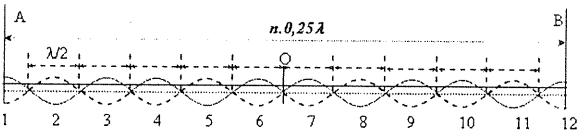


$$\begin{cases} \Delta\varphi=\dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1-d_2)+(\alpha_2-\alpha_1)=\pi(d_1-d_2)-\dfrac{\angle\pi}{3} \\ A^2=A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\varphi\Rightarrow 4.13=6^2+8^2+2.6.8\cos\Delta\varphi \\ \Rightarrow\cos\Delta\varphi=-\dfrac{1}{2}\Rightarrow\Delta\varphi=\pm\dfrac{2\pi}{3}+k.2\pi\Rightarrow\pi(d_1-d_2)-\dfrac{2\pi}{3}=\pm\dfrac{2\pi}{3}+k.2\pi \\ d_1-d_2=2k\cup d_1-d_2=\dfrac{4}{3}+2l\xrightarrow{-4<d_1-d_2\le 0,877}\begin{cases}-2<k\le 0,43\Rightarrow k=-1;0\\ -2,6<l\le -0,23\Rightarrow l=-2,-1\end{cases} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ *Số điểm là 4* $\Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Trong trường hợp hai nguồn kết hợp cùng pha hoặc ngược pha mà AB = nλ/4 thì số điểm dao động với biên độ A_0 ($0 < A_0 < A_{max} = A_1 + A_2$) đúng bằng n.





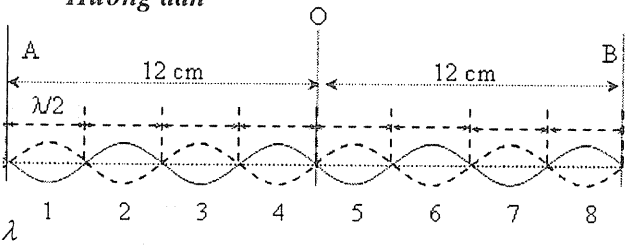
Ví dụ 12: Hai nguồn sóng cơ A và B cách nhau 24 cm là hai tâm dao động phát đồng thời 2 sóng, với phương trình dao động lần lượt là $u_1 = -u_2 = 7\cos(40\pi t)$ (cm) trong đó t đo bằng giây (coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi). Sóng tạo ra là sóng ngang, lan truyền trong môi trường với tốc độ 1,2 m/s. Số điểm dao động với biên độ $7\sqrt{2}$ cm trên đoạn nối A và B là

A. 8. B. 16. C. 10. D. 6.

Hướng dẫn

$$\lambda=vT=v\frac{2\pi}{\omega}=6(cm)$$

Cách 1:



$$AB=24(cm)=16.1,5=16\frac{\lambda}{4}$$

$\Rightarrow$ Số điểm dao động với biên độ trung gian là 16 $\Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2: Nếu không phát hiện ra cách giải độc đáo nói trên, thì phải giải theo cách này.

$$\begin{cases} u_1 = 7\cos 40\pi t \\ u_2 = 7\cos(40\pi t + \pi) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_{1M} = 7\cos\left(40\pi t - \dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M} = 7\cos\left(40\pi t + \pi - \dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases} \Rightarrow u_M = u_{1M} + u_{2M}$$

$$u_M = 14\cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\right)\cos\left(40\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right)$$

$$\Rightarrow A_M = 14\left|\cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\right)\right| = 7\sqrt{2}$$

$$\Rightarrow \cos^2\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos\left(\pi + \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\right) = 0 \Rightarrow \pi + \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi$$

$$(d_1 - d_2) = -1{,}5 + 3k \xrightarrow{-AB<d_1-d_2<AB} -7{,}5 < k < 8{,}5 \Rightarrow k = \underbrace{-7;-6;...;8}_{\text{có 16 giá trị}}$$

Ví dụ 13: Cho hai nguồn sóng dao động giống hệt nhau, với biên độ 2 cm. Khoảng cách giữa hai nguồn là 60 cm, bước sóng là 20 cm. Coi biên độ không thay đổi trong quá trình truyền sóng. Số điểm dao động với biên độ 3 cm trên đường tròn bao quanh hai nguồn là

A. 12. B. 6. C. 20. D. 24.

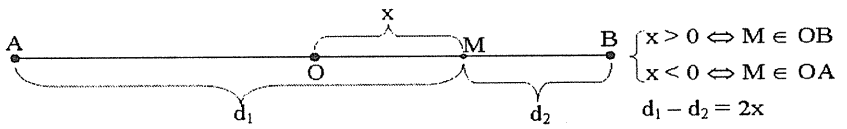
Hướng dẫn

$AB = 60(cm) = 12.5 = 12\dfrac{\lambda}{4}$: Số điểm trên AB có biên độ trung gian là 12, nên số điểm trên đường bao là 2.12 = 24

$\Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Trong trường hợp hai nguồn kết hợp cùng pha hoặc hai nguồn kết hợp ngược pha, điểm M nằm trên OB, cách O là x (hay $d_1 - d_2 = 2x$), có biên độ $\sqrt{A_1^2 + A_2^2}$ thì hai sóng kết hợp gửi đến M dao động vuông pha nhau nên $\Delta\varphi = \pi/2 + k\pi$ hay

$$\begin{cases} \Delta\varphi = \dfrac{2\pi}{\lambda}\underbrace{(d_1 - d_2)}_{2x} = \dfrac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow x = \dfrac{\lambda}{8} + k\dfrac{\lambda}{4} \\ \Delta\varphi = \pi + \dfrac{2\pi}{\lambda}\underbrace{(d_1 - d_2)}_{2x} = \dfrac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow x = -\dfrac{\lambda}{8} + k\dfrac{\lambda}{4} \end{cases} \Rightarrow x_{\min} = \frac{\lambda}{8}$$



Ví dụ 14: Trên mặt nước tại hai điểm S_1, S_2 cách nhau 7,6 cm, người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với phương trình $u_1 = 6\cos\omega t$ và $u_2 = 8\cos\omega t$ (u_1 và u_2 tính bằng mm, t tính bằng s). Biết bước sóng là 4 cm, coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Điểm M thuộc đoạn thẳng S_1S_2 dao động với biên độ 10 cm. Hỏi M và cách trung điểm O của đoạn S_1S_2 một đoạn nhỏ nhất là bao nhiêu? Cách B một đoạn nhỏ nhất bao nhiêu?

Hướng dẫn

Cách 1: Vì $10^2 = 6^2 + 8^2$ nên hai sóng gửi đếm M dao động vuông pha nhau.

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\underbrace{(d_1 - d_2)}_{2x} = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow x = \frac{\lambda}{8} + k\frac{\lambda}{4} = 0,5 + k(cm)$$

Điều kiện M thuộc OB là $0 < x < OB$, hay $-0,5 < k < 3,3 \Rightarrow k_{min} = 0$, $k_{max} = 3 \Rightarrow$ $x_{min} = 0,5$ cm (gần O nhất) và $x_{max} = 3,5$ cm (xa O nhất nên gần B nhất và cách B là $OB - x_{max} = 0,3$ cm).

Cách 2: M thuộc OB cách O một đoạn nhỏ nhất và xa nhất lần lượt là:

$$\begin{cases} x_{min} = \dfrac{\lambda}{8} \\ x_{max} = x_{min} + n\dfrac{\lambda}{4} \end{cases}$$. Với n là số nguyên lớn nhất thỏa mãn $n < \dfrac{OB - x_{min}}{\lambda/4}$.

Thay số: $x_{min} = 0,5$ cm và $n < \dfrac{OB - x_{min}}{\lambda/4} = \dfrac{3,8 - 0,5}{1} = 3,3 \Rightarrow n = 3$

$$\Rightarrow x_{max} = 0,5 + 3.1 = 3,5(cm)$$

2) Trạng thái các điểm nằm trên AB

Xét các điểm nằm trên AB, các cực đại tương ứng với các bụng sóng dừng (biên độ tại bụng $A_{max} = A_1 + A_2$), các cực tiểu tương ứng với các nút sóng dừng.

Điểm M thuộc AB, cách nút gần nhất và cách bụng gần nhất lần lượt là x và y thì biên độ dao động tại M là: $A_0 = A_{max}\sin\dfrac{2\pi x}{\lambda} = A_{max}\cos\dfrac{2\pi y}{\lambda}$.

Các điểm thuộc AB có cùng biên độ A_0 mà cách đều nhau những khoảng Δx thì tương tự như trường hợp sóng dừng ta phải có: $A_0 = A_{max}/\sqrt{2}$ và $\Delta x = \lambda/4$.

Ví dụ 1: Hai nguồn A và B trên mặt nước dao động cùng pha, O là trung điểm AB dao động với biên độ 2 cm. Điểm M trên đoạn AB dao động với biên độ 1 cm. Biết bước sóng lan truyền là 1,5 cm. Giá trị OM nhỏ nhất là

A. 0,25 cm. B. 1,5 cm. C. 0,125 cm. D. 0,1875 cm.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp cùng pha thì O là cực đại nên ta dựa vào công thức:

$$A_0 = A_{max}\cos\frac{2\pi y}{\lambda} \Rightarrow 1 = 2\cos\frac{2\pi y}{1,5} \Rightarrow OM = y = 0,25(cm) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 2: Hai nguồn A và B trên mặt nước dao động ngược pha, O là trung điểm AB dao động với biên độ 2 cm. Điểm M trên đoạn AB dao động với biên độ $\sqrt{3}$ cm. Biết bước sóng lan truyền là 3 cm. Giá trị OM nhỏ nhất là

A. 0,25 cm. B. 1,5 cm. C. 0,125 cm. D. 0,5 cm.

Hướng dẫn

Hai nguồn kết hợp ngược pha thì O là cực tiểu nên ta dựa vào công thức:

$$A_0 = A_{\max}\sin\frac{2\pi x}{\lambda} \Rightarrow \sqrt{3} = 2\sin\frac{2\pi x}{3} \Rightarrow OM = x = 0,5(cm) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Trường hợp hai nguồn kết hợp cùng pha thì tổng số cực đại trên khoảng AB được xác định từ $-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda}$. *Các cực đại này chia làm hai nhóm: một nhóm cùng pha với O và một nhóm ngược pha với O.*

Nếu AB/λ là số không nguyên thì cực đại tại O không cùng pha không ngược pha với các nguồn nên trên AB cùng không có cực đại nào cùng pha hoặc ngược pha với các nguồn.

Nếu AB/λ là một số nguyên chẵn (AB = 2nλ) thì cực đại tại O cùng pha. Nếu AB/λ là một số nguyên lẻ (AB = (2n + 1)λ) thì cực đại tại O ngược pha.

$$\begin{cases} \boxed{AO = n\lambda} \text{ trừ A và B có } \begin{cases} 2n - 1 \text{ cực đại (cả O) cùng pha với nguồn} \\ 2n \text{ cực đại ngược pha với nguồn} \end{cases} \\ \boxed{AO = (n+0,5)\lambda} \text{ trừ A và B có } \begin{cases} 2n+1 \text{ cực đại (cả O) ngược pha với nguồn} \\ 2n \text{ cực đại cùng pha với nguồn} \end{cases} \end{cases}$$

Số cực đại cùng pha với nguồn luôn luôn ít hơn số cực đại ngược pha với nguồn là 1.

Ví dụ 3: Tại hai điểm A và B trên mặt nước có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha cùng biên độ, bước sóng λ. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Biết khoảng cách AB = 8λ. Hỏi trên khoảng AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại và cùng pha với các nguồn?

A. 7. B. 8. C. 6. D. 17.

Hướng dẫn

Ta thấy: AB/λ = 8 = 2.4 (số chẵn)⇒ n = 4 nên số cực đại cùng pha với nguồn là 2n – 1 = 7 và số cực đại ngược pha với nguồn là 2n = 8 ⇒ Chọn A.

Ví dụ 4: Hai nguồn sóng A, B cách nhau 10 cm trên mặt nước tạo ra giao thoa sóng, dao động tại nguồn có phương trình u_A = acos(100πt) và u_B = bcos(100πt), tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1 m/s. Số điểm trên đoạn AB có biên độ cực đại và dao động cùng pha với trung điểm O của đoạn AB là

A. 5 điểm. B. 9 điểm. C. 11 điểm. D. 4 điểm.

Hướng dẫn

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = 2(cm)$

Ta thấy: AB/λ = 5 = 4 + 1 ⇒ Tổng số cực đại trên AB là 2.4 + 1 = 9, trong đó có 5 cực đại ngược pha với nguồn và 4 cực đại cùng pha với nguồn.

Vì AO = OB = 2,5λ nên cực đại tại O dao động ngược pha với nguồn. Vậy cực đại tại O là 1 trong 5 cực đại dao động ngược pha với nguồn ⇒ Chọn D.

Ví dụ 5: Hai nguồn sóng kết hợp, cùng pha, dao động theo phương trình u = cos100πt cm. Hai nguồn cách nhau 0,9m tốc độ truyền sóng 10 m/s. Trên đường nối có số điểm nhiều nhất dao động với biên độ 2 cm và cùng pha với nhau là

A. 4 điểm. B. 9 điểm. C. 3 điểm. D. 5 điểm.

Hướng dẫn

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = 2(cm)$

Ta thấy: AB/λ = 4,5 = 4 + 0,5 ⇒ Tổng số cực đại trên AB là 2.4 + 1 = 9 (không có cực đại nào dao động cùng pha với nguồn hoặc ngược pha với nguồn), trong đó có 5 cực đại cùng pha nhau (cả O) và 4 cực đại ngược pha với O ⇒ Chọn D.

Ví dụ 6: Tại hai điểm A và B trên mặt nước có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha cùng biên độ, bước sóng λ. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Biết khoảng cách AB = 2,5λ. Trên khoảng AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại và trong số đó có bao nhiêu điểm dao động cùng pha với các nguồn?

A. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại trong đó có 2 điểm dao động cùng pha với các nguồn.

B. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại trong đó có 3 điểm dao động cùng pha với các nguồn.

C. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại và cả 5 điểm đó đều dao động cùng pha với các nguồn.

D. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại và không có điểm nào động cùng pha với các nguồn.

Hướng dẫn

Ta thấy: AB/λ = 2,5 = 2 + 0,5 ⇒ Tổng số cực đại trên AB là 2.2 + 1 = 5. Không có cực đại nào dao động cùng pha với nguồn hoặc ngược pha với nguồn ⇒ Chọn D.

Ví dụ 7: Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A, B dao động cùng pha cách nhau 14 cm, các sóng kết hợp có bước sóng λ = 2 cm. Gọi M là điểm ở mặt chất lỏng gần A nhất sao cho phần tử chất lỏng tại M dao động với biên độ cực đại và ngược pha với nguồn A. Khoảng cách AM nhỏ nhất là

A. 1,5 cm. B. 3 cm. C. 2 cm. D. 1 cm.

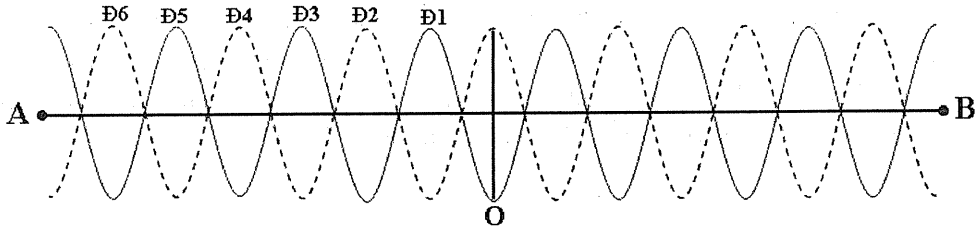
Hướng dẫn

Ta thấy: $AB/\lambda = 7 = 6 + 1 \Rightarrow$ Tổng số cực đại trên AB là $2.6 + 1 = 13$.

Tại trung điểm O của AB là một cực đại và mỗi khoảng AO, OB có 6 cực đại.

Vì $AO/\lambda = 7/2 = 3,5$ nên cực đại tại O dao động ngược pha với nguồn.

Cực đại dao động ngược pha với nguồn gần nguồn nhất là cực đại thứ 6, cực đại này cách O là $OM = 6\lambda/2$, tức cách A là $AM = AO - MO = 1$ cm$\Rightarrow$ Chọn D.



Ví dụ 8: Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A, B dao động cùng pha cách nhau 14 cm, các sóng kết hợp có bước sóng $\lambda = 2$ cm. Gọi M là điểm ở mặt chất lỏng gần A nhất sao cho phần tử chất lỏng tại M dao động với biên độ cực đại và cùng pha với nguồn A. Khoảng cách AM nhỏ nhất là

A. 1,5 cm. B. 3 cm. C. 2 cm. D. 1 cm.

Hướng dẫn

Ta thấy: $AB/\lambda = 7 = 6 + 1 \Rightarrow$ Tổng số cực đại trên AB là $2.6 + 1 = 13$.

Tại trung điểm O của AB là một cực đại và mỗi khoảng AO, OB có 6 cực đại.

Vì $AO/\lambda = 7/2 = 3,5$ nên cực đại tại O dao động ngược pha với nguồn.

Cực đại dao động cùng pha với nguồn gần nguồn nhất là cực đại thứ 5, cực đại này cách O là $OM = 5\lambda/2$, tức cách A là $AM = AO - MO = 2$ cm$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 9: Trên mặt nước có hai nguồn phát sóng kết hợp A, B dao động cùng biên độ a, cùng tần số, cùng pha. Coi biên độ sóng không đổi. Hai điểm đứng yên liên tiếp trên đoạn AB cách nhau 3 cm. Khoảng cách giữa hai nguồn AB = 20 cm. O là trung điểm của AB. Trên đoạn OB có số điểm dao động với biên độ 1,8a cùng pha với dao động tại O là

A. 4. B. 6. C. 7. D. 3.

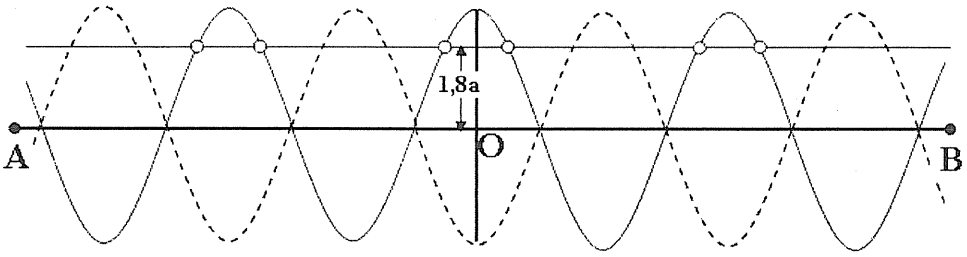
Hướng dẫn

Khoảng cách giữa hai điểm đứng yên liên tiếp đo dọc theo AB là $\lambda/2 = 3$ nên $\lambda = 6$ cm.

Ta thấy: $AB/\lambda = 3,33 = 3 + 0,33 \Rightarrow$ Tổng số cực đại trên AB là $2.3 + 1 = 7$. Trong đó, có 3 cực đại cùng pha với O (tính cả O) và hai cực đại ngược pha với O.

Trên AB có 6 điểm dao động với biên độ 1,8a (biên độ tại O là 2a) và cùng pha với O: 3 điểm trên OA và 3 điểm trên OB

$\Rightarrow$ Chọn D.



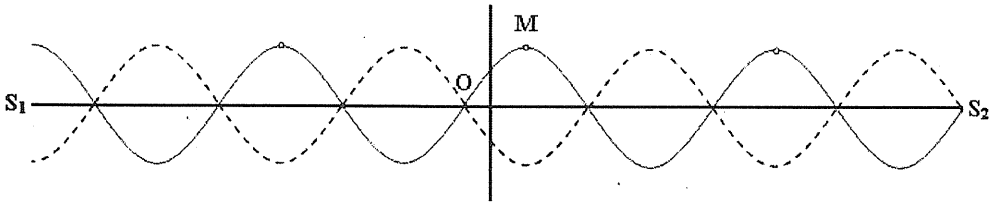
Chú ý: Trường hợp hai nguồn kết hợp bất kì trước tiên xác định vị trí cực đại giữa. Nếu cực đại giữa cách nguồn A một số nguyên lần bước sóng thì cực đại giữa dao động cùng pha với nguồn A, còn bằng một số bán nguyên lần bước sóng thì ngược pha.

Ví dụ 10: Trên mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp phát ra hai dao động $u_1 = a\cos\omega t$ (cm) và $u_2 = a\cos(\omega t - \pi/2)$ (cm). Khoảng cách giữa hai nguồn là $S_1S_2 = 3{,}75\lambda$. Hỏi trên đoạn S_1S_2 có mấy điểm cực đại dao động cùng pha với u_1.

A. 3 điểm. B. 4 điểm. C. 5 điểm. D. 2 điểm.

Hướng dẫn

Cách 1: Cực đại giữa dịch về phía nguồn trễ pha hơn (S_2) một đoạn $x = \dfrac{\alpha_1 - \alpha_2}{4\pi}\lambda = \dfrac{0 + \pi/2}{4\pi}\lambda = 0{,}125\lambda$. Cực đại giữa cách S_1 là $MS_1 = S_1S_2/2 + x = 2\lambda$ nên M dao động cùng pha với nguồn. Để tìm số cực đại cùng pha với nguồn S_1 ta biểu diễn: $S_1S_2 = \lambda + \lambda + \lambda + 0{,}75\lambda \Rightarrow$ Có 3 cực đại dao động cùng pha với $S_1 \Rightarrow$ Chọn A.



(Từ hình vẽ ta dễ thấy có 4 cực đại ngược pha với S_1).

Cách 2:

$$\begin{cases} u_1 = a\cos\omega t \\ u_2 = a\cos\left(\omega t - \dfrac{\pi}{2}\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_{1M} = a\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M} = a\cos\left(\omega t - \dfrac{\pi}{2} - \dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases} \Rightarrow u_M = u_{1M} + u_{2M}$$

$$u_M = 2a\cos\left(-\frac{\pi}{4} + \frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{4} - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right) = 2a\cos\left(-4\pi + \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)\cos(\omega t - 4\pi)$$

$u_M = 2a\cos\left(\dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right)\cos\omega t$. Để M dao động cùng pha với S_1 thì $\cos\left(\dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right) = 1$

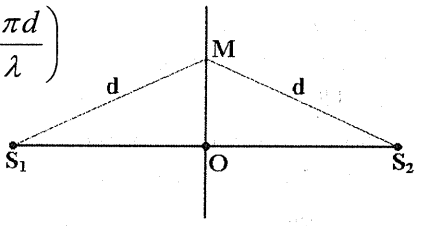
$\Rightarrow \frac{2\pi d_1}{\lambda} = k2\pi \Rightarrow d_1 = k\lambda \xrightarrow{0<d_1<S_1S_2} 0 < k < 3,75 \Rightarrow k = 1;2;3 \Rightarrow$ Có 3 cực đại dao động cùng pha với $S_1 \Rightarrow$ Chọn A.

3) Trạng thái các điểm nằm trên đường trung trực của AB

Xét trường hợp hai nguồn kết hợp cùng pha:

$$u_1 = u_2 = a\cos\omega t \Rightarrow \begin{cases} u_{1M} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) \\ u_{2M} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) \end{cases}$$

$$\Rightarrow u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$



Độ lệch pha của M so với các nguồn:

$$\Delta\varphi_{M/S_{12}} = \frac{2\pi d}{\lambda} \begin{cases} = k.2\pi\,(\text{cùng pha}) \Rightarrow d = k\lambda \\ = (2k+1)\pi\,(\text{ngược pha}) \Rightarrow d = (k+0,5)\lambda \\ = (2k+1)\frac{\pi}{2}\,(\text{vuông pha}) \Rightarrow d = (2k+1)\frac{\lambda}{4} \end{cases}$$

Điều kiện của d: $d \geq \frac{S_1S_2}{2} \Rightarrow k = k_1, k_2, ...$

Sau khi tìm được d thì tính được: $MO = \sqrt{d^2 - S_1O^2}$

Ví dụ 1: Hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 cách nhau một khoảng là 50 mm đều dao động theo phương trình: u = acos(200πt) mm trên mặt nước. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước 0,8 (m/s) và biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Hỏi điểm gần nhất dao động cùng pha với các nguồn nằm trên đường trung trực của S_1S_2 cách nguồn S_1 bao nhiêu?

A. 32 mm. B. 28 mm. C. 34 mm. D. 25 mm.

Hướng dẫn

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = 8(mm)$. M dao động cùng pha với nguồn khi d = kλ = 8k (mm).

Điều kiện: $d \geq \frac{S_1S_2}{2} \Rightarrow 8k \geq \frac{50}{2}$

$\Rightarrow k \geq 3,125 \Rightarrow k = 4;5;6... \Rightarrow d_{\min} = 8.4 = 32(mm)$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 cách nhau một khoảng là 11 cm đều dao động theo phương trình u = acos(20πt) mm (t đo bằng giây) trên mặt nước. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước 0,4 (m/s) và biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Hỏi điểm gần nhất dao động ngược pha với các nguồn nằm trên đường trung trực của S_1S_2 cách nguồn S_1 bao nhiêu?

A. 8 cm. B. 5,5 cm. C. 4 cm. D. 6 cm.

Hướng dẫn

Bước sóng $\lambda = vT = v\dfrac{2\pi}{\omega} = 4(cm)$. M dao động ngược pha với nguồn khi d = (k + 0,5)λ = 4k + 2 (cm). Điều kiện: $d \geq \dfrac{S_1S_2}{2} \Rightarrow 4k + 2 \geq \dfrac{11}{2} \Rightarrow k \geq 0,875$

$\Rightarrow k = 1;2;3... \Rightarrow d_{\min} = 4.1 + 2 = 6(cm) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn AB cách nhau 14,5 cm dao động cùng phương thẳng đứng cùng pha tạo ra sóng trên mặt nước có bước sóng 2 cm. Điểm M thuộc mặt nước nằm trên đường trung trực của AB gần A nhất dao động vuông pha với A cách A là

A. 9 cm. B. 8,5 cm. C. 10 cm. D. 7,5 cm.

Hướng dẫn

$$d = (2k+1)\frac{\lambda}{4} = k + 0,5(cm) \xrightarrow{d \geq \frac{AB}{2} = 7,25cm \Rightarrow k \geq 6,75 \Rightarrow k_{\min} = 7} d_{\min} = 7 + 0,5 = 7,5(cm)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B, cách nhau khoảng 8 (cm) đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 5 cm. Điểm trên trên mặt nước thuộc đường trung trực của đoạn thẳng AB dao động cùng pha với hai nguồn cách đường thẳng AB một khoảng nhỏ nhất là

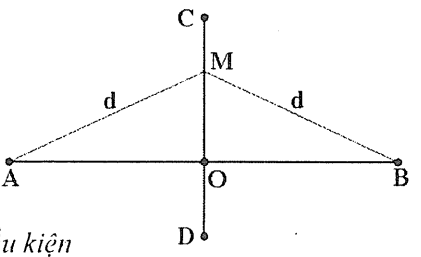
A. 2 cm. B. 2,8 cm. C. 2,4 cm. D. 3 cm.

Hướng dẫn

$$d = k\lambda = 5k(cm) \xrightarrow{d \geq \frac{AB}{2} = 4cm \Rightarrow k \geq 0,8 \Rightarrow k_{\min} = 1}$$

$d_{\min} = 5.1 = 5(cm) \Rightarrow MO = \sqrt{d_{\min}^2 - AO^2}$

$\Rightarrow MO = \sqrt{5^2 - 4^3} = 3(cm) \Rightarrow$ Chọn D.



Chú ý: Để tìm số điểm trên đoạn OC vào điều kiện

$OA \leq d \leq CA = \sqrt{OA^2 + OC^2}$

Ví dụ 5: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B, cách nhau khoảng 12 (cm) đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 0,8 cm. Gọi C là điểm trên mặt nước, cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của

AB một khoảng 8 (cm). Số điểm dao động vuông pha với nguồn ở trên đoạn CO là

A. 5. B. 10. C. 3. D. 4.

Hướng dẫn

$$d=(2k+1)\frac{\lambda}{4}=0,4k+0,2(cm)\xrightarrow{6=OA\le d\le CA=\sqrt{OA^2+OC^2}=10}14,5\le k\le 24,5$$

$$\Rightarrow k=\underbrace{15;...;24}_{\text{có 10 giá trị}}\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: Để tìm số điểm trên đoạn CD nằm về hai phía của AB, ta tính trên hai nửa CO và OD rồi cộng lại (nếu tại O là một điểm thì không tính 2 lần).

Ví dụ 6: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B, cách nhau khoảng 12 (cm) đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 1,6 cm. Gọi C và D là hai điểm khác nhau trên mặt nước, cách đều hai nguồn và đều cách trung điểm O của AB một khoảng 8 (cm). Số điểm dao động ngược pha với nguồn trên đoạn CD là

A. 6. B. 5. C. 4. D. 10.

Hướng dẫn

$$d=(2k+1)\frac{\lambda}{2}=1,6k+0,8(cm)\xrightarrow{6=OA\le d\le CA=\sqrt{OA^2+OC^2}=10}3,25\le k\le 5,75$$

$$\Rightarrow k=\underbrace{4;5}_{\text{có 2 giá trị}}\Rightarrow \text{Trên CD có 2.2 = 4 điểm}\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

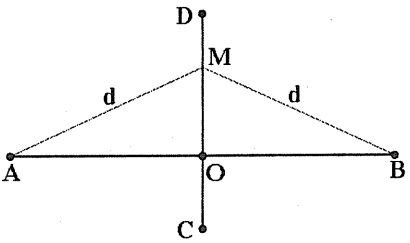
Ví dụ 7: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 12 cm dao động cùng pha, bước sóng 2 cm. Hai điểm C, D trên đường trung trực của AB thuộc mặt nước nằm hai bên AB cách A lần lượt 10 cm và 16 cm. Số điểm trên đoạn thẳng CD dao động cùng pha với hai nguồn là

A. 6 điểm. B. 8 điểm. C. 7 điểm. D. 9 điểm.

Hướng dẫn

$$d=2k(cm)\xrightarrow[6cm=OA<d\le DA=16cm]{6cm=OA\le d\le CA=10cm}$$

$$\begin{cases}3\le k_1\le 5\Rightarrow k_1=3;4;5\\ 3<k_2\le 8\Rightarrow k_2=4;5;6;7;8\end{cases}\Rightarrow \text{Chọn B.}$$



Chú ý: Độ lệch pha dao động của M so với O là $\Delta\varphi_{M/O}=\frac{2\pi}{\lambda}(d-AO)$.

* *M dao động cùng pha với O khi* $\Delta\varphi_{M/O}=k.2\pi\Rightarrow d-AO=k\lambda\Rightarrow d_{\min}-AO=\lambda$

* *M dao động ngược pha với O khi* $\Delta\varphi_{M/O}=(2k+1)\pi$

$\Rightarrow d-AO=(k+0,5)\lambda\Rightarrow d_{\min}-AO=0,5\lambda$

* *M dao động ngược pha với O khi* $\Delta\varphi_{M/O}=(2k+1)\pi/2$

$\Rightarrow d - AO = (2k+1)\frac{\lambda}{4} \Rightarrow d_{min} - AO = 0,25\lambda$

Ví dụ 8: (ĐH-2011) Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A, B cách nhau 18 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình là $u_A = u_B = a\cos 50\pi t$ (với t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng của mặt chất lỏng là 50 cm/s. Gọi O là trung điểm của AB, điểm M ở mặt chất lỏng nằm trên đường trung trực của AB và gần O nhất sao cho phần tử chất lỏng tại M dao động cùng pha với phần tử chất lỏng tại O. Khoảng cách MO là

A. 10 cm. B. $2\sqrt{10}$ cm. C. $2\sqrt{2}$ cm. D. 2 cm.

Hướng dẫn

$\lambda = vT = v\frac{2\pi}{\omega} = 2(cm)$

Cách 1: Điểm M gần O nhất dao động cùng pha với O:

$d_{min} - AO = \lambda \Rightarrow d_{min} = 11(cm) \Rightarrow MO = \sqrt{d_{min}^2 - AO^2} = 2\sqrt{10}(cm)$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2:

$AO = BO = 9(cm) = 4,5\lambda \Rightarrow$ *O dao động ngược pha với A, B.*

M gần O nhất dao động cùng pha với O (tức là ngược pha với nguồn) thì

$MA = MB = 5,5\lambda = 11(cm) \Rightarrow MO = \sqrt{MA^2 - AO^2} = 2\sqrt{10}(cm)$

Ví dụ 9: Trên mặt một chất lỏng, có hai nguồn sóng kết hợp đồng bộ A, B cách nhau 24 cm, dao động theo thẳng đứng. Khoảng cách ngắn nhất từ trung điểm O của AB đến các điểm nằm trên đường trung trực của AB dao động ngược pha với O bằng 9 cm. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn AB là

A. 8. B. 7. C. 9. D. 10.

Hướng dẫn

Điểm M gần O nhất dao động ngược pha với O: $d_{min} - AO = 0,5\lambda$

$\Rightarrow \sqrt{AO^2 + MO^2} - AO = 0,5\lambda \Rightarrow \sqrt{12^2 + 9^2} - 12 = 0,5\lambda \Rightarrow \lambda = 6(cm)$

Ta thấy $AB/\lambda = 4 = 3 + 1 \Rightarrow$ Số cực đại trên AB là $2.3 + 1 = 7$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 10: Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A, B cách nhau 40 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình là $u_A = u_B = a\cos 40\pi t$ (với t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng của mặt chất lỏng là 40 cm/s. Gọi O là trung điểm của AB, điểm C ở mặt chất lỏng nằm trên đường trung trực của AB và cách O một khoảng bằng 15 cm. Số điểm dao động ngược pha với phần tử chất lỏng tại O có trong đoạn OC là

A. 1. B. 2. C. 3. D. 4.

Hướng dẫn

$\lambda = vT = v\dfrac{2\pi}{\omega} = 2(cm)$

Điểm M dao động ngược pha với O thì $d - AO = (k + 0,5)\lambda$

$\Rightarrow d = 20 + (k + 0,5)2 = 2k + 21(cm) \xrightarrow{20 = OA \le d \le CA = \sqrt{OA^2 + OC^2} = 25} -0,5 \le k \le 2$

$\Rightarrow k = \underbrace{0;1;2}_{\text{có 3 giá trị}} \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 11: Tại hai điểm A và B trên mặt nước (AB = 20 cm) có 2 nguồn sóng kết hợp, có biên độ lần lượt là 3 cm và 4 cm. Số cực đại trên AB là 10 và cực đại M nằm gần nguồn A nhất và cực đại N nằm gần nguồn B nhất. Biết MA = 1,5 cm và NB = 0,5 cm. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Biên độ dao động tại một điểm thuộc mặt nước và thuộc đường trung trực của AB là

A. 5 cm. B. 7 cm. C. 1 cm. D. 6 cm.

Hướng dẫn

Vì khoảng cách hai cực đại liên tiếp đo dọc theo AB là $\lambda/2$ nên:

AB = AM + (10 – 1)$\lambda/2$ + NB $\Rightarrow \lambda$ = 4 cm.

Vị trí cực đại giữa: $\Delta\varphi = (\alpha_2 - \alpha_1) + \dfrac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = (\alpha_2 - \alpha_1) + \dfrac{2\pi}{4}.2x = 0$

$\Rightarrow (\alpha_2 - \alpha_1) = -\pi x$

Nếu hai nguồn kết hợp cùng pha thì cực đại gần A nhất cách A là $\lambda/2$ = 2 cm và cực đại gần B nhất cách B là $\lambda/2$ = 2 cm. Nhưng lúc này cực đại gần A nhất cách A là 1,5 cm, cực đại gần B nhất cách B là 0,5 cm. Điều ngày có nghĩa là hệ vân đã dịch về phía A một đoạn 0,5 cm (x = - 0,5 cm) hoặc dịch về phía B một đoạn 1,5 cm (x = +1,5 cm). Do đó, $(\alpha_2 - \alpha_1) = +\pi/2$ hoặc $(\alpha_2 - \alpha_1) = -3\pi/2$.

Những điểm nằm trên đường trung trực có $d_1 = d_2$ nên độ lệch pha của hai sóng kết hợp đúng bằng độ lệch pha của hai nguồn kết hợp, tức là $\Delta\varphi = +\pi/2$ hoặc $\Delta\varphi = -3\pi/2$. Áp dụng:

$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 5(cm)$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Chủ đề 4. SÓNG ÂM

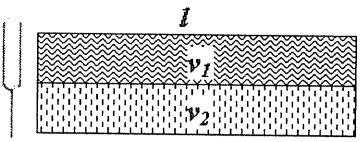
1. CÁC BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN CÁC ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CỦA ÂM

Phương pháp giải

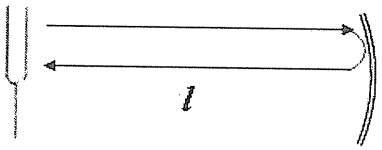
1) Sự truyền âm

* Thời gian truyền âm trong môi trường 1 và môi trường 2 lần lượt là ($v_2 < v_1$):

$$\begin{cases} t_1 = \dfrac{l}{v_1} \\ t_2 = \dfrac{l}{v_2} \end{cases} \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{l}{v_2} - \frac{l}{v_1}$$



* Gọi t là thời gian từ lúc phát âm cho đến lúc nghe được âm phản xạ thì $t = \dfrac{2l}{v}$



Ví dụ 1: Một người dùng búa gõ vào đầu vào một thanh nhôm. Người thứ hai ở đầu kia áp tai vào thanh nhôm và nghe được âm của tiếng gõ hai lần (một lần qua không khí, một lần qua thanh nhôm). Khoảng thời gian giữa hai lần nghe được là 0,12 s. Hỏi độ dài của thanh nhôm bằng bao nhiêu? Biết tốc độ truyền âm trong nhôm và trong không khí lần lượt là 6260 (m/s) và 331 (m/s).

A. 42 m B. 299 m C. 10 m D. 10000 m

Hướng dẫn

$$0,12(s) = t_k - t_n = \frac{l}{331} - \frac{l}{6260} \Rightarrow l \approx 42(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Một người dùng búa gõ nhẹ vào đường sắt và cách đó 1376 m, người thứ hai áp tai vào đường sắt thì nghe thấy tiếng gõ sớm hơn 3,3 s so với tiếng gõ nghe trong không khí. Tốc độ âm trong không khí là 320 m/s. Tốc độ âm trong sắt là

A. 1238 m/s. B. 1376 m/s. C. 1336 m/s. D. 1348 m/s.

Hướng dẫn

$$3,3 = t_s - t_k = \frac{1376}{320} - \frac{1376}{v} \Rightarrow v \approx 1376(m/s)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Tốc độ âm phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường tuân theo hàm bậc nhất:

$$\begin{cases} v_1 = v_0 + aT_1 \\ v_2 = v_0 + aT_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1 = \dfrac{v_1}{f} \\ \lambda_2 = \dfrac{v_2}{f} \end{cases}$$

Ví dụ 3: Từ một điểm A sóng âm có tần số 50 Hz truyền tới điểm B với tốc độ 340 m/s và khoảng cách từ A đến B bằng một số nguyên lần bước sóng. Sau đó, nhiệt độ môi trường tăng thêm 20^0K thì khoảng cách từ A đến B bằng một số nguyên lần bước sóng nhưng số bước sóng quan sát được trên AB giảm đi 2 bước sóng. Biết rằng, cứ nhiệt độ tăng thêm 1^0K thì tốc độ âm tăng thêm 0,5 m/s. Hãy tìm khoảng cách AB.

A. 484 m. B. 476 m. C. 714 m. D. 160 m.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} v_1 = v_0 + aT_1 = 340 \\ v_2 = v_0 + aT_2 = 340 + 0,5.20 = 350 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1 = \dfrac{v_1}{f} = 6,8(m) \\ \lambda_2 = \dfrac{v_2}{f} = 7(m) \end{cases}$$

$$\Rightarrow AB = k\lambda_1 = (k-2)\lambda_2 \Rightarrow AB = k.6,8 = (k-2).7 \Rightarrow \begin{cases} k = 70 \\ AB = 476(m) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 4: (ĐH - 2007) Một sóng âm có tần số xác định truyền trong không khí và trong nước với tốc độ lần lượt là 330 m/s và 1452 m/s. Khi sóng âm đó truyền từ nước ra không khí thì bước sóng của nó sẽ

A. tăng 4,4 lần B. giảm 4 lần C. tăng 4 lần D. giảm 4,4 lần

Hướng dẫn

$$\frac{\lambda_n}{\lambda_k} = \frac{v_n T}{v_k T} = \frac{1452}{330} = 4,4 \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 5: (ĐH-2008) Một lá thép mỏng, một đầu cố định, đầu còn lại được kích thích để dao động với chu kì không đổi và bằng 0,08 s. Âm do lá thép phát ra là

A. âm mà tai người nghe được B. nhạc âm

C. hạ âm D. siêu âm

Hướng dẫn

* Sóng âm nghe được là sóng cơ học có tần số trong khoảng từ 16 Hz đến 20000 Hz.

* Sóng có tần số lớn hơn 20000 Hz gọi là sóng siêu âm.

* Sóng có tần số nhỏ hơn 16 Hz gọi là sóng hạ âm.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,08} = 12,5(Hz) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 6: Một nam châm điện dùng dòng điện xoay chiều có chu kì 62,5 (μs). Nam châm tác dụng lên một lá thép mỏng làm cho lá thép dao động điều hòa và tạo ra sóng âm. Sóng âm do nó phát ra truyền trong không khí là:

A. Âm mà tai người có thể nghe được B. Sóng ngang

C. Hạ âm D. Siêu âm

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \text{Tần số của dòng điện}: f_d = \dfrac{1}{T} = 16000(Hz) \\ \text{Tần số dao động của lá thép}: f = 2f_d = 32000(Hz) > 20000(Hz) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 7: Một người đứng gần ở chân núi hú lên một tiếng. Sau 8 s thì nghe tiếng mình vọng lại, biết tốc độ âm trong không khí là 340 m/s. Khoảng cách từ chân núi đến người đó là

A. 1333 m. B. 1386 m. C. 1360 m. D. 1320 m.

Hướng dẫn

Thời gian sóng âm cả đi và về phải thỏa mãn: $t = \dfrac{2L}{v} \Rightarrow L = 1360(m)$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 8: Tai người không thể phân biệt được 2 âm giống nhau nếu chúng tới tai chênh nhau về thời gian một lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,1s. Một người đứng cách một bức tường một khoảng L, bắn một phát súng. Người ấy sẽ chỉ nghe thấy một tiếng nổ khi L thỏa mãn điều kiện nào dưới đây nếu tốc độ âm trong không khí là 340 m/s.

A. $L \geq 17$ m. B. $L \leq 17$ m. C. $L \geq 34$ m. D. $L \leq 34$ m.

Hướng dẫn

Thời gian sóng âm cả đi và về phải thỏa mãn:

$t = \dfrac{2L}{v} \leq 0,1 \Rightarrow L \leq 17(m) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 9: Một người thả một viên đá từ miệng giếng đến đáy giếng không nước sau thì sau bao lâu sẽ nghe thấy tiếng động do viên đá chạm đáy giếng? Cho biết tốc độ âm trong không khí là 300 m/s, lấy g = 10 m/s^2. Độ sâu của giếng là 11,25 m.

A. 1,5385 s. B. 1,5375 s. C. 1,5675 s. D. 2 s.

Hướng dẫn

Giai đoạn 1: Hòn đá rơi tự do.

Giai đoạn 2: Hòn đá chạm vào đáy giếng phát ra âm thanh truyền đến tai người.

$$\begin{cases} \textit{Thời gian vật rơi}: h = \dfrac{gt_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} = \sqrt{\dfrac{2.11,25}{10}} = 1,5(s) \\ \textit{Thời gian âm truyền từ đáy đến tai người}: t_2 = \dfrac{h}{v} = \dfrac{11,25}{300} = 0,0375(s) \end{cases}$$

$\Rightarrow t_1 + t_2 = 1,5375(s) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 10: Một người thả một viên đá từ miệng giếng đến đáy giếng cạn và 3,15 s sau thì nghe thấy tiếng động do viên đá chạm đáy giếng. Cho biết tốc độ âm trong không khí là 300 m/s, lấy g = 10 m/s^2. Độ sâu của giếng là

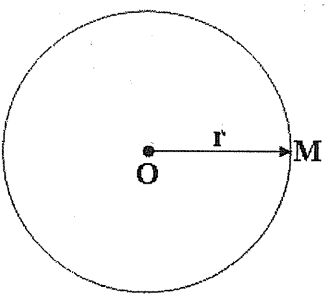
A. 41,42 m. B. 40,42 m. C. 45,00 m. D. 38,42 m.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \text{Thời gian vật rơi : } h = \dfrac{gt_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} = \sqrt{0,2h} \\ \text{Thời gian âm truyền từ đáy đến tai người : } t_2 = \dfrac{h}{v} = \dfrac{h}{300} \end{cases}$$

$$\xrightarrow{t_1 + t_2 = 3,15} \sqrt{0,2h} + \frac{h}{300} = 3,15 \Rightarrow h = 45(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.



2) Cường độ âm. Mức cường độ âm

Cường độ âm I (Đơn vị W/m^2) tại một điểm là năng lượng gửi qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm tại điểm đó trong một đơn vị thời gian: $I = \dfrac{A}{St} = \dfrac{A}{4\pi r^2 t} = \dfrac{P}{4\pi r^2}$

Cường độ âm tỉ lệ với bình phương biên độ âm: $I = \mu A^2 \Rightarrow \dfrac{I_2}{I_1} = \left(\dfrac{A_2}{A_1}\right)^2$

Mức cường độ âm L được định nghĩa là $L(B) = \lg\dfrac{I}{I_o}$, với I cường độ âm tại điểm đang xét và I_0 là cường độ âm chuẩn ($I_0 = 10^{-12}$ W/m^2 ứng với tần số f = 1000 Hz). Đơn vị của L là ben (B) và đêxiben 1dB = 0,1B.

Ví dụ 1: Tại một điểm trên phương truyền sóng âm với biên độ 0,2 mm, có cường độ âm bằng 2 W/m^2. Cường độ âm tại điểm đó sẽ bằng bao nhiêu nếu tại đó biên độ âm bằng 0,3 mm?

A. 2,5 W/m^2. B. 3,0 W/m^2. C. 4,0 W/m^2. D. 4,5 W/m^2.

Hướng dẫn

$$I = \mu A^2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 I_2 = I_1\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 = 4,5(\text{W}/m^2) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Nếu liên quan đến cường độ âm và mức cường độ âm ta sử dụng công thức $L(B) = \lg\dfrac{I}{I_0} \Leftrightarrow I = I_0.10^{L(B)}$.

Thực tế, mức cường độ âm thường đo bằng đơn vị dB nên ta đổi về đơn vị Ben để tính toán thuận lợi.

Ví dụ 2: Tại một điểm A nằm cách xa nguồn âm có mức cường độ âm là 90 dB. Cho cường độ âm chuẩn 10^{-12} (W/m^2). Cường độ của âm đó tại A là

A. 10^{-5} (W/m^2). B. 10^{-4} (W/m^2). C. 10^{-3} (W/m^2). D. 10^{-2} (W/m^2).

Hướng dẫn

Đổi L = 90 dB = 9 B.

$$L = \lg\frac{I}{I_0} \Rightarrow I = I_0.10^{L} = 10^{-12}.10^{9} = 10^{-3}\left(\text{W}/m^2\right) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 3: Khi một nguồn âm phát ra với tần số f và cường độ âm chuẩn là 10^{-12} (W/m^2) thì mức cường độ âm tại một điểm M cách nguồn một khoảng r là 40 dB. Giữ nguyên công suất phát nhưng thay đổi f của nó để cường độ âm chuẩn là 10^{-10} (W/m^2) thì cũng tại M, mức cường độ âm là

A. 80 dB. B. 60 dB. C. 40 dB. D. 20 dB.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} L_1 = \lg\dfrac{I}{I_{01}} \\ L_2 = \lg\dfrac{I}{I_{02}} \end{cases} \Rightarrow L_2 - L_1 = \lg\frac{I}{I_{02}} - \lg\frac{I}{I_{01}} = \lg\frac{I_{01}}{I_{02}} \Rightarrow L_2 - 4 = \lg\frac{10^{-12}}{10^{-10}} \Rightarrow L_2 = 2(B)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Khi cường độ âm tăng 10^n lần, độ to tăng n lần và mức cường độ âm tăng thêm n (B): $I' = 10^n I \Leftrightarrow L' = L + n(B)$

Ví dụ 4: (CĐ-2010) Tại một vị trí trong môi trường truyền âm, khi cường độ âm tăng gấp 10 lần giá trị cường độ âm ban đầu thì mức cường độ âm

A. giảm đi 10 B. B. tăng thêm 10 B.

C. tăng thêm 10dB. D. giảm đi 10 dB.

Hướng dẫn

$$I' = 10I \Leftrightarrow L' = L + 1(B) \Rightarrow L' - L = 10(dB) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 5: (ĐH-2009) Một sóng âm truyền trong không khí. Mức cường độ âm tại điểm M và tại điểm N lần lượt là 40 dB và 80 dB. Cường độ âm tại N lớn hơn cường độ âm tại M

A. 1000 lần. B. 40 lần. C. 2 lần. D. 10000 lần.

Hướng dẫn

$$I' = 10^n I \Leftrightarrow L' = L + n(B) \Rightarrow \begin{cases} L_N - L_M = 4(B) \\ I_N = 10^4 I_M \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Nếu liên quan đến tỉ số cường độ âm và hiệu mức cường độ âm thì từ

$$L(B)=\lg\frac{I}{I_0}\Rightarrow I=I_0.10^{L(B)}\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=\frac{I_0.10^{L_2(B)}}{I_0.10^{L_1(B)}}=10^{L_2(B)-L_1(B)}$$

Ví dụ 6: Năm 1976 ban nhạc Who đã đạt kỉ lục về buổi hoà nhạc ầm ỹ nhất: mức cường độ âm ở trước hệ thống loa là 120 dB. Hãy tính tỉ số cường độ âm của ban nhạc tại buổi biểu diễn với cường độ của một búa máy hoạt động với mức cường độ âm 92 dB.

A. 620. B. 631. C. 640. D. 650.

Hướng dẫn

$$\frac{I_2}{I_1}=10^{L_2(B)-L_1(B)}\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=10^{12-9,2}\approx 631\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: Cường độ âm tỉ lệ với công suất nguồn âm và tỉ lệ với số nguồn âm giống nhau: $\frac{I_2}{I_1}=10^{L_2(B)-L_1(B)}=\frac{P_2}{P_1}=\frac{n_2P_0}{n_1P_0}=\frac{n_2}{n_1}$

Ví dụ 7: Trong một buổi hòa nhạc, giả sử 5 chiếc kèn đồng giống nhau cùng phát sóng âm thì tại điểm M có mức cường độ âm là 50 dB. Để tại M có mức cường độ âm 60 dB thì số kèn đồng cần thiết là

A. 50. B. 6. C. 60. D. 10.

Hướng dẫn

$$\frac{I_2}{I_1}=10^{L_2(B)-L_1(B)}=\frac{n_2}{n_1}\Rightarrow 10^{6-5}=\frac{n_2}{5}\Rightarrow n_2=50\Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Nếu liên quan đến mức cường độ âm tổng hợp ta xuất phát từ

$$\begin{cases} I=I_0.10^{L(B)} \\ I_1=I_0.10^{L_1(B)} \\ I_2=I_0.10^{L_1(B)} \end{cases}\xrightarrow{I=I_1+I_2} I_0.10^{L(B)}=I_0\left(10^{L_1(B)}+10^{L_2(B)}\right)\Rightarrow 10^{L(B)}=10^{L_1(B)}+10^{L_2(B)}$$

Ví dụ 8: Tại một điểm nghe được đồng thời hai âm: âm truyền tới có mức cường độ 65 dB và âm phản xạ có mức cường độ 60 dB. Mức cường độ âm toàn phần tại điểm đó là

A. 5 dB. B. 125 dB. C. 66,19 dB. D. 62,5 dB.

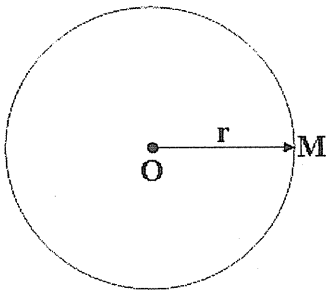
Hướng dẫn

$$10^{L(B)}=10^{L_1(B)}+10^{L_2(B)}\Rightarrow 10^{L(B)}=10^{6,5}+10^{6}\Rightarrow L\approx 6,619(B)\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

3) Phân bố năng lượng âm khi truyền đi

Giả sử nguồn âm điểm phát công suất P từ điểm O, phân bố đều theo mọi hướng.

* Nếu bỏ qua sự hấp thụ âm và phản xạ âm của môi trường thì cường độ âm tại một điểm M cách O một khoảng r là $I=\frac{P}{4\pi r^2}$.



* Nếu cứ truyền đi 1 m năng lượng âm giảm a% so với năng lượng lúc đầu thì cường độ âm tại một điểm M cách O một khoảng r là $I=\frac{P(100\%-r.a\%)}{4\pi r^2}$.

* Nếu cứ truyền đi 1 m năng lượng âm giảm a% so với năng lượng 1 m ngay trước đó thì cường độ âm tại một điểm M cách O một khoảng r là $I=\frac{P(100\%-a\%)^r}{4\pi r^2}$.

Ví dụ 1: Một sóng âm có dạng hình cầu được phát ra từ nguồn có công suất 1 W. Giả sử rằng năng lượng phát ra được bảo toàn. Cho cường độ âm chuẩn 10^{-12} (W/m^2). Tính cường độ âm và mức cường độ âm tại điểm cách nguồn 2,5 m.

Hướng dẫn

$$I=\frac{W}{4\pi r^2}=\frac{1}{4\pi.2,5^2}\approx 0,013\left(W/m^2\right)\Rightarrow L=\log\frac{I}{I_0}=\log\frac{0,013}{10^{-12}}\approx 10,11(B)$$

Ví dụ 2: Nguồn âm phát ra các sóng âm đều theo mọi phương. Giả sử rằng năng lượng phát ra được bảo toàn. Ở trước nguồn âm một khoảng d có cường độ âm là I. Nếu xa nguồn âm thêm 30 m cường độ âm bằng I/9. Khoảng cách d là

A. 10 m. B. 15 m. C. 30 m. D. 60 m.

Hướng dẫn

$$I=\frac{P}{4\pi r^2}\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=\left(\frac{r_{A'}}{r_B}\right)^2\Rightarrow\frac{1}{9}=\left(\frac{d}{d+30}\right)^2\Rightarrow d=15(m)\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: Một nguồn âm phát sóng âm vào trong không khí tới hai điểm M, N cách nguồn âm lần lượt là 5 m và 20 m. Gọi a_M, a_N là biên độ dao động của các phần tử vật chất tại M và N. Coi môi trường là hoàn toàn không hấp thụ âm. Giả sử nguồn âm và môi trường đều đẳng hướng. Chọn phương án đúng.

A. $a_M=2a_N$. B. $a_M=a_N\sqrt{2}$. C. $a_M=4a_N$. D. $a_M=a_N$.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} I=\dfrac{P}{4\pi r^2}\Rightarrow\left(\dfrac{a_M}{a_N}\right)^2=\dfrac{I_M}{I_N}=\left(\dfrac{r_N}{r_M}\right)^2\Rightarrow\dfrac{a_M}{a_N}=\dfrac{r_N}{r_M}=4\Rightarrow a_M=4a_N\Rightarrow\text{Chọn C.} \\ I=\mu a^2 \end{cases}$$

Ví dụ 4: Công suất âm thanh cực đại của một máy nghe nhạc là 20 W. Cho rằng, cứ truyền đi trên khoảng cách 1 m thì năng lượng âm giảm 5% so với lần đầu do sự hấp thụ của môi trường truyền âm. Cho biết cường độ âm chuẩn 10^{-12} (W/m^2). Nếu mở to hết cỡ thì cường độ âm và mức cường độ âm ở khoảng cách 6 m là bao nhiêu?

Hướng dẫn

$$I=\frac{W(100\%-6.5\%)}{4\pi r^2}=\frac{20.0,7}{4\pi.6^2}\approx 0,030947\left(W/m^2\right)\Rightarrow L=\lg\frac{I}{I_0}\approx 10,49(B)$$

Ví dụ 5: Tại một điểm A nằm cách xa nguồn âm O (coi như nguồn điểm) một khoảng 1 m, mức cường độ âm là 90 dB. Cho biết cường độ âm chuẩn 10^{-12} (W/m^2). Giả sử nguồn âm và môi trường đều đẳng hướng. Tính công suất phát âm của nguồn O.

A. 1 mW. B. 28,3 mW. C. 12,6 mW. D. 12,6 W.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} I=I_0.10^{L}=10^{-12}.10^{9}=10^{-3}\left(W/m^2\right) \\ I=\dfrac{W}{4\pi r^2}\Rightarrow W=4\pi r^2.I=12,6.10^{-3}(W) \end{cases}\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 6: Tại một điểm M nằm cách xa nguồn âm O (coi như nguồn điểm) một khoảng x, mức cường độ âm là 50 dB. Tại điểm N nằm trên tia OM và xa nguồn âm hơn so với M một khoảng 40 m có mức cường độ âm là 37 dB. Cho biết cường độ âm chuẩn 10^{-12} (W/m^2). Giả sử nguồn âm và môi trường đều đẳng hướng. Tính công suất của nguồn O.

A. 0,1673 mW. B. 0,2513 mW. C. 2,513 mW. D. 0,1256 mW.

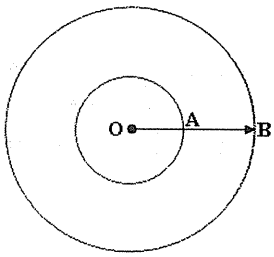
Hướng dẫn

$$I=\frac{P}{4\pi r^2}=I_0.10^{L}\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2=10^{L_2-L_1}\Rightarrow\left(\frac{x}{x+40}\right)^2=10^{3,7-5}$$

$$\Rightarrow x\approx 11,5379(m)$$

$$P=4\pi x^2.I_0.10^{L_1}=4\pi.11,5379^2.10^{-12}.10^{5}$$

$$\approx 1,673.10^{-4}(W)\Rightarrow \text{Chọn A.}$$



Chú ý: Nếu bỏ qua sự hấp thụ âm của môi trường thì công suất tại O bằng công suất trên các mặt cầu có tâm O: $P_O = P_A = P_B = P = 4\pi r^2 I = 4\pi r^2 I_0.10^{L}$.

Thời gian âm đi từ A đến B: $t = AB/v$.

Năng lượng âm nằm giữa hai mặt cầu bán kính OA, OB: $\Delta A = P.t = P.AB/v$.

Ví dụ 7: Nguồn điểm O phát sóng âm đẳng hướng ra không gian. Ba điểm O, A, B nằm trên một phương truyền sóng (A, B cùng phía so với O, AB = 70 m). Điểm M là một điểm thuộc AB cách O một khoảng 60 m có cường độ âm 1,5 W/m^2. Năng lượng của sóng âm giới hạn bởi 2 mặt cầu tâm O đi qua A và B, biết vận tốc truyền âm trong không khí là 340 m/s và môi trường không hấp thụ âm.

A. 5256 (J). B. 16299 (J). C. 10,866 (J). D. 10866 (J).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} P = 4\pi r^2.I = 4\pi.70^2.1,5 = 29400\pi\,(\mathrm{W}) \\ t = \dfrac{AB}{v} \Rightarrow \Delta A = P.\dfrac{AB}{v} = 29400\pi.\dfrac{60}{340} = 16299(J) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý:

1) *Nếu cho L_A để tính I_B ta làm như sau:* $I_B = \left(\dfrac{r_A}{r_B}\right)^2 I_A = \left(\dfrac{r_A}{r_B}\right)^2 I_0.10^{L_A}$.

2) *Nếu cho L_A để tính L_B ta làm như sau:*

$$I = \frac{W}{4\pi r^2} = I_0.10^{L} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 = 10^{L_B - L_A}.$$

Ví dụ 8: Mức cường độ âm tại điểm A ở trước một cái loa một khoảng 1,5 m là 60 dB. Các sóng âm do loa đó phát ra phân bố đều theo mọi hướng. Cho biết cường độ âm chuẩn 10^{-12} (W/m^2). Coi môi trường là hoàn toàn không hấp thụ âm. Hãy tính cường độ âm do loa đó phát ra tại điểm B nằm cách 5 m trước loa. Bỏ qua sự hấp thụ âm của không khí và sự phản xạ âm.

A. 10^{-5} (W/m^2). B. 9.10^{-8} (W/m^2). C. 10^{-3} (W/m^2). D. 4.10^{-7} (W/m^2).

Hướng dẫn

$$I_B = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 I_A = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 I_0.10^{L_A} = \left(\frac{1,5}{5}\right)^2.10^{-12}.10^6 = 9.10^{-8}\left(W/m^2\right) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 9: Khoảng cách từ điểm A đến nguồn âm gần hơn 10^n lần khoảng cách từ điểm B đến nguồn âm. Biểu thức nào sau đây là **đúng** khi so sánh mức cường độ âm tại A là L_A và mức cường độ âm tại B là L_B?

A. $L_A = 10nL_B$. B. $L_A = 10n.L_B$.

C. $L_A - L_B = 20n$ (dB). D. $L_A = 2n.L_B$.

Hướng dẫn

$$\frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 = 10^{L_B - L_A} \Rightarrow 10^{-2n} = 10^{L_B - L_A} \Rightarrow L_B - L_A = -2n(B) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 10: Một nguồn âm là nguồn điểm phát âm đẳng hướng trong không gian. Giả sử không có sự hấp thụ và phản xạ âm. Tại một điểm cách nguồn âm 10 m thì mức cường độ âm là 80 dB. Tại điểm cách nguồn âm 1 m thì mức cường độ âm bằng

A. 100 dB. B. 110 dB. C. 120 dB. D. 90 dB.

Hướng dẫn

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 10^{L_2 - L_1} \Rightarrow \left(\frac{10}{1}\right)^2 = 10^{L_2 - 8} \Rightarrow L_2 - 8 = 2(B) \Rightarrow L_2 = 10(B) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 11: Một máy bay bay ở độ cao 100 mét, gây ra ở mặt đất ngay phía dưới một tiếng ồn có mức cường độ âm 120 dB. Muốn giảm tiếng ồn tới mức chịu được 100 dB thì máy bay phải bay ở độ cao

A. 316 m. B. 500 m. C. 1000 m. D. 700 m.

Hướng dẫn

$$\frac{I_2}{I_1}=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2=10^{L_2-L_1}\Rightarrow\left(\frac{100}{r_2}\right)^2=10^{10-12}\Rightarrow r_2=1000(m)\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý:

1) Các bài toán trên ở trên thì P không đổi và đều xuất phát từ công thức chung:

$$I=\mu A^2=\frac{P}{4\pi r^2}=I_0.10^L\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2=10^{L_2-L_1}$$

2) Nếu nguồn âm được cấu tạo từ n nguồn âm giống nhau mỗi nguồn có công suất P_0 thì công suất cả nguồn $P = nP_0$. Áp dụng tương tự như trên ta sẽ có dạng toán mới:

$$\begin{cases} I=I_0.10^L=\dfrac{P}{4\pi r^2}=\dfrac{nP_0}{4\pi r^2} \\ I'=I_0.10^{L'}=\dfrac{P'}{4\pi r'^2}=\dfrac{n'P_0}{4\pi r'^2} \end{cases}\Rightarrow 10^{L'-L}=\frac{n'}{n}\left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

Ví dụ 12: Tại điểm O trong môi trường đẳng hướng, không hấp thụ âm, có 9 nguồn âm điểm, giống nhau với công suất phát âm không đổi. Tại điểm A có mức cường độ âm 20 dB. M là một điểm thuộc OA sao cho OM = OA/3. Để M có mức cường độ âm là 30 dB thì số nguồn âm giống các nguồn âm trên cần đặt tại O bằng

A. 4. B. 1. C. 10. D. 30.

Hướng dẫn

$$10^{L'-L}=\frac{n'}{n}\left(\frac{r}{r'}\right)^2\Rightarrow 10^{3-2}=\frac{n'}{9}(3)^2\Rightarrow n'=10\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 13: (ĐH-2012) Tại điểm O trong môi trường đẳng hướng, không hấp thụ âm, có 2 nguồn âm điểm, giống nhau với công suất phát âm không đổi. Tại điểm A có mức cường độ âm 20 dB. Để tại trung điểm M của đoạn OA có mức cường độ âm là 30 dB thì số nguồn âm giống các nguồn âm trên cần đặt thêm tại O bằng

A. 4. B. 3. C. 5. D. 7.

Hướng dẫn

$$10^{L'-L}=\frac{n'}{n}\left(\frac{r}{r'}\right)^2\Rightarrow 10^{3-2}=\frac{n'}{2}(2)^2\Rightarrow n'=5\Rightarrow\Delta n=5-2=3\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: Trên một đường thẳng có bốn điểm theo đúng thứ tự là O, A, M và B.

Nếu AM = nMB hay $r_M - r_A = n(r_B - r_M) \Rightarrow (n+1)r_M = nr_B + r_A$.

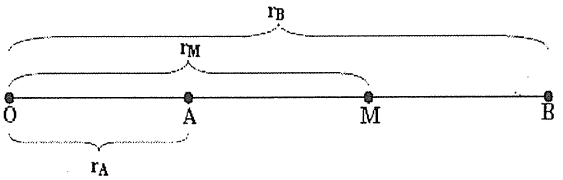
Nếu nguồn âm điểm đặt tại O, xuất phát từ công thức

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = I_0.10^L \Rightarrow r = 10^{-0,5L}.\sqrt{\frac{P}{4\pi I_0}}.$$

Thay công thức này vào $(n+1)r_M = nr_B + r_A$ *sẽ được*

$$\boxed{(n+1).10^{-0,5L_M} = n.10^{-0,5L_B} + 10^{-0,5L_A}}.$$

Nếu M là trung điểm của AB thì n = 1 nên $\boxed{2.10^{-0,5L_M} = 10^{-0,5L_B} + 10^{-0,5L_A}}$



Ví dụ 14: (ĐH-2010) Ba điểm O, A, B cùng nằm trên một nửa đường thẳng xuất phát từ O. Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm đẳng hướng ra không gian, môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại A là 60 dB, tại B là 20 dB. Mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB là

A. 26 dB. B. 17 dB. C. 34 dB. D. 40 dB.

Hướng dẫn

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = I_0.10^L \Rightarrow r = \sqrt{\frac{W_0}{4\pi I}} = \sqrt{\frac{P}{4\pi I_0}}.10^{-0,5L} \xrightarrow{2r_M = r_A + r_B}$$

$$\Rightarrow 2.10^{-0,5L_M} = 10^{-0,5L_A} + 10^{-0,5L_B}$$

$$\Rightarrow 2.10^{-0,5L_M} = 10^{-3} + 10^{-1} \Rightarrow 10^{-0,5L_M} = 0,0505 \Rightarrow L_M \approx 2,6(B) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Kinh nghiệm giải nhanh: Nếu có hệ thức $xr_M = yr_B + zr_A$ *ta thay r bởi* $10^{-0,5L}$ *sẽ được:* $x.10^{-0,5L_M} = y.10^{-0,5L_B} + z.10^{-0,5L_A}$

Ví dụ 15: Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm đẳng hướng ra không gian, môi trường không hấp thụ âm. Ba điểm A, M, B theo đúng thứ tự, cùng nằm trên một đường thẳng đi qua O sao cho AM = 3MB. Mức cường độ âm tại A là 4 B, tại B là 2 B. Mức cường độ âm tại M là

A. 2,6 B. B. 2,2 B. C. 2,3 B. D. 2,5 B.

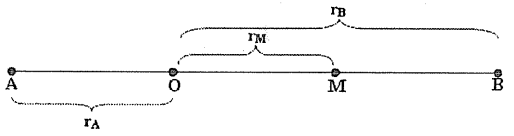
Hướng dẫn

Từ hệ thức AM = 3MB suy ra $r_M - r_A = 3(r_B - r_M) \Rightarrow 4r_M = 3r_B + r_A$, thay r bởi $10^{-0,5L}$

$$\Rightarrow 4.10^{-0,5L_M} = 3.10^{-0,5L_B} + 10^{-0,5L_A} \Rightarrow 4.10^{-0,5L_M} = 3.10^{-0,52} + 10^{-0,54}$$

$$\Rightarrow L_M \approx 2,22(B) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: Nếu điểm O nằm giữa A và B và M là trung điểm của AB thì $2r_M = r_A - r_B$ *(nếu* $r_A > r_B$ *hay* $L_A < L_B$*) hoặc* $2r_M = r_B - r_A$ *(nếu* $r_A < r_B$ *hay* $L_A > L_B$*).*



Ví dụ 16: Ba điểm A, O, B theo thứ tự cùng nằm trên một đường thẳng xuất phát từ O (A và B ở về 2 phía của O). Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm đẳng hướng ra không gian, môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại A là 40 dB, tại B là 15 dB. Mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB là

A. 27,0 dB. B. 25,0 dB. C. 21,5 dB. D. 23,5 dB.

Hướng dẫn

Vì $L_A > L_B$ tức là $r_A < r_B$ nên $2r_M = r_B - r_A \Rightarrow 2.10^{-0,5L_M} = 10^{-0,5L_B} - 10^{-0,5L_A}$

$\Rightarrow 2.10^{-0,5L_M} = 10^{-0,5.1,5} - 10^{-0,5.4} \Rightarrow L_M \approx 2,15(B) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 17: Một nguồn âm đẳng hướng phát ra từ O. Gọi M và N là hai điểm nằm trên cùng một phương truyền và ở cùng một phía so với O. Mức cường độ âm tại M là 40 dB, tại N là 20 dB. Tính mức cường độ âm tại trung điểm N khi đặt nguồn âm tại M. Coi môi trường không hấp thụ âm.

A. 20,6 dB. B. 21,9 dB. C. 20,9 dB. D. 22,9 dB.

Hướng dẫn

$$I = I_0.10^{L} = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{P}{4\pi I_0}}.10^{-0,5L}$$

$$r_{ON} - r_{OM} = r_{MN} \Rightarrow 10^{-0,5L_N} - 10^{-0,5L_M} = 10^{-0,5L_{MN}} \Rightarrow 10^{-0,5.2} - 10^{-0,5.4} = 10^{-0,5L_{MN}}$$

$\Rightarrow L_M \approx 2,09B \Rightarrow$ Chọn C.

2. CÁC BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN NGUỒN NHẠC ÂM

Phương pháp giải

1) Miền nghe được

Ngưỡng nghe của âm là cường độ âm nhỏ nhất của một âm để có thể gây ra cảm giác âm đó.

Ngưỡng đau là cường độ của một âm lớn nhất mà còn gây ra cảm giác âm. Lúc đó có cảm giác đau đớn trong tai.

Miền nghe được là miền nằm trong phạm vi từ ngưỡng nghe đến ngưỡng đau.

$$I_{\min} \le I = \frac{P}{4\pi r^2} \le I_{\max} \Rightarrow \sqrt{\frac{P}{4\pi I_{\max}}} \le r \le \sqrt{\frac{P}{4\pi I_{\min}}}$$

2) Nguồn nhạc âm

Giải thích sự tạo thành âm do dây dao động: khi trên dây xuất hiện sóng dừng có những chỗ sợi dây dao động với biên độ cực đại (bụng sóng), đẩy không khí

xung quanh nó một cách tuần hoàn và do đó phát ra một sóng âm tương đối mạnh có cùng tần số dao động của dây.

$l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f} \Rightarrow \boxed{f = k\frac{v}{2l}}$ (với k = 1; 2; 3;...).

Tần số âm cơ bản là $f_1 = \frac{v}{2l}$, họa âm bậc 1 là $f_2 = 2.\frac{v}{2l} = 2f_1$, họa âm bậc 2 là $f_3 = 3.\frac{v}{2l} = 3f_1, \ldots$

Giải thích sự tạo thành âm do cột không khí dao động: Khi sóng âm (sóng dọc) truyền qua không khí trong một ống, chúng phản xạ ngược lại ở mỗi đầu và đi trở lại qua ống (sự phản xạ này vẫn xảy ra ngay cả khi đầu để hở). Khi chiều dài của ống phù hợp với bước sóng của sóng âm ($l = k\frac{\lambda}{2}$, hoặc $l = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$) thì trong ống xuất hiện sóng dừng.

Ví dụ 1: Một cái còi được coi như nguồn âm điểm phát ra âm phân bố đều theo mọi hướng. Cách nguồn âm 10 km một người vừa đủ nghe thấy âm. Biết ngưỡng nghe và ngưỡng đau đối với âm đó lần lượt là 10^{-9} (W/m^2) và 10 (W/m^2). Hỏi cách còi bao nhiêu thì tiếng còi bắt đầu gây cảm giác đau cho người đó?

A. 0,1 m. B. 0,2 m. C. 0,3 m. D. 0,4 m.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} I_{\min} = \frac{P}{4\pi r_1^2} \\ I_{max} = \frac{P}{4\pi r_2^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{I_{\min}}{I_{\max}} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow r_2 = r_1\sqrt{\frac{I_{\min}}{I_{\max}}} = 10^4\sqrt{10^{-10}} = 0,1(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Một sợi dây đàn dài 80 cm dao động tạo ra sóng dừng trên dây với tốc độ truyền sóng là 20 m/s. Tần số âm cơ bản do dây đàn phát ra là

A. 25 Hz. B. 20 Hz. C. 12,5 Hz. D. 50 Hz.

Hướng dẫn

$$l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f} \Rightarrow f = k\frac{v}{2l} \Rightarrow f_1 = \frac{v}{2l} = 12,5(Hz)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Một dây đàn có chiều dài 80 cm được giữ cố định ở hai đầu. Âm do dây đàn đó phát ra có bước sóng dài nhất bằng bao nhiêu để trên dây có sóng dừng với 2 đầu là 2 nút?

A. 200 cm. B. 160 cm. C. 80 cm. D. 40 cm.

Hướng dẫn

$$l = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{n} \Rightarrow \lambda_{max} = 2l = 160(cm) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 4: Một dây đàn có chiều dài 70 cm, khi gảy nó phát ra âm cơ bản có tần số f. Người chơi bấm phím đàn cho dây ngắn lại để nó phát ra âm mới có họa âm bậc 3 với tần số 3,5f. Chiều dài của dây còn lại là

A. 60 cm. B. 30 cm. C. 10 cm. D. 20 cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} f = \dfrac{v}{2l} \\ f_3 = 3\dfrac{v}{2l'} \end{cases} \xrightarrow{f_3 = 3,5f} 3\frac{v}{2l'} = 3,5.\frac{v}{2l} \Rightarrow l' = \frac{3}{3,5}.l = 60(cm) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Một ống sáo dài 0,6 m được bịt kín một đầu một đầu để hở. Cho rằng vận tốc truyền âm trong không khí là 300 m/s. Hai tần số cộng hưởng thấp nhất khi thổi vào ống sáo là

A. 125 Hz và 250 Hz. B. 125 Hz và 375 Hz.

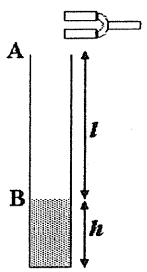
C. 250 Hz và 750 Hz. C. 250Hz và 500Hz.

Hướng dẫn

$$l = (2n+1)\frac{\lambda}{4} = (2n+1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n+1)\frac{v}{4l} = (2n+1).125 \Rightarrow \begin{cases} f_1 = 125(Hz) \\ f_3 = 375(Hz) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Nếu dùng âm thoa để kích thích dao động một cột khí (chiều cao cột khí có thể thay đổi bằng cách thay đổi mực nước), khi có sóng dừng trong cột khí thì đầu B luôn luôn là nút, còn đầu A có thể nút hoặc bụng.



Nếu đầu A là bụng thì âm nghe được là to nhất và $l = (2n-1)\dfrac{\lambda}{4}$

$$\Rightarrow l_{min} = \frac{\lambda}{4}.$$

Nếu đầu A là nút thì âm nghe được là nhỏ nhất và $l = n\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow l_{min} = \dfrac{\lambda}{2}.$

Ví dụ 6: Sóng âm truyền trong không khí với tốc độ 340 m/s. Một cái ống có chiều cao 15 cm đặt thẳng đứng và có thể rót nước từ từ vào để thay đổi chiều cao cột khí trong ống. Trên miệng ống đặt một cái âm thoa có tần số 680 Hz. Đổ nước vào ống đến độ cao cực đại bao nhiêu thì khi gõ vào âm thoa thì nghe âm phát ra to nhất?

A. 2,5 cm. B. 2 cm. C. 4,5 cm. D. 12,5 cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{340}{680} = 0,5(m) \\ l = (2n+1)\dfrac{\lambda}{4} \Rightarrow l_{min} = \dfrac{\lambda}{4} = 0,125(m) \Rightarrow h_{max} = 15 - l_{min} = 2,5(cm) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 7: Một âm thoa nhỏ đặt trên miệng của một ống không khí hình trụ AB, chiều dài l của ống khí có thể thay đổi được nhờ dịch chuyển mực nước ở đầu B. Khi âm thoa dao động ta thấy trong ống có một sóng dừng ổn định. Khi chiều dài ống thích hợp ngắn nhất 13 cm thì âm thanh nghe to nhất. Biết rằng với ống khí này đầu B là một nút sóng, đầu A là một bụng sóng. Khi dịch chuyển mực nước ở đầu B để chiều dài 65 cm thì ta lại thấy âm thanh cũng nghe rất rõ. Tính số nút sóng trong ống.

A. 2. B. 3. C. 4. D. 5.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} l = (2n+1)\dfrac{\lambda}{4} \Rightarrow l_{min} = \dfrac{\lambda}{4} = 13 \Rightarrow \lambda = 52(cm) \\ Sn = Sb = \dfrac{l}{0,5\lambda} + 0,5 = \dfrac{65}{0,5.52} + 0,5 = 3 \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý:

Nếu hai lần thí nghiệm liên tiếp nghe được âm to nhất hoặc nghe được âm nhỏ nhất thì $\dfrac{\lambda}{2} = l_2 - l_1 \Rightarrow \lambda = 2(l_2 - l_1)$.

Nếu lần thí nghiệm đầu nghe được âm to nhất lần thí nghiệm tiếp theo nghe được âm nghe được âm nhỏ nhất thì $\dfrac{\lambda}{4} = l_2 - l_1 \Rightarrow \lambda = 4(l_2 - l_1)$.

Tốc độ truyền âm: $v = \lambda f$

Ví dụ 8: Một âm thoa được đặt phía trên miệng ống, cho âm thoa dao động với tần số 400 Hz. Chiều dài của cột khí trong ống có thể thay đổi bằng cách thay đổi mực nước trong ống. Ống được đổ đầy nước, sau đó cho nước chảy ra khỏi ống. Hai lần cộng hưởng gần nhau nhất xảy ra khi chiều dài của cột khí là 0,16 m và 0,51 m. Tốc độ truyền âm trong không khí bằng

A. 280 m/s. B. 358 m/s. C. 338 m/s. D. 328 m/s.

Hướng dẫn

$$\frac{\lambda}{2} = l_2 - l_1 \Rightarrow \lambda = 2(l_2 - l_1) = 2(0,51 - 0,16) = 0,7(m) \Rightarrow v = \lambda f = 280(m/s)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 9: Để đo tốc độ truyền sóng âm trong không khí ta dùng một âm thoa có tần số 1000 Hz đã biết để kích thích dao động của một cột không khí trong một bình thuỷ tinh. Thay đổi độ cao của cột không khí trong bình bằng cách đổ dần nước vào bình. Khi chiều cao của cột không khí là 50 cm thì âm phát ra nghe to nhất. Tiếp tục đổ thêm dần nước vào bình cho đến khi lại nghe được âm to nhất. Chiều cao của cột không khí lúc đó là 35 cm. Tính tốc độ truyền âm.

A. 200 m/s. B. 300 m/s. C. 350 m/s. D. 340 m/s.

Hướng dẫn

$$\frac{\lambda}{2}=l_2-l_1\Rightarrow\lambda=2\left(l_2-l_1\right)=2\left(50-35\right)=30\left(cm\right)\Rightarrow v=\lambda f=300\left(m/s\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý:

Nếu ống khí một đầu bịt kín, một đầu để hở mà nghe được âm to nhất thì đầu bịt kín là nút và đầu để hở là bụng:

$$l=\left(2n+1\right)\frac{\lambda}{4}=\left(2n+1\right)\frac{v}{4f}\Rightarrow f=\left(2n+1\right)\frac{v}{4l}\Rightarrow f_{min1}=\frac{v}{4l}$$

Nếu ống khí để hở hai đầu mà nghe được âm to nhất thì hai đầu là hai bụng:

$$l=k\frac{\lambda}{2}=k\frac{v}{2f}\Rightarrow f=k\frac{v}{2l}\Rightarrow f_{min2}=\frac{v}{2l}$$

Ví dụ 10: Một ống có một đầu bịt kín tạo ra âm cơ bản của nốt Đô có tần số 130,5 Hz. Nếu người ta để hở cả đầu đó thì khi đó âm cơ bản tạo có tần số bằng bao nhiêu?

A. 522 Hz. B. 491,5 Hz. C. 261 Hz. D. 195,25 Hz.

Hướng dẫn

$$\begin{cases}l=\left(2n+1\right)\frac{\lambda}{4}=\left(2n+1\right)\frac{v}{4f}\Rightarrow f=\left(2n+1\right)\frac{v}{4l}\Rightarrow f_{min1}=\frac{v}{4l}\\ l=k\frac{\lambda}{2}=k\frac{v}{2f}\Rightarrow f=k\frac{v}{2l}\Rightarrow f_{min2}=\frac{v}{2l}\end{cases}$$

$\Rightarrow f_{min2}=2f_{min1}=261\left(Hz\right)\Rightarrow$ Chọn C.

Chủ đề 5. DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN CÁC THAM SỐ CỦA MẠCH LC

Phương pháp giải

1) Tần số, chu kì

Các đại lượng $q, u, \vec{E}, i, \vec{B}$ biến thiên điều hòa theo thời gian với tần số góc, tần số và chu kì lần lượt là:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}, f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, T = 2\pi\sqrt{LC}, \text{ hay } \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{I_0}{Q_0}$$

Liên hệ giữa các giá trị cực đại: $I_0 = \omega Q_0 = \omega C U_0$.

Năng lượng dao động điện từ: $W = W_C + W_L = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}$

Năng lượng điện trường chứa trong tụ W_C và năng lượng từ trường chứa trong cuộn cảm W_L biến thiên tuần hoàn theo thời gian với $\omega' = 2\omega$, $f' = 2f$, $T' = T/2$.

$$\begin{cases} W_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{Q_0^2}{2C}\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{Q_0^2}{4C}\left[1 + \cos(2\omega t + 2\varphi)\right] \\ W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{L\omega^2 Q_0^2}{2}\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{Q_0^2}{2C}\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{Q_0^2}{4C}\left[1 - \cos(2\omega t + 2\varphi)\right] \end{cases}$$

Ví dụ 1: Một mạch dao động LC lí tưởng có cuộn cảm thuần có độ tự cảm 2 mH và tụ điện có điện dung 8 μF, lấy $\pi^2 = 10$. Năng lượng từ trường trong mạch biến thiên với tần số

A. 1250 Hz. B. 5000 Hz. C. 2500 Hz. D. 625 Hz.

Hướng dẫn

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2.10^{-3}.8.10^{-6}}} = 1250(Hz)$$

Từ trường trong cuộn cảm biến thiên với tần số f, còn năng lượng từ trường biến thiên với tần số $f' = 2f = 2500(Hz) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: (CĐ-2012) Một mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn cảm thuần và tụ điện có điện dung thay đổi được. Trong mạch đang có dao động điện từ tự do. Khi điện dung của tụ điện có giá trị 20 pF thì chu kì dao động riêng của mạch dao động là 3 μs. Khi điện dung của tụ điện có giá trị 180 pF thì chu kì dao động riêng của mạch dao động là

A. 1/9 μs. B. 1/27 μs. C. 9 μs. D. 27 μs.

Hướng dẫn

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{LC_2}}{2\pi\sqrt{LC_1}} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{T_2}{3} = \sqrt{\frac{180}{20}} \Rightarrow T_2 = 9(\mu s) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý: Khoảng thời gian hai lần liên tiếp để các đại lượng q, u, i, E, B, W_C, W_L bằng 0 hoặc có độ lớn cực đại là T/2.

Ví dụ 3: Một mạch dao động với tụ điện C và cuộn cảm L đang thực hiện dao động tự do. Điện tích cực đại trên một bản tụ điện là 10 (μC) và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là 10π A. Khoảng thời gian 2 lần liên tiếp điện tích trên tụ triệt tiêu là

A. 1 μs. B. 2 μs. C. 0,5 μs. D. 6,28 μs.

Hướng dẫn

$$W = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow LC = \frac{Q_0^2}{I_0^2} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\frac{Q_0}{I_0} = 2\pi.\frac{10.10^{-6}}{10\pi} = 2.10^{-6}(s)$$

Khoảng thời gian 2 lần liên tiếp điện tích trên tụ triệt tiêu là $\frac{T}{2} = 10^{-6}(s)$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 4: Một mạch dao động LC lí tưởng tụ điện có điện dung 6/π (μF). Điện áp cực đại trên tụ là 4 V và dòng điện cực đại trong mạch là 3 mA. Năng lượng điện trường trong tụ biến thiên với tần số góc

A. 450 (rad/s). B. 500 (rad/s). C. 250 (rad/s). D. 125 rad/s.

Hướng dẫn

Từ hệ thức: $I_0 = \omega Q_0 = \omega C U_0 \Rightarrow \omega = I_0/(CU_0) = 125$ (rad/s).

Năng lượng điện trường biến thiên với tần số $\omega' = 2\omega = 250$ (rad/s) $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: (ĐH-2010) Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 4 μH và một tụ điện có điện dung biến đổi từ 10 pF đến 640 pF. Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kì dao động riêng của mạch này có giá trị

A. từ 2.10^{-8} s đến 3.10^{-7} s. B. từ 4.10^{-8} s đến $3,2.10^{-7}$ s.

C. từ 2.10^{-8} s đến $3,6.10^{-7}$ s. D. từ 4.10^{-8} s đến $2,4.10^{-7}$ s.

Hướng dẫn

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{LC_1} = 2\pi\sqrt{4.10^{-6}.10.10^{-12}} = 4.10^{-8}(s) \\ T_2 = 2\pi\sqrt{LC_2} = 2\pi\sqrt{4.10^{-6}.640.10^{-12}} = 3,2.10^{-7}(s) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: Cho một mạch dao động điện từ gồm một tụ điện có điện dung 4 (μF). Biết điện trường trong tụ biến thiên theo thời gian với tần số góc 1000 (rad/s). Độ tự cảm của cuộn dây là

A. 0,25 H. B. 1 mH. C. 0,9 H. D. 0,0625 H.

Hướng dẫn

Tần số dao động riêng của mạch bằng tần số biến thiên của điện trường trong tụ nên: $L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{1000^2.4.10^{-6}} = 0,25(H) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 7: Một mạch dao động LC tụ điện có điện dung $10^{-2}/\pi^2$ F và cuộn dây thuần cảm. Sau khi thu được sóng điện từ thì năng lượng điện trường trong tụ điện biến thiên với tần số bằng 1000 Hz. Độ tự cảm của cuộn dây là

A. 0,1 mH. B. 0,2 mH. C. 1 mH. D. 2 mH.

Hướng dẫn

Tần số dao động riêng của mạch bằng nửa tần số biến thiên của năng lượng điện trường trong tụ nên f = 500 Hz và

$$L=\frac{1}{\omega^2 C}=\frac{1}{(2\pi f)^2 C}=\frac{1}{(1000\pi)^2.\frac{10^{-2}}{\pi^2}}=10^{-4}(H)\Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Điện dung của tụ điện phẳng tính theo công thức: $C=\frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d}$, *trong đó S là diện tích đối diện của hai bản tụ, d là khoảng cách hai bản tụ và ε hằng số điện môi của chất điện môi trong tụ.*

Ví dụ 8: Tụ điện của một mạch dao động LC là một tụ điện phẳng. Mạch có chu kì dao động riêng là T. Khi khoảng cách giữa hai bản tụ giảm đi bốn lần thì chu kì dao động riêng của mạch là

A. $T\sqrt{2}$. B. 2T. C. 0,5T. D. $0,5T\sqrt{2}$.

Hướng dẫn

Từ công thức $C=\frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d}$ nếu giảm d bốn lần thì C' = 4C nên T' = 2T

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 9: Một mạch dao động LC lí tưởng có thể biến đổi trong dải tần số từ 10 MHz đến 50 MHz bằng cách thay đổi khoảng cách giữa hai bản tụ điện phẳng. Khoảng cách giữa các bản tụ thay đổi

A. 5 lần. B. 16 lần. C. 160 lần. D. 25 lần.

Hướng dẫn

$$\frac{f_2}{f_1}=\frac{\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}}}{\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}}}=\sqrt{\frac{C_1}{C_2}}=\sqrt{\frac{d_2}{d_1}}\Rightarrow\frac{d_2}{d_1}=\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2=25\Rightarrow\text{Chọn D.}$$

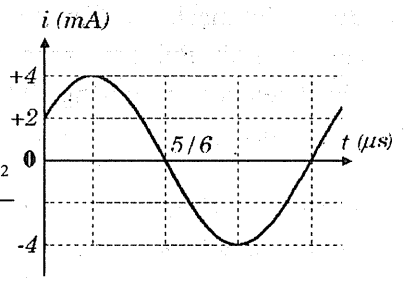
Ví dụ 10: Dòng điện trong mạch LC lí tưởng có cuộn dây có độ tự cảm 4 μH, có đồ thị phụ thuộc dòng điện vào thời gian như hình vẽ bên. Tụ có điện dung là:

A. 2,5 nF. B. 5 μF. C. 25 nF. D. 0,25 μF.

Hướng dẫn

Từ đồ thị: I_0 = 4 mA, thời gian ngắn nhất đi từ i = 2 mA = $I_0/2$ đến t = I_0 rồi về i = 0 là $\frac{5}{6}.10^{-6}(s)=\frac{T}{6}+\frac{T}{4}\Rightarrow T=2.10^{-6}(s)\Rightarrow\omega=\frac{2\pi}{T}=10^6\pi(rad/s)$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = 25.10^{-9}(F) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$



2) Giá trị cực đại, giá trị tức thời

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2}$$

$$I_0 = \omega Q_0 = \omega C U_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} C U_0$$

Ví dụ 1: (ĐH – 2007) Một mạch dao động điện từ gồm một tụ điện có điện dung 0,125 μF và một cuộn cảm có độ tự cảm 50 μH. Điện trở thuần của mạch không đáng kể. Hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 3 V. Cường độ dòng điện cực đại trong mạch là

A. $7,5\sqrt{2}$ A. B. $7,5\sqrt{2}$ mA. C. 15 mA. D. 0,15 A.

Hướng dẫn

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I_0 = U_0\sqrt{\frac{C}{L}} = 0,15(A) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Mạch dao động LC lí tưởng gồm tụ điện có điện dung 0,2 (μF) và cuộn dây có hệ số tự cảm 0,05 (H). Tại một thời điểm điện áp giữa hai bản tụ là 20 V thì cường độ dòng điện trong mạch là 0,1 (A). Tính tần số góc của dao động điện từ và cường độ dòng điện cực đại trong mạch.

A. 10^4 rad/s; $0,11\sqrt{2}$ A. B. 10^4 rad/s; 0,12 A.

C. 1000 rad/s; 0,11 A. D. 10^4 rad/s; 0,11 A.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = 10000(rad/s) \\ W = \dfrac{Cu^2}{2} + \dfrac{Li^2}{2} = \dfrac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I_0 = \sqrt{i^2 + \dfrac{C}{L}u^2} = \sqrt{0,0116} \approx 0,11(A) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 3: Cho mạch dao động LC lí tưởng. Dòng điện chạy trong mạch có biểu thức i = 0,04.cos20t (A) (với t đo bằng μs). Xác định điện tích cực đại của một bản tụ điện.

A. 10^{-12} C. B. 0,002 C. C. 0,004 C. D. 2 nC.

Hướng dẫn

$$I_0 = \omega Q_0 \Rightarrow Q_0 = \frac{I_0}{\omega} = \frac{0,04}{\dfrac{20rad}{10^{-6}s}} = 2.10^{-9}(C) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 4: (CĐ 2008): Mạch dao động LC có điện trở thuần bằng không gồm cuộn dây thuần cảm (cảm thuần) có độ tự cảm 4 mH và tụ điện có điện dung 9 nF.

Trong mạch có dao động điện từ tự do (riêng), hiệu điện thế cực đại giữa hai bản cực của tụ điện bằng 5 V. Khi hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là 3 V thì cường độ dòng điện trong cuộn cảm bằng

A. 3 mA. B. 9 mA. C. 6 mA. D. 12 mA.

Hướng dẫn

$$W=\frac{Cu^2}{2}+\frac{Li^2}{2}=\frac{CU_0^2}{2}\Rightarrow |i|=\sqrt{\frac{C}{L}\left(U_0^2-u^2\right)}=\sqrt{\frac{9.10^{-9}}{4.10^{-3}}\left(5^2-3^2\right)}=6.10^{-3}\left(A\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: Mạch dao động điện từ LC gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm 50 (mH) và tụ có điện dung 5 (μF). Điện áp cực đại trên tụ 12 (V). Tính giá trị điện áp hai bản tụ khi độ lớn cường độ dòng là $0,04\sqrt{5}$ (A).

A. 4 (V). B. 8 (V). C. $4\sqrt{3}$ (V). D. $4\sqrt{2}$ (V).

Hướng dẫn

$$W=\frac{Cu^2}{2}+\frac{Li^2}{2}=\frac{CU_0^2}{2}\Rightarrow |u|=\sqrt{U_0^2-\frac{L}{C}i^2}=\sqrt{12^2-\frac{50.10^{-3}}{5.10^{-6}}.0,04^2.5}=8\left(V\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: Một mạch dao động điện từ gồm tụ điện có điện dung 0,0625 (μF) và một cuộn dây thuần cảm, đang dao động điện từ có dòng điện cực đại trong mạch là 60 (mA). Tại thời điểm ban đầu điện tích trên tụ điện 1,5 (μC) và cường độ dòng điện trong mạch $30\sqrt{3}$ (mA). Độ tự cảm của cuộn dây là

A. 50 mH. B. 60 mH. C. 70 mH. D. 40 mH.

Hướng dẫn

$$W=\frac{q^2}{2C}+\frac{Li^2}{2}=\frac{LI_0^2}{2}\Rightarrow L=\frac{q^2}{C\left(I_0^2-i^2\right)}$$

$$\Rightarrow L=\frac{1,5^2.10^{-12}}{0,0625.10^{-6}\left(60^2-30^2.3\right).10^{-6}}=0,04\left(H\right)\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 7: (ĐH-2011) Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 50 mH và tụ điện có điện dung C. Trong mạch đang có dao động điện từ tự do với cường độ dòng điện i = 0,12cos2000t (i tính bằng A, t tính bằng s). Ở thời điểm mà cường độ dòng điện trong mạch bằng một nửa cường độ hiệu dụng thì hiệu điện thế giữa hai bản tụ có độ lớn bằng

A. $12\sqrt{3}$ V. B. $5\sqrt{14}$ V. C. $6\sqrt{2}$ V. D. $3\sqrt{14}$ V.

Hướng dẫn

$$C=\frac{1}{\omega^2 L}=\frac{1}{2000^2.50.10^{-3}}=5.10^{-6}\left(H\right);i=\frac{I}{2}=\frac{I_0}{2\sqrt{2}}$$

$$W=\frac{1}{2}LI_0^2=\frac{1}{2}Cu^2+\frac{1}{2}Li^2\rightarrow u=\sqrt{\frac{L}{C}\left(I_0^2-i^2\right)}=\sqrt{\frac{L}{C}\left(I_0^2-\frac{I_0^2}{8}\right)}$$

$$u=\left(2000.50.10^{-3}\right)\sqrt{\frac{7}{8}}=3\sqrt{14}\left(V\right)\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Các hệ thức liên quan đến tần số góc:

$$\begin{cases}W=\dfrac{q^2}{2C}+\dfrac{Li^2}{2}=\dfrac{Q_0^2}{2C}\Rightarrow q^2+LC.i^2=Q_0^2\Rightarrow \boxed{q^2+\dfrac{i^2}{\omega^2}=Q_0^2}\\ W=\dfrac{q^2}{2C}+\dfrac{Li^2}{2}=\dfrac{LI_0^2}{2}\Rightarrow \dfrac{q^2}{LC}+i^2=I_0^2\Rightarrow \boxed{\omega^2q^2+i^2=I_0^2}\end{cases}$$

Ví dụ 8: (ĐH-2008) Trong mạch dao động LC có dao động điện từ tự do (dao động riêng) với tần số góc 10^4 rad/s. Điện tích cực đại trên tụ điện là 10^{-9} C. Khi cường độ dòng điện trong mạch bằng 6.10^{-6} A thì điện tích trên tụ điện là

A. 6.10^{-10} C. B. 8.10^{-10} C. C. 2.10^{-10} C. D. 4.10^{-10} C.

Hướng dẫn

$$W=\frac{q^2}{2C}+\frac{Li^2}{2}=\frac{Q_0^2}{2C}\Rightarrow |q|=\sqrt{Q_0^2-\frac{i^2}{\omega^2}}=8.10^{-10}\left(C\right)\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 9: Trong mạch dao động LC lí tưởng có dao động điện từ tự do, biểu thức dòng điện trong mạch i = 5πcosωt (mA). Trong thời gian 1 s có 500000 lần dòng điện triệt tiêu. Khi cường độ dòng điện trong mạch bằng 4π (mA) thì điện tích trên tụ điện là

A. 6 nC. B. 3 nC. C. $0,95.10^{-9}$ C. D. 1,91 nC.

Hướng dẫn

Trong 1 chu kì dòng điện triệt 2 lần nên trong 1 s dòng điện triệt tiêu 2f lần.

$$\begin{cases}f=\dfrac{500000}{2}=250000\left(Hz\right)\Rightarrow \omega=2\pi f=500000\pi\left(rad/s\right)\\ W=\dfrac{q^2}{2C}+\dfrac{Li^2}{2}=\dfrac{LI_0^2}{2}\Rightarrow |q|=\dfrac{1}{\omega}\sqrt{I_0^2-i^2}=6.10^{-9}\left(C\right)\end{cases}\Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Nếu bài toán cho q, i, L và U_0 để tìm ω ta phải giải phương trình trùng phương: $W=\dfrac{q^2}{2C}+\dfrac{Li^2}{2}=\dfrac{CU_0^2}{2}\xrightarrow{C=\frac{1}{\omega^2L}}q^2+i^2\dfrac{1}{\omega^2}=\dfrac{U_0^2}{L^2}\dfrac{1}{\omega^4}$

$$\Rightarrow \frac{U_0^2}{L^2}\frac{1}{\omega^4}-i^2\frac{1}{\omega^2}-q^2=0$$

Ví dụ 10: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 50 mH và tụ điện có điện dung C. Trong mạch đang có dao động điện từ tự do với điện áp cực đại hai đầu cuộn cảm là 12 V. Ở thời điểm mà cường độ dòng điện

trong mạch bằng $0,03\sqrt{2}$ A thì điện tích trên tụ có độ lớn bằng $15\sqrt{14}$ μC. Tần số góc của mạch là

A. 2.10^3 rad/s. B. 5.10^4 rad/s. C. 5.10^3 rad/s. D. 25.10^4 rad/s.

Hướng dẫn

$$\frac{U_0^2}{L^2}\frac{1}{\omega^4}-i^2\frac{1}{\omega^2}-q^2=0\Rightarrow\frac{144}{0,05^2}\frac{1}{\omega^4}-0,03^2.2.\frac{1}{\omega^2}-15^2.14.10^{-12}=0$$

$$\Rightarrow\omega=2.10^3\left(rad/s\right)\Rightarrow\text{Chọn A.}$$

Chú ý:

$$\text{Nếu } i=xI_0 \text{ thì } W_L=x^2W\Rightarrow W_C=W-W_L=\left(1-x^2\right)W\begin{cases}|q|=\sqrt{1-x^2}Q_0\\|u|=\sqrt{1-x^2}U_0\end{cases}$$

$$\text{Nếu } q=yQ_0,\ u=yU_0 \text{ thì } W_C=y^2W\Rightarrow W_L=W-W_C=\left(1-y^2\right)W\Rightarrow|i|=\sqrt{1-y^2}I_0$$

Ví dụ 11: Một mạch dao động LC lí tưởng có điện áp cực đại giữa hai bản tụ điện là U_0. Tại thời điểm điện tích trên một bản tụ có độ lớn bằng 0,6 giá trị cực đại thì khi cường độ dòng điện trong mạch có giá trị

A. $0,25.I_0\sqrt{2}$. B. $0,5.I_0\sqrt{3}$. C. $0,6.I_0$. D. $0,8.I_0$.

Hướng dẫn

$$q=0,6Q_0\Rightarrow W_C=0,36W\Rightarrow W_L=W-W_C=0,64W\Rightarrow|i|=\sqrt{0,64}I_0=0,8I_0$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 12: (ĐH-2008) Trong một mạch dao động LC không có điện trở thuần, có dao động điện từ tự do (dao động riêng). Điện áp cực đại giữa hai bản tụ và cường độ dòng điện cực đại qua mạch lần lượt là U_0 và I_0. Tại thời điểm cường độ dòng điện trong mạch có giá trị $I_0/2$ thì độ lớn điện áp giữa hai bản tụ điện là

A. $0,75.U_0$. B. $0,5.U_0\sqrt{3}$. C. $0,5.U_0$. D. $0,25.U_0\sqrt{3}$.

Hướng dẫn

Cách 1: $i=0,5I_0\Rightarrow W_L=0,25W\Rightarrow W_C=W-W_L=0,75W$

$$\Rightarrow|u|=\sqrt{0,75}U_0=0,5\sqrt{3}U_0\Rightarrow\text{Chọn B.}$$

Cách 2: $W=\frac{Cu^2}{2}+\frac{Li^2}{2}=\frac{CU_0^2}{2}=\frac{LI_0^2}{2}\Rightarrow\frac{Cu^2}{2}+\frac{1}{4}\frac{LI_0^2}{2}=\frac{CU_0^2}{2}$

$$\Rightarrow\frac{Cu^2}{2}+\frac{1}{4}\frac{CU_0^2}{2}=\frac{CU_0^2}{2}\Rightarrow|u|=\frac{\sqrt{3}}{2}U_0$$

Ví dụ 13: (ĐH-2010) Xét hai mạch dao động điện từ lí tưởng. Chu kì dao động riêng của mạch thứ nhất là T_1, của mạch thứ hai là $T_2=2T_1$. Ban đầu điện tích trên mỗi bản tụ điện có độ lớn cực đại Q_0. Sau đó mỗi tụ điện phóng điện qua cuộn cảm của mạch. Khi điện tích trên mỗi bản tụ của hai mạch đều có độ lớn

bằng q ($0 < q < Q_0$) thì tỉ số độ lớn cường độ dòng điện trong mạch thứ nhất và độ lớn cường độ dòng điện trong mạch thứ hai là

A. 0,25. B. 0,5. C. 4. D. 2.

Hướng dẫn

$$Q_0^2 = q^2 + \frac{i^2}{\omega^2} \Rightarrow |i| = \omega\sqrt{Q_0^2 - q^2} \Rightarrow \frac{|i_1|}{|i_2|} = \frac{\omega_1\sqrt{Q_0^2 - q^2}}{\omega_2\sqrt{Q_0^2 - q^2}} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{T_2}{T_1} = 2$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

3) Giá trị tức thời ở hai thời điểm

Ta đã biết nếu hai đại lượng x, y vuông pha nhau thì $\left(\frac{x}{x_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{y}{y_{\max}}\right)^2 = 1$

Vì q, i vuông pha nên: $\left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{\omega Q_0}\right)^2 = 1$

Vì u, i vuông pha nên: $\left(\frac{u}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{\omega C Q_0}\right)^2 = 1$

* *Hai thời điểm cùng pha* $t_2 - t_1 = nT$ *thì* $u_2 = u_1; q_2 = q_1; i_2 = i_1$.

* *Hai thời điểm ngược pha* $t_2 - t_1 = (2n+1)\frac{T}{2}$ *thì* $u_2 = -u_1; q_2 = -q_1; i_2 = -i_1$

$$\left(\frac{q_1}{Q_0}\right)^2 + \left(\frac{i_2}{\omega Q_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow Q_0 = \sqrt{q_1^2 + \left(\frac{i_2}{\omega}\right)^2};$$

$$\left(\frac{q_2}{Q_0}\right)^2 + \left(\frac{i_1}{\omega Q_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow Q_0 = \sqrt{q_2^2 + \left(\frac{i_1}{\omega}\right)^2}$$

* *Hai thời điểm vuông pha* $t_2 - t_1 = (2n+1)\frac{T}{4}$ *thì*

$$\begin{cases} u_1^2 + u_2^2 = U_0^2; q_1^2 + q_2^2 = Q_0^2; i_1^2 + i_2^2 = I_0^2 \\ |i_2| = |\omega q_1|; |i_1| = |\omega q_2| \end{cases}$$

Nếu n chẵn thì $i_2 = -\omega q_1; i_1 = \omega q_2$

Nếu n lẻ thì $i_2 = \omega q_1; i_1 = -\omega q_2$

Ví dụ 1: Một mạch dao động LC lí tưởng có chu kì 2 μs. Tại một thời điểm, điện tích trên tụ 3 μC sau đó 1 μs dòng điện có cường độ 4π A. Tìm điện tích cực đại trên tụ.

A. 10^{-6} C. B. 5.10^{-5} C. C. 5.10^{-6} C. D. 10^{-4} C.

Hướng dẫn

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 10^6 \pi (rad/s)$$

Cách 1: Hai thời điểm ngược pha $t_2 - t_1 = T/2$ thì

$$Q_0 = \sqrt{q_1^2 + \left(\frac{i_2}{\omega}\right)^2} = \sqrt{\left(3.10^{-6}\right)^2 + \left(\frac{4\pi}{10^6\pi}\right)^2} = 5.10^{-6}(C) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Cách 2: $\begin{cases} q = Q_0 \cos 10^6 \pi t \\ i = q' = -10^6 \pi Q_0 \sin 10^6 \pi t \end{cases}$

$$\begin{cases} q = Q_0 \cos 10^6 \pi t = 3.10^{-6} \\ i = -10^6 \pi Q_0 \sin 10^6 \pi \left(t + 10^{-6}\right) = +10^6 \pi Q_0 \sin 10^6 \pi t = 4\pi \Rightarrow Q_0 \sin 10^6 \pi t = 4.10^{-6} \end{cases}$$

$$\Rightarrow Q_0 = \sqrt{\left(3.10^{-6}\right)^2 + \left(4.10^{-6}\right)^2} = 5.10^{-6} C$$

Ví dụ 2: Một mạch dao động LC lí tưởng có chu kì T. Tại một thời điểm điện tích trên tụ bằng 6.10^{-7} C, sau đó $\frac{3T}{4}$ cường độ dòng điện trong mạch bằng $1{,}2\pi.10^{-3}$A. Tìm chu kì T.

A. 10^{-3} s. B. 10^{-4} s. C. 5.10^{-3} s. D. 5.10^{-4} s.

Hướng dẫn

Cách 1: Hai thời điểm vuông pha $t_2 - t_1 = (2.1+1)\frac{T}{4}$ với n = 1 lẻ nên

$$i_2 = \omega q_1 \Rightarrow \omega = \frac{i_2}{q_1} = 2000\pi (rad/s) \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 10^{-3}(s) \Rightarrow \text{Chọn A}$$

Cách 2: $q = Q_0 \cos\frac{2\pi t}{T} = 6.10^{-7}(C)$

$$i = -\frac{2\pi}{T} Q_0 \sin\frac{2\pi}{T}\left(t + \frac{3T}{4}\right) = 1{,}6\pi.10^{-3} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \frac{1{,}2\pi.10^{-3}}{Q_0 \cos\frac{2\pi t}{T}} \Rightarrow T = 10^{-3}(s)$$

Ví dụ 3: Một mạch dao động LC lí tưởng có tần số góc 10000π (rad/s). Tại một thời điểm điện tích trên tụ là -1 μC, sau đó $0{,}5.10^{-4}$ s dòng điện có cường độ là

A. 0,01π A. B. -0,01π A. C. 0,001π A. D. -0,001π A.

Hướng dẫn

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2.10^{-4}(s) \Rightarrow \frac{T}{4} = 0{,}5.10^{-4}(s).$$

Hai thời điểm vuông pha $t_2 - t_1 = (2.0+1)\frac{T}{4}$ với n = 0 chẵn nên

$i_2 = -\omega q_1 = 0,01\pi(A) \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Nếu bài toán liên quan đến hai mạch dao động mà điện tích bởi hệ thức $aq_1^2 + bq_2^2 = c$ *(1) thì ta đạo hàm hai vế theo thời gian:* $2aq_1q'_1 + 2bq_2q'_2 = 0$ $\Leftrightarrow aq_1i_1 + bq_2i_2 = 0$ *(2). Giải hệ (1), (2) sẽ tìm được các đại lượng cần tìm.*

Ví dụ 3: (ĐH - 2013): Hai mạch dao động điện từ lý tưởng đang có dao động điện từ tự do. Điện tích của tụ điện trong mạch dao động thứ nhất và thứ hai lần lượt là q_1 và q_2 với $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3.10^{-17}$, q tính bằng C. Ở thời điểm t, điện tích của tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch dao động thứ nhất lần lượt là 10^{-9} C và 6 mA, cường độ dòng điện trong mạch dao động thứ hai có độ lớn bằng :

A. 10 mA. B. 6 mA. C. 4 mA. D. 8 mA.

Hướng dẫn

Từ $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3.10^{-17}$ (1) lấy đạo hàm theo thời gian cả hai vế ta có:

$8q_1q'_1 + 2q_2q'_2 = 0 \Leftrightarrow 8q_1i_1 + 2q_2i_2 = 0$ (2). Từ (1) và (2) thay các giá trị q_1 và i_1 tính được $i_2 = 8$ mA $\Rightarrow$ Chọn D.

4) Năng lượng điện trường. Năng lượng từ trường. Năng lượng điện từ

$$W = W_C + W_L = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2}$$

Ví dụ 1: Cho một mạch dao động LC lí tưởng gồm tụ điện có điện dung 0,5 (μF) và một cuộn dây thuần cảm. Biết điện áp cực đại trên tụ là 6 (V). Xác định năng lượng dao động.

A. 3,6 μJ. B. 9 μJ. C. 3,8 μJ. D. 4 μJ.

Hướng dẫn

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = 9.10^{-6}(J) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 2: Một mạch dao động LC lí tưởng đang hoạt động, cuộn dây có độ tự cảm 5 mH. Khi điện áp giữa hai đầu cuộn cảm 1,2 V thì cường độ dòng điện trong mạch bằng 1,8 mA. Còn khi điện áp giữa hai đầu cuộn cảm bằng 0,9 V thì cường độ dòng điện trong mạch bằng 2,4 mA. Điện dung của tụ và năng lượng điện từ là

A. 200 nF và $2,25.10^{-7}$ J. B. 20 nF và 5.10^{-10} J.

C. 10 nF và 25.10^{-10} J. D. 10 nF và 3.10^{-10} J.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} W = \dfrac{Cu_1^2}{2} + \dfrac{Li_1^2}{2} \\ W = \dfrac{Cu_2^2}{2} + \dfrac{Li_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W - \dfrac{1,2^2}{2}C = \dfrac{5.10^{-3}.\left(1,8.10^{-3}\right)^2}{2} \\ W - \dfrac{0,9^2}{2}C = \dfrac{5.10^{-3}.\left(2,4.10^{-3}\right)^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W = 2,25.10^{-7}(J) \\ C = 20.10^{-8}(F) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn A. (Có thể dùng máy tính cầm tay để giải hệ!)

Ví dụ 3: (CĐ 2007): Một mạch dao động LC có điện trở thuần không đáng kể, tụ điện có điện dung 5 μF. Dao động điện từ riêng (tự do) của mạch LC với hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ điện bằng 6 V. Khi hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện là 4 V thì năng lượng từ trường trong mạch bằng

A. 10^{-5} J. B. 5.10^{-5} J. C. 9.10^{-5} J. D. 4.10^{-5} J.

Hướng dẫn

$$W_L = W - W_C = \frac{CU_0^2}{2} - \frac{Cu^2}{2} = \frac{5.10^{-6}}{2}\left(6^2 - 4^2\right) = 5.10^{-5}\left(J\right) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 4: Một mạch dao động điện từ LC lý tưởng. Biết điện dung của tụ điện C = 5 μF, hiệu điện thế cực đại hai đầu tụ điện là U_0 = 12 V. Tại thời điểm mà hiệu điện thế hai đầu cuộn dây 8 V, thì năng lượng điện trường và năng lượng từ trường trong mạch có giá trị tương ứng là

A. $1,6.10^{-4}$J và $2,0.10^{-4}$J. B. $2,0.10^{-4}$J và $1,6.10^{-4}$J.

C. $2,5.10^{-4}$J và $1,1.10^{-4}$J. D. $1,6.10^{-4}$J và $3,0.10^{-4}$J.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} W_C = \dfrac{Cu^2}{2} = \dfrac{5.10^{-6}.8^2}{2} = 1,6.10^{-4}\left(J\right) \\ W_L = \dfrac{CU_0^2}{2} - \dfrac{Cu^2}{2} = \dfrac{5.10^{-6}.12^2}{2} - \dfrac{5.10^{-6}.8^2}{2} = 2,0.10^{-4}\left(J\right) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Cho một mạch dao động điện từ gồm một tụ điện có điện dung 8 (pF) và một cuộn cảm có độ tự cảm 200 (μH). Bỏ qua điện trở thuần của mạch. Năng lượng dao động của mạch là 0,25 (μJ). Tính giá trị cực đại của dòng điện và hiệu điện thế trên tụ.

A. 0,05 A; 240 V. B. 0,05 A; 250 V. C. 0,04 A; 250 V. D. 0,04 A; 240 V.

Hướng dẫn

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow \begin{cases} I_0 = \sqrt{\dfrac{2W}{L}} = 0,05\left(A\right) \\ U_0 = \sqrt{\dfrac{2W}{C}} = 250\left(V\right) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: $W_C = nW_L \begin{cases} W_L = \dfrac{1}{n+1}W \Rightarrow |i| = \sqrt{\dfrac{1}{n+1}}I_0 \\ W_C = \dfrac{n}{n+1}W \Rightarrow |q| = \sqrt{\dfrac{n}{n+1}}Q_0; |u| = \sqrt{\dfrac{n}{n+1}}U_0 \end{cases}$

(Toàn bộ có (n + 1) phần W_L chiếm 1 phần và W_C chiếm n phần)

$$\Rightarrow\begin{cases} W_L = W_C \Rightarrow |i| = \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}; |q| = \dfrac{Q_0}{\sqrt{2}}; |u| = \dfrac{U_0}{\sqrt{2}} \\ W_L = 3W_C \Rightarrow |i| = \dfrac{I_0\sqrt{3}}{2}; |q| = \dfrac{Q_0}{2}; |u| = \dfrac{U_0}{2} \\ W_L = \dfrac{1}{3}W_C \Rightarrow |i| = \dfrac{I_0}{2}; |q| = \dfrac{Q_0\sqrt{3}}{2}; |u| = \dfrac{U_0\sqrt{3}}{2} \end{cases}$$

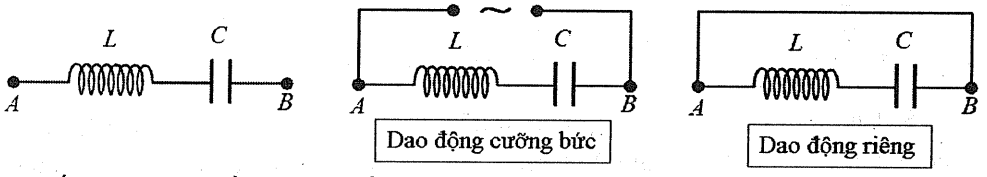
Ví dụ 6: Cường độ dòng điện trong mạch dao động LC có biểu thức i = 9cosωt (mA). Vào thời điểm năng lượng điện trường bằng 8 lần năng lượng từ trường thì cường độ dòng điện i bằng

A. 3 mA. B. $1,5\sqrt{2}$ mA. C. $2\sqrt{2}$ mA. D. 1 mA.

Hướng dẫn

$$W_L = \frac{1}{8}W_C \begin{cases} W_L = \dfrac{1}{9}W \Rightarrow |i| = \sqrt{\dfrac{1}{9}}I_0 = 3(mA) \\ W_C = \dfrac{8}{9}W \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

5) Dao động cưỡng bức. Dao động riêng



* Nối AB vào nguồn xoay chiều thì mạch dao động cưỡng bức

$$\begin{cases} Z_L = \omega L \Rightarrow L = \dfrac{Z_L}{\omega} \\ Z_C = \dfrac{1}{\omega C} \Rightarrow C = \dfrac{1}{Z_C\omega} \end{cases}$$

* Cung cấp cho mạch năng lượng rồi nối AB bằng một dây dẫn thì mạch dao động tự do với tần số góc thỏa mãn: $\dfrac{1}{\omega_0^2} = LC$. Nếu trước khi mạch dao động tự do, ta thay đổi độ tự cảm và điện dung của tụ: $\dfrac{1}{\omega_0^2} = L'C' = (L \pm \Delta L)(C \pm \Delta C)$

Ví dụ 1: Đoạn mạch AB gồm cuộn cảm thuần nối tiếp với tụ điện. Đặt nguồn xoay chiều có tần số góc ω vào hai đầu A và B thì tụ điện có dung kháng 100 Ω, cuộn cảm có cảm kháng 25 Ω. Ngắt A, B ra khỏi nguồn rồi nối A và B thành mạch kín thì tần số góc dao động riêng của mạch là 100π (rad/s). Tính ω.

A. 100π rad/s. B. 50π rad/s. C. 100 rad/s. D. 50 rad/s.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} Z_L = \omega L = 50\Omega \Rightarrow L = \dfrac{25}{\omega} \\ Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = 100\Omega \Rightarrow C = \dfrac{1}{100\omega} \end{cases} \Bigg| \frac{1}{\omega_0^2} = LC \Rightarrow \frac{1}{(100\pi)^2} = \frac{25}{\omega}\frac{1}{100\omega}$$

$\Rightarrow \omega = 50\pi (rad/s) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 2: Đoạn mạch AB gồm cuộn cảm thuần nối tiếp với tụ điện. Đặt nguồn xoay chiều có tần số góc ω vào hai đầu A và B thì tụ điện có dung kháng 100 Ω, cuộn cảm có cảm kháng 50 Ω. Ngắt A, B ra khỏi nguồn và tăng độ tự cảm của cuộn cảm một lượng 0,5 H rồi nối A và B thành mạch kín thì tần số góc dao động riêng của mạch là 100 (rad/s). Tính ω.

A. 80π rad/s. B. 50π rad/s. C. 100 rad/s. D. 50 rad/s.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} Z_L = \omega L = 50\Omega \Rightarrow L = \dfrac{50}{\omega} \\ Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = 100\Omega \Rightarrow C = \dfrac{1}{100\omega} \end{cases} \Bigg| \frac{1}{\omega_0^2} = L'C = (L + \Delta L)C$$

$$\Rightarrow \frac{1}{10000} = \frac{50}{\omega}\frac{1}{100\omega} + 0,5.\frac{1}{100\omega} \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{1}{\omega^2} + \frac{1}{200}\frac{1}{\omega} - \frac{1}{10000} = 0$$

$\Rightarrow \omega = 100 (rad/s) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Đoạn mạch AB gồm cuộn cảm thuần nối tiếp với tụ điện. Đặt nguồn xoay chiều có tần số góc ω vào hai đầu A và B thì tụ điện có dung kháng 100 Ω, cuộn cảm có cảm kháng 50 Ω. Ngắt A, B ra khỏi nguồn và giảm điện dung của tụ một lượng ΔC = 1/(8π) mF rồi nối A và B thành mạch kín thì tần số góc dao động riêng của mạch là 80π (rad/s). Tính ω.

A. 40π rad/s. B. 50π rad/s. C. 60π rad/s. D. 100π rad/s.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} Z_L = \omega L = 50\Omega \Rightarrow L = \dfrac{50}{\omega} \\ Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = 100\Omega \Rightarrow C = \dfrac{1}{100\omega} \end{cases} \Bigg| \frac{1}{\omega_0^2} = L(C - \Delta C)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{(80\pi)^2} = \frac{50}{\omega}\frac{1}{100\omega} - \frac{50}{\omega}\frac{10^{-3}}{8\pi}$$

$\Rightarrow \omega^2 + 40\pi\omega - 3200\pi^2 = 0 \Rightarrow \omega = 40\pi (rad/s) \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos\omega t$ lần lượt vào hai đầu đoạn mạch chỉ chứa L, chỉ chứa C thì biên độ dòng điện lần lượt là

$$\begin{cases} I_{01} = \dfrac{U_0}{Z_L} = \dfrac{U_0}{\omega L} \\ I_{02} = \dfrac{U_0}{Z_C} = \omega C U_0 \end{cases} \Rightarrow I_{01} I_{02} = U_0^2 \frac{C}{L}$$

Nếu mắc LC thành mạch dao động thì $W = \dfrac{LI_0^2}{2} = \dfrac{CU'^2_0}{2} \Rightarrow I_0^2 = U'^2_0 \dfrac{C}{L}$

Từ đó suy ra: $\dfrac{I_0^2}{I_{01} I_{02}} = \dfrac{U'^2_0}{U_0^2} \Rightarrow I_0 = \dfrac{U'_0}{U_0} \sqrt{I_{01} I_{02}}$

Ví dụ 4: Nếu mắc điện áp u = $U_0 \cos\omega t$ vào hai đầu cuộn thuần cảm L thì biên độ dòng điện tức thời là I_{01}. Nếu mắc điện áp trên vào hai đầu tụ điện C thì biên độ dòng điện tức thời I_{02}. Mắc L và C thành mạch dao động LC. Nếu điện áp cực đại hai đầu tụ U_0 thì dòng cực đại qua mạch là

A. $I_0 = \sqrt{I_{01} I_{02}}$. B. $I_0 = \dfrac{2U_0^2}{\sqrt{I_{01} I_{02}}}$. C. $I_0 = \dfrac{U_0^2}{\sqrt{2 I_{01} I_{02}}}$. D. $I_0 = \dfrac{U_0^2}{2\sqrt{I_{01} I_{02}}}$.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \omega L = \dfrac{U_0}{I_{01}} ; \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{U_0}{I_{02}} \Rightarrow \dfrac{L}{C} = \dfrac{U_0^2}{I_{01} I_{02}} \\ W = \dfrac{LI_0^2}{2} = \dfrac{CU_0^2}{2} \Rightarrow I_0 = U_0 \sqrt{\dfrac{C}{L}} = U_0 \sqrt{\dfrac{I_{01} I_{02}}{U_0^2}} = \sqrt{I_{01} I_{02}} \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Nếu mắc điện áp u = $U_0 \cos\omega t$ V vào hai đầu cuộn thuần cảm L thì biên độ dòng điện tức thời là 4 A. Nếu mắc điện áp trên vào hai đầu tụ điện C thì biên độ dòng điện tức thời 9 A. Mắc L và C thành mạch dao động LC thì điện áp cực đại hai đầu tụ 1 V và dòng cực đại qua mạch là 10 A. Tính U_0.

A. 100 V. B. 1 V. C. 60 V. D. 0,6 V.

Hướng dẫn

Áp dụng: $\dfrac{I_0^2}{I_{01} I_{02}} = \dfrac{U'^2_0}{U_0^2} \Rightarrow \dfrac{10^2}{4.9} = \dfrac{1^2}{U_0^2} \Rightarrow U_0 = 0,6(V) \Rightarrow$ Chọn D.

6) Khoảng thời gian

Thời gian ngắn nhất từ lúc năng lượng điện trường cực đại (i = 0, u = $\pm U_0$, q = $\pm Q_0$) đến lúc năng lượng từ trường cực đại (i = I_0, u = 0, q = 0) là T/4.

Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà $W_L = W_C$ là T/4.

Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp để các đại lượng q, u, i, E, B, W_L, W_C bằng 0 hoặc có độ lớn cực đại là T/2.

Ví dụ 1: Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng, ở thời điểm ban đầu điện tích trên tụ đạt cực đại 10 (nC). Thời gian để tụ phóng hết điện tích là 2 (μs). Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch là

A. 7,85 mA. B. 15,72 mA. C. 78,52 mA. D. 5,55 mA.

Hướng dẫn

Thời gian phóng hết điện tích chính là thời gian từ lúc $q = Q_0$ đến $q = 0$ và bằng T/4: $\frac{T}{4} = 2.10^{-6} \Rightarrow T = 8.10^{-6}(s) \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 250000\pi(rad/s)$.

$\Rightarrow I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{\omega Q_0}{\sqrt{2}} = \frac{250000\pi.10.10^{-9}}{\sqrt{2}} \approx 5,55.10^{-3}(A) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: Mạch dao động LC lí tưởng, cường độ dòng điện tức thời trong mạch dao động biến thiên theo phương trình: i = 0,04cosωt (A). Biết cứ sau những khoảng thời gian ngắn nhất 0,25 (μs) thì năng lượng điện trường và năng lượng từ trường bằng nhau bằng 0,8/π (μJ). Điện dung của tụ điện bằng

A. 25/π (pF). B. 100/π (pF). C. 120/π (pF). D. 125/π (pF).

Hướng dẫn

$W = W_L + W_C = 2.\frac{0,8}{\pi}.10^{-6}(J) = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow L = \frac{2.10^{-3}}{\pi}(H)$. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà $W_L = W_C$ là T/4 nên $\frac{T}{4} = 0,25.10^{-6}(s) \Rightarrow T = 10^{-6}(s)$

$\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi.10^{6}(rad/s) \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{125.10^{-12}}{\pi}(F) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 3: Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần L và tụ C thực hiện dao động điện từ tự do. Tại thời điểm t = 0, điện áp trên tụ bằng giá trị hiệu dụng. Tại thời điểm t = 150 μs năng lượng điện trường và năng lượng từ trường trong mạch bằng nhau. Xác đinh tần số dao động của mạch biết nó từ 23,5 kHz đến 26 kHz.

A. 25,0 kHz. B. 24,0 kHz. C. 24,5 kHz. D. 25,5 kHz.

Hướng dẫn

Khoảng thời gian hai lần để $W_L = W_C$ là kT/4 nên $150.10^{-6} = k\frac{T}{4} = \frac{k}{4f}$

$\Rightarrow f = \frac{5000}{3}k = \frac{5k}{3}kHz \xrightarrow{23,5 \le f \le 26} 14,1 \le k \le 15,6$

$\Rightarrow k = 15 \Rightarrow f = 25(kHz) \Rightarrow$ Chọn A.

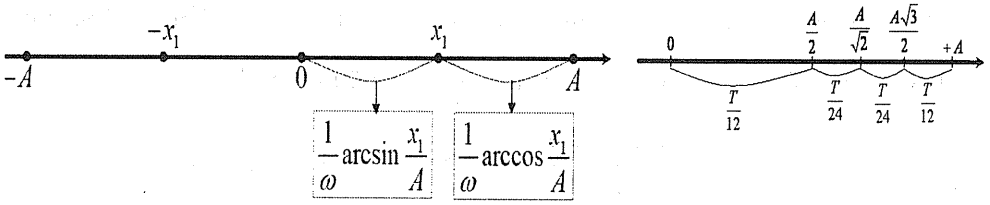
Ví dụ 4: Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 2 μH và tụ điện có điện dung 2 μF. Trong mạch có dao động điện từ tự do. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà năng lượng điện trường của tụ điện có độ lớn cực đại là

A. 2π μs. B. 4π μs. C. π μs. D. 1 μs.

Hướng dẫn

Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà năng lượng điện trường của tụ điện có độ lớn cực đại là T/2 $= \pi\sqrt{LC} = 2\pi.10^{-6}(s) \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Phân bố thời gian trong dao động điều hòa:



Ví dụ 5: Mạch dao động LC dao động điều hoà với tần số góc 1000 rad/s. Tại thời điểm t = 0, dòng điện đạt giá trị cực đại bằng I_0. Thời thời điểm gần nhất mà dòng điện bằng $0,6I_0$ là

A. 0,927 (ms). B. 1,107 (ms). C. 0,25 (ms). D. 0,464 (ms).

Hướng dẫn

Thời gian ngắn nhất đi từ $i = I_0$ đến $i = 0,6I_0$ là arcos:

$$t = \frac{1}{\omega}\arccos\frac{i}{I_0} = \frac{1}{10^3}\arccos 0,6 \approx 9,27.10^{-4}(s) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 6: Mạch dao động LC dao động điều hoà với tần số góc 1000 rad/s. Tại thời điểm t = 0, dòng điện bằng 0. Thời điểm gần nhất mà năng lượng điện trường bằng 4 năng lượng từ trường là

A. 0,5 (ms). B. 1,107 (ms). C. 0,25 (ms). D. 0,464 (ms).

Hướng dẫn

$$W_C = 4W_L \Rightarrow \begin{cases} W_L = \frac{1}{5}W \Rightarrow |i| = \sqrt{\frac{1}{5}}I_0 \\ W_C = \frac{4}{5}W \end{cases}$$

Thời gian ngắn nhất đi từ i = 0 đến $i = \sqrt{\frac{1}{5}}I_0$ là arcsin:

$$t = \frac{1}{\omega}\arcsin\frac{i}{I_0} = \frac{1}{10^3}\arcsin\sqrt{\frac{1}{5}} \approx 4,64.10^{-4}(s) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 7: (ĐH – 2007): Một tụ điện có điện dung 10 μF được tích điện đến một hiệu điện thế xác định. Sau đó nối hai bản tụ điện vào hai đầu một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm 1 H. Bỏ qua điện trở của các dây nối, lấy $\pi^2 = 10$. Sau khoảng thời gian ngắn nhất là bao nhiêu (kể từ lúc nối) điện tích trên tụ điện có giá trị bằng một nửa giá trị ban đầu?

A. 3/400 s. B. 1/600 s. C. 1/300 s. D. 1/1200 s.

Hướng dẫn

Thời gian ngắn nhất đi từ i = Q_0 đến i = 0,5Q_0 là $\frac{T}{6}=\frac{1}{6}.2\pi\sqrt{LC}=\frac{1}{300}(s)$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 8: (ĐH-2011) Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Thời gian ngắn nhất để năng lượng điện trường giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị cực đại là $1,5.10^{-4}$ s. Thời gian ngắn nhất để điện tích trên tụ giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị đó là

A. 2.10^{-4} s. B. 6.10^{-4} s. C. 12.10^{-4} s. D. 3.10^{-4} s.

Hướng dẫn

Thời gian ngắn nhất để năng lượng điện trường giảm từ giá trị cực đại (giả sử lúc này q = Q_0) xuống còn một nửa giá trị cực đại (q = $Q_0/\sqrt{2}$) là T/8 = $1,5.10^{-4}$ s, suy ra T = $1,2.10^{-3}$ s.

Thời gian ngắn nhất để điện tích trên tụ giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị đó là T/6 = 2.10^{-4} (s) $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 9: (ĐH-2012) Một mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Biết điện tích cực đại trên một bản tụ điện là $4\sqrt{2}$ μC và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là $0,5\pi\sqrt{2}$ A. Thời gian ngắn nhất để điện tích trên một bản tụ giảm từ giá trị cực đại đến nửa giá trị cực đại là

A. 4/3 μs. B. 16/3 μs. C. 2/3 μs. D. 8/3 μs.

Hướng dẫn

Tần số góc ω = I_0/Q_0 = 125000π rad/s, suy ra T = 2π/ω = $1,6.10^{-5}$ s = 16 μs.

Thời gian ngắn nhất để điện tích trên một bản tụ giảm từ giá trị cực đại Q_0 đến nửa giá trị cực đại 0,5Q_0 là T/6 = 8/3 μs $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 10: (ĐH - 2013): Mạch dao động LC lí tưởng đang hoạt động, điện tích cực đại của tụ điện là $q_0 = 10^{-6}$ C và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là I_0 = 3π mA. Tính từ thời điểm điện tích trên tụ là q_0, khoảng thời gian ngắn nhất để cường độ dòng điện trong mạch có độ lớn bằng I_0 là

A. 10/3 ms. B. 1/6 μs. C. 1/2 ms. D. 1/6 ms.

Hướng dẫn

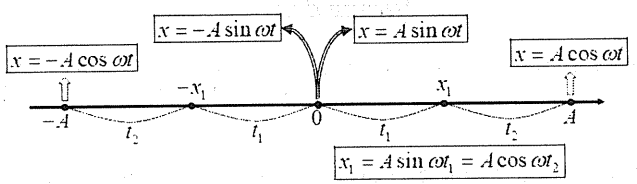
Tần số góc ω = I_0/Q_0 = 3000π rad/s, suy ra T = 2π/ω = 1/1500 s = 2/3 ms.

Thời gian ngắn nhất từ lúc q = q_0 đến i = I_0 là T/4 = 1/6 ms $\Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý:

1) *Nếu gọi t_{min} là khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp mà $|x|=x_1$ thì t_{min} tính như hình vẽ.*

2) *Khoảng thời gian trong một chu kì để $|x|<x_1$ là $4t_1$ và để $|x|>x_1$ là $4t_2$.*



$$\begin{cases} t_1 = \dfrac{1}{\omega}\arcsin\dfrac{x_1}{A} \\ t_2 = \dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{x_1}{A} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \dfrac{A}{\sqrt{2}} \Rightarrow t_1 = t_2 = \dfrac{T}{8} \Rightarrow t_{\min} = \dfrac{T}{4} \\ x_1 < \dfrac{A}{\sqrt{2}} \Rightarrow t_1 < \dfrac{T}{8}; t_2 > \dfrac{T}{8} \Rightarrow t_{\min} = 2t_1 \\ x_1 > \dfrac{A}{\sqrt{2}} \Rightarrow t_1 > \dfrac{T}{8}; t_2 < \dfrac{T}{8} \Rightarrow t_{\min} = 2t_2 \end{cases}$$

Ví dụ 11: Trong mạch dao động điện từ tự do LC, có tần số góc 2000 rad/s. Thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp năng lượng điện trường trong tụ bằng 5 lần năng lượng từ trường trong cuộn cảm là

A. 1,596 ms. B. 0,798 ms. C. 0,4205 ms. D. 1,1503 ms.

Hướng dẫn

$$W_C = 5W_L \Rightarrow \begin{cases} W_L = \dfrac{1}{6}W \\ W_C = \dfrac{5}{6}W \Rightarrow |u| = u_1 = \sqrt{\dfrac{5}{6}}U_0 > \dfrac{U_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow t_{\min} = 2\dfrac{1}{\omega}\arccos\dfrac{u_1}{U_0} \end{cases}$$

$$t_{\min} = 2\frac{1}{2000}\arccos\sqrt{\frac{5}{6}} \approx 4,205.10^{-4}(s) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 12: Trong mạch dao động điện từ tự do LC, có tần số góc 2000 rad/s. Thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp năng lượng từ trường trong cuộn cảm bằng 6 lần năng lượng điện trường trong tụ là

A. 1,1832 ms. B. 0,3876 ms. C. 0,4205 ms. D. 1,1503 ms.

Hướng dẫn

$$W_L = 6W_C \Rightarrow \begin{cases} W_C = \dfrac{1}{7}W \Rightarrow |u| = u_1 = \sqrt{\dfrac{1}{7}}U_0 < \dfrac{U_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow t_{\min} = 2\dfrac{1}{\omega}\arcsin\dfrac{u_1}{U_0} \\ W_L = \dfrac{6}{7}W \end{cases}$$

$$t_{\min} = 2\frac{1}{2000}\arcsin\sqrt{\frac{1}{7}} \approx 3,876.10^{-4}(s) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 13: Một mạch dao động LC lí tưởng với điện áp cực đại trên tụ là U_0. Biết khoảng thời gian để điện áp u trên tụ có độ lớn |u| không vượt quá $0,8U_0$ trong một chu kì là 4 μs. Điện trường trong tụ biến thiên theo thời gian với tần số góc là

A. $1,85.10^6$ rad/s. B. $0,63.10^6$ rad/s. C. $0,93.10^6$ rad/s. D. $0,64.10^6$ rad/s.

Hướng dẫn

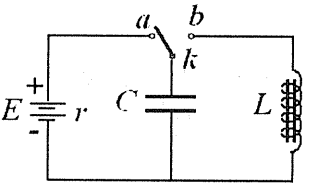
Khoảng thời gian để điện áp u trên tụ có độ lớn |u| không vượt quá $0,8U_0$ trong một chu kì là $4t_1 = 4\frac{1}{\omega}\arcsin\frac{0,8U_0}{U_0}$.

Thay số vào ta được: $4\frac{1}{\omega}\arcsin 0,8 = 4.10^{-6} \Rightarrow \omega \approx 0,93.10^6\left(rad/s\right) \Rightarrow$ Chọn C.

2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN NẠP NĂNG LƯỢNG CHO MẠCH LC. LIÊN QUAN ĐẾN BIỂU THỨC.

Phương pháp giải

1) Nạp năng lượng cho tụ



Ban đầu khóa k nối với a, điện áp cực đại trên tụ bằng suất điện động của nguồn điện 1 chiều U_0 = E. Sau đó, khóa k chuyển sang b thì mạch hoạt động với năng lượng: $W = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}$.

Ví dụ 1: Mạch dao động LC lí tưởng được cung cấp một năng lượng 4 (μJ) từ nguồn điện một chiều có suất điện động 8 (V) bằng cách nạp điện cho tụ. Biết tần số góc của mạch dao động 4000 (rad/s). Xác định độ tự cảm của cuộn dây.

A. 0,145 H. B. 0,35 H. C. 0,5 H. D. 0,15 H.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} W = \frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow C = \frac{2W}{U_0^2} = \frac{2.4.10^{-6}}{8^2} = \frac{10^{-6}}{8}\left(F\right) \\ L = \frac{1}{\omega^2 C} = 0,5\left(H\right) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 2: Một mạch dao động lý tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,05 H và tụ điện có điện dung C = 5 μF. Lúc đầu tụ đã được cung cấp năng lượng cho mạch bằng cách ghép tụ vào nguồn không đổi có suất điện động E. Biểu thức dòng điện trong mạch có biểu thức i = 0,2sinωt (A). Tính E.

A. 20 V. B. 40 V. C. 25 V. D. 10 V.

Hướng dẫn

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow U_0 = I_0\sqrt{\frac{L}{C}} = 0.2\sqrt{\frac{0,05}{5.10^{-6}}} = 20\left(V\right) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 3: Một mạch dao động lý tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C. Lúc đầu tụ đã được cung cấp năng lượng cho mạch bằng cách ghép tụ vào nguồn không đổi có suất điện động 2 V. Biểu thức năng lượng từ trong cuộn cảm có dạng $W_L = 20.\sin^2\omega t$ (nJ). Điện dung của tụ là

A. 20 nF. B. 40 nF. C. 25 nF. D. 10 nF.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} U_0 = 2(V); W_{L\max} = 20.10^{-9}(J) \\ W_{L\max} = W = \dfrac{CU_0^2}{2} \Rightarrow C = \dfrac{2W}{U_0^2} = \dfrac{2.20.10^{-9}}{2^2} = 10^{-8}(F) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 4: Trong mạch dao động LC lí tưởng, lúc đầu tụ điện được cấp một năng lượng 1 (μJ) từ nguồn điện một chiều có suất điện động 4 V. Cứ sau những khoảng thời gian như nhau 1 (μs) thì năng lượng trong tụ điện và trong cuộn cảm lại bằng nhau. Độ tự cảm của cuộn dây là

A. $35/\pi^2$ (μH). B. $34/\pi^2$ (μH). C. $30/\pi^2$ (μH). D. $32/\pi^2$ (μH).

Hướng dẫn

Đây là trường hợp nạp năng lượng cho tụ nên $U_0 = 4$ (V), từ công thức

$$W = \frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow C = \frac{2W}{U_0^2} = \frac{2.10^{-6}}{16} = 0{,}125.10^{-6}(F)$$

Khoảng thời gian hai lần liên tiếp để $W_L = W_C$ là $T/4 = 10^{-6}$ s

$$\Rightarrow T = 2\pi/\omega = 2\pi.10^6 \text{ (rad/s)} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{32}{\pi^2}.10^{-6}(H) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 5: Mạch dao động lý tưởng gồm tụ điện có điện dung và cuộn dây có độ tự cảm L. Dùng nguồn điện một chiều có suất điện động 6 (V) cung cấp cho mạch một năng lượng 5 (μJ) thì cứ sau khoảng thời gian ngắn nhất 1 (μs) dòng điện tức thời trong mạch triệt tiêu. Xác định biên độ dòng điện trong mạch.

A. $5\pi/3$ A. B. $\pi/3$ A. C. $2\pi/3$ A. D. $4\pi/3$ A.

Hướng dẫn

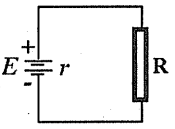
$$U_0 = 6(V) \text{ mà } W = \frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow C = \frac{2W}{U_0^2} = \frac{2.5.10^{-6}}{36} = \frac{5}{18}.10^{-6}(F)$$

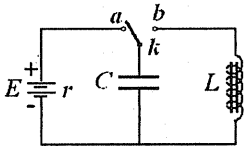
Khoảng thời gian hai lần liên tiếp i = 0 là

$$\frac{T}{2} = \pi\sqrt{LC} = 10^{-6}(s) \Rightarrow L = \frac{3{,}6}{\pi^2}.10^{-6}(H)$$

$$W = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I_0 = \sqrt{\frac{2W}{L}} = \sqrt{\frac{2.5.10^{-6}}{\frac{3{,}6}{\pi^2}.10^{-6}}} = \frac{5\pi}{3}(A) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Nếu lúc đầu dùng nguồn điện một chiều có suất điện động E và điện trở trong r cho dòng điện chạy qua R thì $I = \dfrac{E}{r+R}$. *Sau đó, dùng nguồn điện này để cung cấp năng lượng cho mạch LC bằng cách nạp điện cho tụ thì* $U_0 = E$ *và* $I_0 = \omega Q_0 = \omega C U_0 = \omega C E$.





Suy ra: $\frac{I_0}{I} = \omega C\left(r+R\right)$, *với* $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Ví dụ 6: Nếu nối hai đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần L mắc nối tiếp với điện trở thuần R = 1 Ω vào hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động không đổi và điện trở trong r = 1 Ω thì trong mạch có dòng điện không đổi cường độ 1,5 A. Dùng nguồn điện này để nạp điện cho một tụ điện có điện dung C = 1 μF. Khi điện tích trên tụ điện đạt giá trị cực đại, ngắt tụ điện khỏi nguồn rồi nối tụ điện với cuộn cảm thuần L thành một mạch dao động thì trong mạch có dao động điện từ tự do với tần số góc 10^6 rad/s và cường độ dòng điện cực đại bằng I_0. Tính I_0.

A. 1,5 A. B. 2 A. C. 0,5 A. D. 3 A.

Hướng dẫn

Áp dụng $\frac{I_0}{I} = \omega C\left(r+R\right) \Rightarrow \frac{I_0}{1,5} = 10^6.10^{-6}\left(1+1\right) \Rightarrow I_0 = 3\left(A\right) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 7: (ĐH-2011) Nếu nối hai đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần L mắc nối tiếp với điện trở thuần R = 1 Ω vào hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động không đổi và điện trở trong r thì trong mạch có dòng điện không đổi cường độ I. Dùng nguồn điện này để nạp điện cho một tụ điện có điện dung C = 2.10^{-6} F. Khi điện tích trên tụ điện đạt giá trị cực đại, ngắt tụ điện khỏi nguồn rồi nối tụ điện với cuộn cảm thuần L thành một mạch dao động thì trong mạch có dao động điện từ tự do với chu kì bằng $\pi.10^{-6}$ s và cường độ dòng điện cực đại bằng 8I. Giá trị của r bằng

A. 0,25 Ω. B. 1 Ω. C. 0,5 Ω. D. 2 Ω.

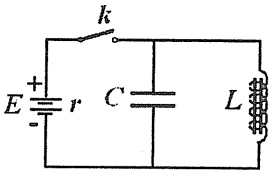
Hướng dẫn

Tần số góc: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\pi.10^{-6}} = 2.10^6\left(rad/s\right)$.

Áp dụng $\frac{I_0}{I} = \omega C\left(r+R\right) \Rightarrow 8 = 2.10^6.2.10^{-6}\left(1+R\right) \Rightarrow R = 1\left(\Omega\right)$

$\Rightarrow$ Chọn B.

2) Nạp năng lượng cho cuộn cảm



Lúc đầu khoá k đóng, trong mạch có dòng 1 chiều ổn định $I_0 = \frac{E}{r}$. Sau đó, khóa k mở thì I_0 chính là biên độ của dòng điện trong mạch dao động LC. Mạch hoạt động với năng lượng: $W = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}$.

Ví dụ 1: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm tụ điện có điện dung 10 μF và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 4 mH. Nối hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động 6 mV và điện trở trong 2 Ω vào hai đầu cuộn cảm. Sau khi dòng điện trong mạch ổn định, cắt nguồn thì mạch LC dao động với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là

A. $3\sqrt{2}$ mV. B. $30\sqrt{2}$ mV. C. 6 mV. D. 60 mV.

Hướng dẫn

Đây là trường hợp nạp năng lượng cho cuộn cảm nên $I_0 = E/r$, từ công thức

$$W = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow U_0 = I_0\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{E}{r}\sqrt{\frac{L}{C}} = 0,003\sqrt{\frac{0,004}{10.10^{-6}}} = 0,06(V) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Khi nạp năng lượng cho cuộn cảm, từ công thức

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{L\left(\frac{E}{r}\right)^2}{2} \text{ suy ra: } \frac{L}{C} = r^2\left(\frac{U_0}{E}\right)^2, \text{ kết hợp với công thức}$$

$LC = \frac{1}{\omega^2}$ *ta sẽ tìm được L, C.*

Ví dụ 2: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm tụ điện có điện dung C và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Nối hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động E và điện trở trong r vào hai đầu cuộn cảm. Sau khi dòng điện trong mạch ổn định, cắt nguồn thì mạch LC dao động hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là U_0. Biết $L = 25r^2C$. Tính tỉ số U_0 và E.

A. 10. B. 100. C. 5. D. 25.

Hướng dẫn

Áp dụng công thức $\frac{L}{C} = r^2\left(\frac{U_0}{E}\right)^2 \Rightarrow 25 = \frac{L}{r^2C} = \left(\frac{U_0}{E}\right)^2 \Rightarrow \frac{U_0}{E} = 5 \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Một mạch dao động LC lí tưởng kín chưa hoạt động. Nối hai cực của nguồn điện một chiều có điện trở trong r vào hai đầu cuộn cảm. Sau khi dòng điện trong mạch ổn định, cắt nguồn thì mạch LC dao động với tần số góc ω và hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ gấp n lần suất điện động của nguồn điện một chiều. Tính điện dung của tụ và độ tự cảm của cuộn dây theo n, r và ω.

A. C = 1/(2nrω) và L = nr/(2ω). B. C = 1/(nrω) và L = nr/ω.

C. C = nr/ω và L = 1/(nrω). D. C = 1/(πnrω) và L = nr/(πω).

Hướng dẫn

Từ hệ $\begin{cases} \frac{L}{C} = r^2\left(\frac{U_0}{E}\right)^2 = r^2n^2 \\ LC = \frac{1}{\omega^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L = \frac{nr}{\omega} \\ C = \frac{1}{nr\omega} \end{cases} \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 4: Mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn cảm có độ tự cảm L = 0,1 mH và một bộ hai tụ điện có cùng điện dung C_0 mắc song song. Nối hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động E và điện trở trong 4 Ω vào hai đầu cuộn cảm. Sau khi dòng điện trong mạch ổn định, cắt nguồn thì mạch LC dao động với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ đúng bằng 5E. Tính C_0.

A. 0,25 μF. B. 1,25 μF. C. 6,25 μF. D. 0,125 μF.

Hướng dẫn

Áp dụng công thức $\frac{L}{C} = r^2\left(\frac{U_0}{E}\right)^2 \Rightarrow \frac{10^{-4}}{C} = 4^2.5^2 \Rightarrow C = 0,25.10^{-6}\left(F\right)$. Vì hai tụ ghép song song nên $C = C_1 + C_2$ suy ra: $C_0 = \frac{C}{2} = 0,125.10^{-6}\left(F\right) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 5: Mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn cảm có độ tự cảm L = 0,6 mH và một bộ hai tụ điện C_1, C_2 mắc ghép nối tiếp. Nối hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động E và điện trở trong 4 Ω vào hai đầu cuộn cảm. Sau khi dòng điện trong mạch ổn định, cắt nguồn thì mạch LC dao động với hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu L đúng bằng 6E. Biết $C_2 = 2C_1$. Tính C_1.

A. 0,9375 μF. B. 1,25 μF. C. 6,25 μF. D. 0,125 μF.

Hướng dẫn

Áp dụng công thức $\frac{L}{C} = r^2\left(\frac{U_0}{E}\right)^2 \Rightarrow \frac{3,6.10^{-4}}{C} = 4^2.6^2$

$\Rightarrow C = 0,625.10^{-6}\left(F\right) = 0,625\left(\mu F\right)$.

Vì hai tụ ghép nối tiếp nên $1/C = 1/C_1 + 1/C_2$ suy ra:

$\frac{1}{0,625} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{2C_1} \Rightarrow C_1 = 0,9375\left(\mu F\right) \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Đến đây ta phải ghi nhớ: Nạp năng lượng cho tụ thì $U_0 = E$, còn nạp năng lượng cho cuộn cảm thuần thì $I_0 = E/r$.

Ví dụ 6: Một học sinh làm hai lần thí nghiệm sau đây.

Lần 1: Dùng nguồn điện một chiều có suất điện động 6 (V), điện trở trong 1,5 Ω nạp năng lượng cho tụ có điện dung C. Sau đó, ngắt tụ ra khỏi nguồn và nối tụ với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thì mạch dao động có năng lượng 5 (μJ).

Lần 2: Lấy tụ điện và cuộn cảm có điện dung và độ tự cảm giống như lần thí nghiệm 1, để mắc thành mạch LC. Sau đó, nối hai cực của nguồn nói trên vào hai bản tụ cho đến khi dòng trong mạch ổn định thì cắt nguồn ra khỏi mạch. Lúc này, mạch dao động với năng lượng 8 (μJ).

Tính tần số dao động riêng của các mạch nói trên.

A. 0,45 Mhz. B. 0,91 Mhz. C. 8 Mhz. D. 10 Mhz.

Hướng dẫn

Lần 1: Nạp năng lượng cho tụ nên $C=\frac{2W}{U_0^2}=\frac{2.5.10^{-6}}{6^2}=\frac{10^{-5}}{36}(F)$

Lần 2: Nạp năng lượng cho cuộn cảm thuần nên $W=\frac{LI_0^2}{2}=\frac{L\left(\frac{E}{r}\right)^2}{2}$

$\Rightarrow L=\frac{2Wr^2}{E^2}=\frac{2.8.10^{-6}}{6^2}=\frac{4}{9}.10^{-6}(H)$

$\Rightarrow f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\approx 0,45.10^6(Hz)\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 7: Mạch dao động LC lí tưởng, điện dung của tụ là $0,1/\pi^2$ (pF). Nối hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động E và điện trở trong 1 Ω vào hai đầu cuộn cảm. Sau khi dòng điện trong mạch ổn định, cắt nguồn thì mạch LC dao động với năng lượng 4,5 mJ. Khoảng thời gian ngắn nhất từ lúc năng lượng điện trường cực đại đến lúc năng lượng từ trường cực đại là 5 ns. Tính E.

A. 0,2 (V). B. 3 (V). C. 5 (V). D. 2 (V).

Hướng dẫn

Khoảng thời gian ngắn nhất từ lúc năng lượng điện trường cực đại đến lúc năng lượng từ trường cực đại là $\frac{T}{4}=5.10^{-9}\Rightarrow T=2.10^{-8}\Rightarrow\omega=\frac{2\pi}{T}=10^8\pi(rad/s)$

$\Rightarrow L=\frac{1}{\omega^2C}=0,001(H)$. Đây là trường hợp nạp năng lượng cho cuộn cảm nên

$I_0 = E/r$, do đó, từ công thức tính năng lượng dao động $W=\frac{LI_0^2}{2}=\frac{L}{2}\left(\frac{E}{r}\right)^2$

$\Rightarrow 4,5.10^{-3}=\frac{0,001}{2}\left(\frac{E}{1}\right)^2\Rightarrow E=3(V)\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 8: Một mạch dao động LC lí tưởng, ban đầu nối hai đầu của cuộn dây thuần cảm vào hai cực của một nguồn điện có suất điện động E, điện trở trong là 2 Ω, sau khi dòng điện chạy trong mạch đạt giá trị ổn định thì người ta ngắt nguồn và mạch LC với điện tích cực đại của tụ là 2.10^{-6} C. Biết khoảng thời gian ngắn nhất kể từ lúc năng lượng từ trường đạt giá trị cực đại đến khi năng lượng trên tụ bằng ba lần năng lượng trên cuộn cảm là $\pi/6$ μs. Giá trị E là

A. 6 (V). B. 2 (V). C. 4 D. 8 (V).

Hướng dẫn

Khoảng thời gian ngắn nhất kể từ lúc năng lượng từ trường đạt giá trị cực đại (giả sử lúc này $i = I_0$) đến khi năng lượng trên tụ bằng ba lần năng lượng trên cuộn cảm (lúc này $i = I_0/2$) là

$\frac{T}{6}=\frac{\pi}{6}10^{-6}\Rightarrow T=\pi.10^{-6}(s)\Rightarrow\omega=\frac{2\pi}{T}=2.10^{6}(rad/s)$

Trường hợp này nạp năng lượng cho cuộn cảm nên $I_0 = E/r$, do đó, từ công thức tính năng lượng dao động: $W=\frac{Q_0^2}{2C}=\frac{LI_0^2}{2}=\frac{L}{2}\left(\frac{E}{r}\right)^2$

$\Rightarrow E=Q_0\omega r=2.10^{-6}.2.10^{6}.2=8(V)\Rightarrow$ Chọn D.

3) Biểu thức phụ thuộc thời gian

Các đại lượng $q, u, \vec{E}, i, \vec{B}$ biến thiên điều hòa theo thời gian với cùng tần số góc: $\omega=2\pi f=\frac{2\pi}{T}=\frac{1}{\sqrt{LC}}=\frac{I_0}{Q_0}$.

Trong đó, chia làm hai nhóm: nhóm I gồm $i, \vec{B}$ cùng pha nhau và sớm hơn nhóm II gồm $q, u, \vec{E}$ là π/2. Hai nhóm này vuông pha nhau!

Ví dụ 1: Trong một mạch dao động LC, tụ điện có điện dung là 5 μF, cường độ tức thời của dòng điện là i = 0,05sin2000t (A), với t đo bằng giây. Tìm độ tự cảm của cuộn cảm và biểu thức cho điện tích của tụ.

A. L = 0,05 H và q = 25.cos(2000t - π) μC.

B. L = 0,05 H và q = 25.cos(2000t - π/2) μC.

C. L = 0,005 H và q = 25.cos(2000t - π) μC.

D. L = 0,005 H và q = 2,5.cos(2000t - π) μC.

Hướng dẫn

Độ tự cảm: $L=\frac{1}{\omega^2C}=\frac{1}{2000^2.5.10^{-6}}=0,05(H)$.

Biên độ của điện tích trên tụ: $Q_0 = I_0/\omega = 25.10^{-6}$ (C).

Vì q trễ pha hơn i là π/2 nên $q = Q_0\sin(2000t - \pi/2) \Rightarrow q = 25\cos(2000t - \pi)$ μC $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Trong một mạch dao động LC, điện tích trên một bản tụ biến thiên theo phương trình $q = Q_0\cos(\omega t - \pi/2)$. Như vậy:

A. Tại các thời điểm T/4 và 3T/4, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều ngược nhau.

B. Tại các thời điểm T/2 và T, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều ngược nhau.

C. Tại các thời điểm T/4 và 3T/4, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều như nhau.

D. Tại các thời điểm T/2 và T, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều như nhau.

Hướng dẫn

Từ $q = Q_0\cos(\omega t - \pi/2) = Q_0\sin\omega t$, suy ra: $i = q' = \omega Q_0\cos\omega t = I_0\cos\omega t$.

$$\begin{cases} t = \dfrac{T}{2} = \dfrac{\pi}{\omega} \Rightarrow i = I_0\cos\omega\dfrac{\pi}{\omega} = -I_0 \\ t = T = \dfrac{2\pi}{\omega} \Rightarrow i = I_0\cos\omega\dfrac{2\pi}{\omega} = +I_0 \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: Điện áp trên tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch dao động LC có biểu thức tương ứng là: $u = 2\cos(10^6t)$ (V) và $i = 4\cos(10^6t + \pi/2)$ (mA). Hệ số tự cảm L và điện dung C của tụ điện lần lượt là

A. L = 0,5 μH và C = 2 μF. B. L = 0,5 mH và C = 2 nF.

C. L = 5 mH và C = 0,2 nF. D. L = 2 mH và C = 0,5 nF.

Hướng dẫn

Cách 1: $\begin{cases} I_0 = \omega Q_0 = \omega C U_0 \Rightarrow C = \dfrac{I_0}{\omega U_0} = \dfrac{4.10^{-3}}{10^6.2} = 2.10^{-9}(F) \\ L = \dfrac{1}{\omega^2 C} = \dfrac{1}{10^{12}.2.10^{-9}} = 5.10^{-4}(H) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$

Cách 2: $\begin{cases} W = \dfrac{CU_0^2}{2} = \dfrac{LI_0^2}{2} \Rightarrow \dfrac{L}{C} = \dfrac{U_0^2}{I_0^2} = 250000 \\ LC = \dfrac{1}{\omega^2} = 10^{-12} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L = 5.10^{-4}(H) \\ C = 2.10^{-9}(F) \end{cases}$

Ví dụ 4: Mạch dao động lý tưởng LC gồm tụ điện có điện dung 25 (nF) và cuộn dây có độ tự cảm L. Dòng điện trong mạch: $i = 0{,}02\cos(8000t - \pi/2)$ (A) (t đo bằng giây). Tính năng lượng điện trường vào thời điểm $t = \pi/48000$ (s).

A. 36,5 μJ. B. 93,75 μJ. C. 38,5 μJ. D. 39,5 μJ.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} L = \dfrac{1}{\omega^2 C} = \dfrac{1}{8000^2.25.10^{-9}} = 0{,}625(H) \\ i_{(\pi/48000)} = 0{,}02\cos\left(8000.\dfrac{\pi}{48000} - \dfrac{\pi}{2}\right) = 0{,}01(A) \end{cases}$$

$$W_C = W - W_L = \frac{L}{2}\left(I_0^2 - i^2\right) = \frac{0{,}625}{2}\left(0{,}02^2 - 0{,}01^2\right) = 93{,}75.10^{-6}(J)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 5: Dòng điện trong mạch dao động lý tưởng LC biến thiên: $i = 0{,}02\cos(8t - \pi/2)$ (A) (t đo bằng ms). Biết năng lượng điện trường vào thời điểm $t = T/12$ là 93,75 (μJ) (với T là chu kì dao động của mạch). Điện dung của tụ điện là

A. 0,125 mF. B. 25 nF. C. 25 mF. D. 12,5 nF.

Hướng dẫn

$$\omega = 8000\left(rad/s\right);\ i_{\left(\pi/48000\right)} = 0,02\cos\left(8000.\frac{\pi}{48000} - \frac{\pi}{2}\right) = 0,01\left(A\right) = \frac{I_0}{2}$$

Cách 1: $W_L = \frac{1}{4}W \Rightarrow W_C = \frac{3}{4}W = \frac{3}{4}\frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow L = \frac{8W_C}{3I_0^2} = \frac{5}{8}\left(H\right)$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = 25.10^{-9}\left(F\right) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Cách 2: $W_C = \frac{LI_0^2}{2} - \frac{Li^2}{2} = \frac{\left(I_0^2 - i^2\right)}{2\omega^2 C} \Rightarrow 93,75.10^{-6}\left(J\right) = \frac{1}{2.8000^2.C}\left(0,02^2 - 0,01^2\right)$

$$\Rightarrow C = 25.10^{-9}\left(F\right)$$

Chú ý: Biểu thức của cảm ứng từ B sớm pha hơn biểu thức của cường độ điện trường E là π/2. Đối với trường hợp tụ điện phẳng thì $U_0 = E_0 d$.

Ví dụ 6: Trong mạch dao động LC lý tưởng, tụ điện phẳng có điện dung 5 nF, khoảng cách giữa hai bản tụ điện là 4 mm. Điện trường giữa hai bản tụ điện biến thiên theo thời gian với phương trình E = 1000cos5000t (kV/m) (với t đo bằng giây). Cường độ dòng điện cực đại là

A. 0,1 A. B. $1,5/\sqrt{3}$ mA. C. $15/\sqrt{3}$ mA. D. 0,1 mA.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} U_0 = E_0 d = 1000.10^3.4.10^{-3} = 4000\left(V\right) \\ I_0 = \omega Q_0 = C\omega U_0 = 5.10^{-9}.5000.4.10^4 = 0,1\left(A\right) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 7: Trong mạch dao động LC lý tưởng, tụ điện phẳng có điện dung 5 μF, khoảng cách giữa hai bản tụ điện là 3 mm. Điện trường giữa hai bản tụ điện biến thiên theo thời gian với phương trình E = 10000cos1000t (V/m) (với t đo bằng giây). Độ lớn cường độ dòng điện chạy qua cuộn cảm thuần L khi điện áp trên tụ bằng nửa điện áp hiệu dụng trên tụ là

A. 0,1 mA. B. $0,1/\sqrt{2}$ mA. C. $1/\sqrt{2}$ mA. D. $3\sqrt{14}/80$ A.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} U_0 = E_0 d = 1000.3.10^{-3} = 3\left(V\right) \\ I_0 = \omega Q_0 = C\omega U_0 = 5.10^{-6}.10000.3 = 0,15\left(A\right) \end{cases}$$

$$u = \frac{U_0}{2\sqrt{2}} \Rightarrow W_C = \frac{W}{8} \Rightarrow W_L = \frac{7}{8}W \Rightarrow \left|i\right| = \sqrt{\frac{7}{8}}I_0 = \frac{3\sqrt{14}}{80}\left(A\right)$$

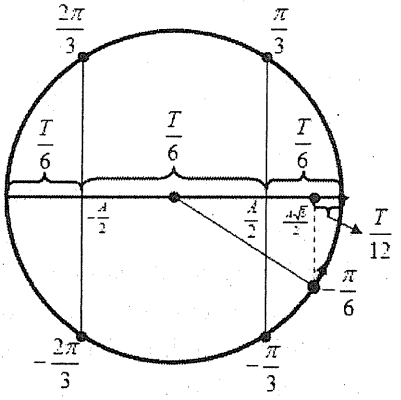
$$\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Nếu cho biểu thức thì có thể dùng vòng tròn lượng giác để xác định khoảng thời gian.

Ví dụ 8: Một mạch dao động LC lí tưởng điện áp trên tụ biến thiên theo phương trình: $u = U_0\cos(1000\pi t - \pi/6)$ (V), với t đo bằng giây. Tìm thời điểm lần 1, lần 2, lần 3, lần 4 và lần 2013 mà năng lượng từ trường trong cuộn dây bằng 3 lần năng lượng điện trường trong tụ điện.

Hướng dẫn

$$W_L = 3W_C \Rightarrow \begin{cases} W_C = \frac{1}{4}W \Rightarrow |u| = \sqrt{\frac{1}{4}}.U_0 = \frac{A}{2} \\ W_L = \frac{3}{4}W \end{cases}$$



Lần 1: $t_1 = \dfrac{\frac{\pi}{3} - \left(-\frac{\pi}{6}\right)}{\omega} = 0,5.10^{-4}(s)$

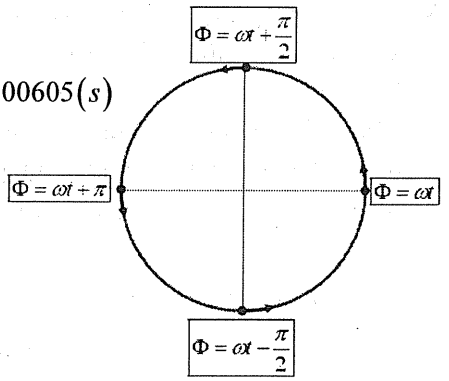
Lần 2: $t_2 = \dfrac{\frac{2\pi}{3} - \left(-\frac{\pi}{6}\right)}{\omega} = \frac{1}{12}.10^{-2}(s)$

Lần 3: $t_3 = \dfrac{\left(2\pi - \frac{2\pi}{3}\right) - \left(-\frac{\pi}{6}\right)}{\omega} = 1,5.10^{-3}(s)$

Lần 4: $t_4 = \dfrac{\left(2\pi - \frac{\pi}{3}\right) - \left(-\frac{\pi}{6}\right)}{\omega} = \frac{11}{6}.10^{-3}(s)$

Lần 2013: $\dfrac{2013}{4} = 503$ dư 1

$$\Rightarrow t_{2013} = 503T + t_1 = 503.\frac{2\pi}{1000\pi} + 0,5.10^{-4} = 1,00605(s)$$

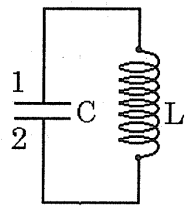


Chú ý: Để viết biểu thức q, u, i (q, u cùng pha và trễ hơn i là π/2) thì cần xác định các đại lượng sau:

Tần số góc: $\omega = 2\pi f = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

Biên độ: $W = \dfrac{Q_0^2}{2C} = \dfrac{CU_0^2}{2} = \dfrac{LI_0^2}{2}$

Pha ban đầu: $\begin{cases} A\cos\varphi = x_0 \\ -\omega A\sin\varphi = x'_0 \end{cases}$



Bốn trường hợp đặc biệt: chọn gốc thời gian ở biên dương, biên âm, qua vị trí cân bằng theo chiều dương, qua vị trí cân bằng theo chiều âm lần lượt là:

$x = A\cos\omega t$; $x = -A\cos\omega t = A\cos(\omega t + \pi)$;

$x = A\sin\omega t = A\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$; $x = -A\sin\omega t = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$;

Ví dụ 9: Trong mạch dao động điện từ LC lý tưởng, dòng điện qua L đạt giá trị cực đại 10 mA và cứ sau thời gian bằng 200π μs dòng điện lại triệt tiêu. Chọn gốc thời gian là lúc điện tích trên bản 1 của tụ điện bằng $0,5Q_0$ (Q_0 là giá trị điện tích cực đại trên bản 1) và đang tăng.

1) Viết phương trình phụ thuộc điện tích trên bản 1 theo thời gian.
2) Viết phương trình phụ thuộc cường độ dòng điện trong mạch theo thời gian nếu chọn chiều dương của dòng điện lúc t = 0 là vào bản 1.
3) Viết phương trình phụ thuộc cường độ dòng điện trong mạch theo thời gian nếu chọn chiều dương của dòng điện lúc t = 0 là ra bản 1.

Hướng dẫn

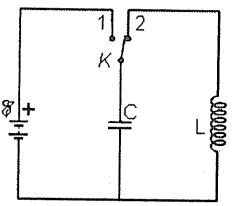
Vì cứ sau thời gian bằng 200π μs dòng điện lại triệt tiêu nên $T/2 = 200\pi.10^{-6} \Rightarrow T = 4\pi.10^{-4}$ (s) $\Rightarrow \omega = 2\pi/T = 5000$ rad/s.

1) Theo bài ra: $\begin{cases} Q_0\cos\varphi = 0,5Q_0 \\ -\omega Q_0\sin\varphi = x'_0 > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow q = Q_0\cos\left(5000t - \frac{\pi}{3}\right)$

2) $i = q' = -5000Q_0\sin\left(5000t - \frac{\pi}{3}\right)$

3) $i = -q' = +5000Q_0\sin\left(5000t - \frac{\pi}{3}\right)$

Ví dụ 10: Cho mạch điện như hình vẽ: C = 500 pF; L = 0,2 mH; E = 1,5 V, lấy $\pi^2 \approx 10$. Tại thời điểm t = 0, khoá K chuyển từ(1) sang (2). Thiết lập công thức biểu diễn sự phụ thuộc của điện tích trên tụ điện C vào thời gian.



A. q = 0,75.cos(100000πt + π) (nC). B. q = 0,75.cos(100000πt) (nC).

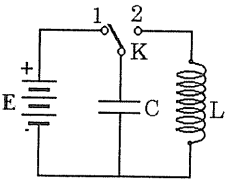
C. q = 7,5.sin(1000000πt - π/2) (nC). D. q = 0,75.sin(1000000πt + π/2) (nC).

Hướng dẫn

Điện tích cực đại trên tụ $Q_0 = CU_0 = 0,75.10^{-9}$ C.

Vì lúc đầu $q = +Q_0$ nên q = 7,5.sin(1000000πt + π/2) (nC) $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 11: Cho mạch điện như hình vẽ. Suất điện động của nguồn điện 1,5 (V), tụ điện có điện dung 500 (pF), cuộn dây có độ tự cảm 2 (mH), điện trở thuần của mạch bằng không. Tại thời điểm t = 0, khoá K chuyển từ (1) sang (2). Thiết lập biểu thức dòng điện trong mạch vào thời gian.



A. i = 750.sin(1000000t + π) (μA). B. i = 750.sin(1000000t) (μA).

C. i = 250.sin(1000000t) (μA). D. cả A và B.

Hướng dẫn

Tần số góc: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 10^6 \left(rad/s\right)$

Dòng điện cực đại $I_0 = \omega Q_0 = \omega C U_0 = 750.10^{-6}$ C.

Nếu coi lúc dòng điện bằng 0 và đang đi theo chiều dương thì

$i = 750\sin(1000000\pi t)$ (μA), còn đang đi theo chiều âm thì

$i = 750\sin(1000000\pi t + \pi)$ (μA)

⇒ Chọn D.

Ví dụ 12: Một mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung C và cuộn cảm có độ tự cảm L = 0,1 mH, điện trở thuần của mạch bằng không. Biết biểu thức dòng điện trong mạch là $i = 0{,}04\cos(2.10^7 t)$ (A). Biểu thức hiệu điện thế giữa hai bản tụ là

A. $u = 80\cos(2.10^7 t)$ (V). B. $u = 80\cos(2.10^7 t - \pi/2)$ (V).

C. $u = 10\cos(2.10^7 t)$ (nV). D. $u = 10\cos(2.10^7 t + \pi/2)$ (nV).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} C = \dfrac{1}{\omega^2 L} = 2{,}5.10^{-11}\left(F\right) \\ W = \dfrac{CU_0^2}{2} = \dfrac{LI_0^2}{2} \Rightarrow U_0 = I_0\sqrt{\dfrac{L}{C}} = 80\left(V\right) \end{cases} \xrightarrow{u_C \text{ trễ hơn } i \text{ là } \frac{\pi}{2}} u = 80\cos\left(2.10^7 t - \frac{\pi}{2}\right)\left(V\right)$$

Chú ý: Có thể dùng vòng tròn lượng giác để viết phương trình. Nếu ở nửa trên vòng tròn thì hình chiếu đi theo chiều âm và ở nửa dưới vòng tròn hình chiếu đi theo chiều dương.

Ví dụ 13: Cho một mạch dao động LC lí tưởng điện tích trên một bản 1 của tụ điện biến thiên theo thời gian với phương trình: $q = Q_0\cos(\omega t + \varphi)$. Lúc t = 0 năng lượng điện trường đang bằng 3 lần năng lượng từ trường, điện tích trên bản 1 đang giảm (về độ lớn) và đang có giá trị dương. Giá trị φ có thể bằng

A. π/6. B. -π/6. C. -5π/6. D. 5π/6.

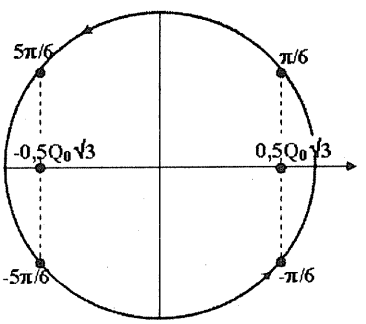
Hướng dẫn

$$W_C = 3W_L = \frac{3}{4}W = \frac{3}{4}W_{L\max} \Rightarrow q = \pm\frac{Q_0\sqrt{3}}{2}$$

Vì q đang giảm về độ lớn và có giá trị dương nên

$$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$$

⇒ Chọn A.



Ví dụ 14: Cho một mạch dao động LC lí tưởng điện tích trên một bản 1 của tụ điện biến thiên theo thời gian với phương trình: q = $Q_0\cos(\omega t + \varphi)$. Lúc t = 0 năng lượng điện trường đang bằng 3 lần năng lượng từ trường, điện tích trên bản 1 đang giảm (về độ lớn $|q|$) và đang có giá trị âm. Giá trị φ có thể bằng

A. $\pi/6$. B. $-\pi/6$. C. $-5\pi/6$. D. $5\pi/6$.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} W_C = 3W_L = \frac{3}{4}W = \frac{3}{4}W_{L\max} \Rightarrow q = \pm\frac{Q_0\sqrt{3}}{2} \\ Vì\ q\ đang\ giảm\ về\ độ\ lớn\ và\ có\ giá\ trị\ âm\ nên \Rightarrow \varphi = -\frac{5\pi}{6} \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 15: Trong mạch dao động LC lý tưởng, tụ điện phẳng có điện dung 5 nF, khoảng cách giữa hai bản tụ điện là 4 mm. Điện trường giữa hai bản tụ điện biến thiên theo thời gian với phương trình E = 1000cos(5000t) (KV/m) (với t đo bằng giây). Dòng điện chạy qua cuộn cảm L có biểu thức

A. i = 20cos(5000t) mA. B. i = 100cos(5000t + $\pi/2$) mA.

C. i = 100cos(5000t + $\pi/2$) μA. D. i = 20cos(5000t - $\pi/2$) μA.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} U_0 = E_0 d = 1000.10^3.4.10^{-3} = 4000(V) \\ I_0 = C\omega U_0 = 5.10^{-9}.5000.4000 = 0,1(A) \end{cases}$$

Vì i sớm pha hơn E là $\pi/2$: $i = 0,1\cos\left(5000t + \frac{\pi}{2}\right)(A) \Rightarrow$ Chọn B.

4) Điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn

Theo định nghĩa: $i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = idt$.

Điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn tính từ thời điểm t_1 đến t_2:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} idt.$$

$$\begin{cases} i = I_0\sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow Q = -\frac{I_0}{\omega}\cos(\omega t + \varphi)\Big|_{t_1}^{t_2} = -\frac{I_0}{\omega}\left[\cos(\omega t_2 + \varphi) - \cos(\omega t_1 + \varphi)\right] \\ i = I_0\cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow Q = \frac{I_0}{\omega}\sin(\omega t + \varphi)\Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{I_0}{\omega}\left[\sin(\omega t_2 + \varphi) - \sin(\omega t_1 + \varphi)\right] \end{cases}$$

Để tính điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong thời gian Δt kể từ lúc dòng điện bằng 0, viết lại biểu thức dòng điện dưới dạng $i = I_0 \sin\omega t$ và tính tích phân

$$Q = \int_0^{\Delta t} I_0 \sin \omega t dt = \frac{I_0}{\omega}(1 - \cos \omega \Delta t)$$

Ví dụ 1: Trong một mạch dao động LC lí tưởng, tụ điện có điện dung C và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Dòng điện trong mạch có giá trị cực đại I_0. Trong khoảng thời gian từ cường độ dòng điện qua cuộn cảm bằng không đến lúc đạt giá trị cực đại, điện lượng đã phóng qua cuộn dây là

A. $2I_0(LC)^{0,5}$. B. $I_0(LC)^{0,5}$. C. $2I_0(LC)$. D. $I_0(LC)$.

Hướng dẫn

$$Q_{T/4} = \int_0^{T/4} I_0 \sin \omega t.dt = -\frac{I_0}{\omega} \cos \omega t \Big|_0^{\pi/2\omega} = \frac{I_0}{\omega} = \sqrt{LC}.I_0 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 2: Trong một mạch dao động LC lí tưởng, tụ điện có điện dung C. Sau khi tích điện đến hiệu điện thế U_o, tụ điện phóng điện qua cuộn dây có độ tự cảm L. Trong khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp cường độ dòng điện qua cuộn cảm bằng không, điện lượng đã phóng qua cuộn dây là

A. CU_o. B. $2CU_o$. C. $0,5CU_o$. D. $CU_o/4$.

Hướng dẫn

$$Q_{T/2} = \int_0^{T/2} I_0 \sin \omega t.dt = -\frac{I_0}{\omega} \cos \omega t \Big|_0^{\pi/\omega} = 2\frac{I_0}{\omega} = 2CU_0 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: Trong một mạch dao động LC lí tưởng. Dòng điện trong mạch có biểu thức $i = 2,0.\sin 100\pi t$ A. Trong 5,0 ms kể từ thời điểm t = 0, số êlectron chuyển qua một tiết điện thẳng của dây dẫn là

A. $3,98.10^{16}$. B. $1,19.10^{17}$. C. $7,96.10^{16}$. D. $1,59.10^{17}$.

Hướng dẫn

Ta nhận thấy $\Delta t = 5.10^{-3}$ s = T/4.

$$Q_{T/4} = \int_0^{T/4} I_0 \sin \omega t.dt = -\frac{I_0}{\omega} \cos \omega t \Big|_0^{\pi/2\omega} = \frac{I_0}{\omega} \approx 6,366.10^{-3} C .$$

Vì mỗi elecron mang điện tích $-1,6.10^{-19}$ C nên số electron:

$$n = \frac{6,366.10^{-3}}{1,6.10^{-19}} \approx 3,98.10^{16} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

3. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN MẠCH LC THAY ĐỔI CẤU TRÚC

Phương pháp giải

1) Mạch gồm các tụ ghép

Nếu bộ tụ gồm các tụ ghép song song thì điện dung tương đương của bộ tụ:

$C = C_1 + C_2 + \ldots$, còn nếu ghép nối tiếp thì $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots$

Chu kì dao động của mạch LC_1, LC_2, $L(C_1//C_2)$ và $L(C_1$ nt $C_2)$ lần lượt là:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{LC_1}; T_2 = 2\pi\sqrt{LC_2}; T_{ss} = 2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)}; T_{nt} = 2\pi\sqrt{L\frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}};$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T_1^2 + T_2^2 = T_{ss}^2 \\ \dfrac{1}{T_1^2} + \dfrac{1}{T_2^2} = \dfrac{1}{T_{nt}^2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \dfrac{1}{f_1^2} + \dfrac{1}{f_2^2} = \dfrac{1}{f_{ss}^2} \\ f_1^2 + f_2^2 = f_{nt}^2 \end{cases}$$

Ví dụ 1: (CĐ-2010) Mạch dao động lý tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L không đổi và có tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi $C = C_1$ thì tần số dao động riêng của mạch bằng 30 kHz và khi $C = C_2$ thì tần số dao động riêng của mạch bằng 40 kHz. Nếu $C = C_1C_2/(C_1 + C_2)$ thì tần số dao động riêng của mạch bằng

A. 50 kHz. B. 24 kHz. C. 70 kHz. D. 10 kHz.

Hướng dẫn

$f_{nt} = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} = 50(kHz) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Một mạch dao động (lí tưởng) khi dùng tụ điện C_1 thì tần số riêng của mạch là 120 (kHz) khi dùng tụ C_2 thì tần số riêng của mạch là 160 (kHz). Khi mạch dao động dùng hai tụ ghép song song thì tần số dao động riêng của mạch là

A. 200 kHz. B. 96 kHz. C. 280 kHz. D. 140 kHz.

Hướng dẫn

$$\frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} = \frac{1}{f_s^2} \Rightarrow f_s = \frac{f_1f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}} = 96(kHz) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: Một mạch dao động điện từ có cuộn cảm không đổi L. Nếu thay tụ điện bởi các tụ C_1, C_2, C_1 nối tiếp C_2 và C_1 song song C_2 thì chu kì dao động riêng của mạch lần lượt là T_1, T_2, $T_{nt} = 4{,}8$ (μs), $T_{ss} = 10$ (μs). Hãy xác định T_1 biết $T_1 > T_2$.

A. 8 μs. B. 9 μs. C. 10 μs. D. 6 μs.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} T_1^2 + T_2^2 = T_s^2 = 10^2 \\ \dfrac{1}{T_1^2} + \dfrac{1}{T_2^2} = \dfrac{1}{T_{nt}^2} = \dfrac{1}{4{,}8^2} \end{cases} \xrightarrow{T_1 > T_2} \text{Để giải nhanh hệ phương trình ta chú ý đến bộ}$$

số Pitago: $5^2 = 3^2 + 4^2$, nhân cả hai vế với 2^2 ta được $10^2 = 6^2 + 8^2$, vì $T_1 > T_2$ nên $T_1 = 8$ μs và $T_2 = 6$ μs (không sử dụng đến phương trình thứ 2) $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 4: Một mạch dao động gồm cuộn dây thuần cảm L và hai tụ C_1; C_2. Khi mắc C_1 song song C_2 ($C_1 > C_2$) thì tần số dao động của mạch là 24 kHz, khi mắc C_1 nối tiếp C_2 thì tần số dao động của mạch là 50 kHz. Khi mắc C_1 với L thì tần số dao động là

A. $f_1 = 30$ kHz. B. $f_1 = 40$ kHz. C. $f_1 = 25$ Hz. D. $f_1 = 45$ Hz.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} f_1^2 + f_2^2 = f_{nt}^2 = 50^2 = 30^2 + 40^2 \\ \dfrac{1}{f_1^2} + \dfrac{1}{f_2^2} = \dfrac{1}{f_s^2} = \dfrac{1}{24^2} \end{cases} \xrightarrow{C_1 > C_2 \Rightarrow f_1 < f_2} f_1 = 30(kHz) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Hai mạch dao động có các cuộn cảm giống hệt nhau còn các tụ điện lần lượt là C_1 và C_2 thì tần số dao động lần là 3 (MHz) và 4 (MHz). Xác định các tần số dao động riêng của mạch khi người ta mắc nối tiếp 2 tụ và cuộn cảm có độ tự cảm tăng 4 lần so với các mạch ban đầu.

A. 4 MHz. B. 5 MHz. C. 2,5 MHz. D. 10 MHz.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} f_1 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}}; f_2 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}}; f_{nt} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{4L\dfrac{C_1.C_2}{C_1 + C_2}}} \\ f_1^2 + f_2^2 = 4f_{nt}^2 \Rightarrow 2f_{nt} = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} = 5(MHz) \Rightarrow f_{nt} = 2,5(MHz) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Có thể dựa vào quan hệ thuận nghịch để rút ra hệ thức liên hệ giữa các T và các f:

Từ $T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 LC$ *suy ra* T^2 *tỉ lệ với C và L.*

Từ $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow f^{-2} = 4\pi^2 LC$ *suy ra* f^2 *tỉ lệ với C và L.*

Ví dụ 6: Một cuộn dây thuần cảm L mắc lần lượt với các tụ điện C_1, C_2 và C thì chu kì dao động riêng của mạch lần lượt là T_1 = 6 ms, T_2 = 8 ms và T. Nếu $3C = 2C_1 + C_2$ thì T bằng

A. 14 ms. B. 7 ms. C. 6,7 ms. D. 10 ms.

Hướng dẫn

Vì T^2 tỉ lệ với C nên từ hệ thức $3C = 2C_1 + C_2$ suy ra

$$3T^2 = 2T_1^2 + T_2^2 \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2.6^2 + 8^2}{3}} \approx 6,7.10^{-3}(s) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 7: Mạch dao động lý tưởng có L thay đổi. Khi $L = L_1$ thì f_1 = 8 kHz khi $L = L_2$ thì f_2 = 27 kHz. Khi $L = (L_1^3 L_2^2)^{1/5}$ thì tần số dao động trong mạch

A. 13 kHz. B. 16 kHz. C. 18 kHz. D. 20 kHz.

Hướng dẫn

Vì f^2 tỉ lệ với L nên từ hệ thức $L = (L_1^3 L_2^2)^{1/5} \Leftrightarrow L^5 = L_1^3 L_2^2$ suy ra:

$$f^{-2.5} = f_1^{-2.3}.f_2^{-2.2} \Rightarrow f^{-2.5} = 8^{-6}.27^{-4} \Rightarrow f = \sqrt[10]{8^6.27^4} \approx 13(kHz)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

2) Tụ ghép liên quan đến năng lượng

$$\left[\begin{array}{l} C_1 // C_2 \Rightarrow u = u_1 = u_2 \Rightarrow \dfrac{q}{C} = \dfrac{q_1}{C_1} = \dfrac{q_2}{C_2} \\ C_1 nt C_2 \Rightarrow q = q_1 = q_2 \Rightarrow Cu = C_1u_1 = C_2u_2 \end{array}\right. \left|\begin{array}{l} W_{C1} = \dfrac{q_1^2}{2C_1} = \dfrac{C_1u_1^2}{2} \\ W_{C2} = \dfrac{q_2^2}{2C_2} = \dfrac{C_2u_2^2}{2} \end{array}\right.$$

$$W = W_{C1} + W_{C2} + \frac{Li^2}{2} = W'_{C1} + W'_{C2} + \frac{Li'^2}{2} \Leftrightarrow W = W_C + \frac{Li^2}{2} = W'_C + \frac{Li'^2}{2}$$

Ví dụ 1: Một mạch dao động điện từ gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L = 0,003 H và 2 tụ điện mắc nối tiếp $C_1 = 2C_2 = 3$ μF. Biết hiệu điện thế trên tụ C_1 và cường độ dòng điện đi qua cuộn dây ở thời điểm t_1 có giá trị tương ứng là: 3 V và 0,15 A. Tính năng lượng dao động trong mạch.

A. 0,1485 mJ. B. 74,25 μJ. C. 0,7125 mJ. D. 0,6875 mJ.

Hướng dẫn

Vì $C_1 nt C_2 \Rightarrow q = q_1 = q_2 \Rightarrow Cu = C_1u_1 = C_2u_2 \Rightarrow u_2 = \dfrac{C_1}{C_2}u_1 = 6(V)$

$$W = \frac{C_1u_1^2}{2} + \frac{C_2u_2^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{3.10^{-6}.3^2}{2} + \frac{1,5.10^{-6}.6^2}{2} + \frac{0,003.0,15^2}{2} = 7,425.10^{-5}(J)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 2: Một mạch dao động điện từ gồm cuộn dây thuần cảm và 2 tụ điện mắc nối tiếp $C_1 = 2C_2 = 3$ μF. Biết hiệu điện thế trên tụ C_2 và cường độ dòng điện đi qua cuộn dây ở thời điểm t_1 và t_2 có giá trị tương ứng là: $\sqrt{3}$ V; 1,5 mA và $\sqrt{2}$ V; $1,5\sqrt{2}$ mA. Tính độ tự cảm L của cuộn dây.

A. 0,3 H. B. 3 H. C. 1 H. D. 0,1 H.

Hướng dẫn

$$C_1 nt C_2 \Rightarrow \begin{cases} C = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{3.1,5}{3 + 1,5} = 1(\mu F) \\ q = q_1 = q_2 \Rightarrow Cu = C_1u_1 = C_2u_2 \Rightarrow \dfrac{Cu^2}{2} = \dfrac{C_2^2u_2^2}{2C} = \dfrac{1,5^2.10^{-6}}{2}u_2^2 \end{cases}$$

$$W = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{Cu'^2}{2} + \frac{Li'^2}{2}$$

$$\Rightarrow 1,5^2.10^{-6}.3 - 1,5^2.10^{-6}.2 = L\left(1,5^2.2.10^{-6} - 1,5^2.10^{-6}\right) \Rightarrow L = 1(H) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 3: Một mạch dao động điện từ gồm cuộn dây thuần cảm và 2 tụ điện mắc song song $C_1 = 2C_2 = 3$ μF. Biết điện tích trên tụ C_2 và cường độ dòng điện đi qua cuộn dây ở thời điểm t_1 và t_2 có giá trị tương ứng là: $\sqrt{3}$ μC; 4 mA và $\sqrt{2}$ μC; $4\sqrt{2}$ mA. Tính độ tự cảm L của cuộn dây.

A. 0,3 H. B. 0,0625 H. C. 1 H. D. 0,125 H.

Hướng dẫn

$$C_1 // C_2 \Rightarrow \begin{cases} C = C_1 + C_2 = 3 + 1,5 = 4,5(\mu F) \\ u = u_1 = u_2 \Rightarrow \dfrac{q}{C} = \dfrac{q_1}{C_1} = \dfrac{q_2}{C_2} \Rightarrow \dfrac{q^2}{2C} = \dfrac{Cq_2^2}{2C_2^2} = 10^6 q_2^2 \end{cases}$$

$$W = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{q'^2}{2C} + \frac{Li'^2}{2}$$

$$\Rightarrow 10^6\left(10^{-12}.3 - 10^{-12}.2\right) = L\left(4^2.2.10^{-6} - 4^2.10^{-6}\right) \Rightarrow L = 0,0625(H) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 4: Một mạch dao động LC lí tưởng đang hoạt động, cuộn dây có độ tự cảm 5 mH và hai tụ giống hệt nhau ghép nối tiếp. Khi điện áp giữa hai đầu một tụ là 0,6 V thì cường độ dòng điện trong mạch bằng 1,8 mA. Còn khi điện áp giữa hai đầu một tụ bằng 0,45 V thì cường độ dòng điện trong mạch bằng 2,4 mA. Điện dung của mỗi tụ là

A. 40 nF. B. 20 nF. C. 30 nF. D. 60 nF.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} W = \dfrac{Cu_1^2}{2} + \dfrac{Li_1^2}{2} \\ W = \dfrac{Cu_2^2}{2} + \dfrac{Li_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W - \dfrac{1,2^2}{2}C = \dfrac{5.10^{-3}.\left(1,8.10^{-3}\right)^2}{2} \\ W - \dfrac{0,9^2}{2}C = \dfrac{5.10^{-3}.\left(2,4.10^{-3}\right)^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} W = 2,25.10^{-8}(J) \\ C = 20.10^{-9}(F) \Rightarrow C_1 = C_2 = 2C = 40.10^{-9}(F) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Nếu mạch ghép có liên quan đến nạp năng lượng thì vận dụng công thức tính điện dung tương đương (mắc song song $C = C_1 + C_2$, mắc nối tiếp $C = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2}$) và công thức nạp năng lượng (nạp năng lượng cho tụ $U_0 = E$, nạp năng lượng cho cuộn cảm $I_0 = E/r$).

Ví dụ 5: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm hai tụ điện có cùng điện dung 0,5 μF ghép song song và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,4 mH. Nối hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động 6 mV và điện trở trong 2 Ω vào hai đầu cuộn cảm. Sau khi dòng điện trong mạch ổn định, cắt nguồn thì mạch LC dao động với hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu cuộn cảm là

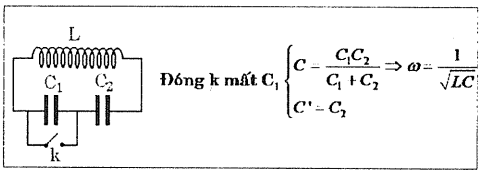
A. 0,9 V. B. 0,09 V. C. 0,6 V. D. 0,06 V.

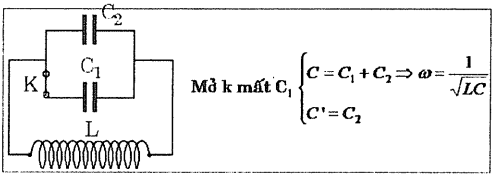
Hướng dẫn

$$\begin{cases} I_0 = \dfrac{E}{r} = 0,003(A) \\ C = C_1 + C_2 = 1(\mu F) \end{cases} \Rightarrow W = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow U_0 = I_0\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\Rightarrow U_0 = 0,003\sqrt{\frac{0,4.10^{-3}}{10^{-6}}} = 0,06(V) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

3) Đóng mở khóa k làm mất tụ C_1 (hoặc C_1 bị đánh thủng)





Năng lượng của mạch còn lại $W' = W - W_{mất} = W - W_{C1}$.

Nếu tụ C_1 bị mất vào thời điểm mà $W_C = nW_L \Rightarrow \begin{cases} W_L = \dfrac{1}{n+1}W \\ W_C = \dfrac{n}{n+1}W \end{cases}$

* Nếu $C_1 = C_2$ thì mọi thời điểm năng lượng W_C chia đều cho hai tụ nên

$$W_{C1} = W_{C2} = \frac{W_C}{2}$$

* Nếu $C_1 \neq C_2$ thì sự phân bố năng lượng trên các tụ phụ thuộc các mắc.

$$C_1 // C_2 \Rightarrow u_1 = u_2 = u \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{W_{C1}}{W_{C2}} = \dfrac{C_1}{C_2} \\ W_C = W_{C1} + W_{C2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_{C1} = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2}W_C \\ W_{C2} = \dfrac{C_2}{C_1 + C_2}W_C \end{cases}$$

$$C_1 nt C_2 \Rightarrow q_1 = q_2 = q \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{W_{C1}}{W_{C2}} = \dfrac{C_2}{C_1} \\ W_C = W_{C1} + W_{C2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_{C1} = \dfrac{C_2}{C_1 + C_2}W_C \\ W_{C2} = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2}W_C \end{cases}$$

Ví dụ 1: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn thuần cảm L và hai tụ C giống nhau mắc nối tiếp. Mạch đang hoạt động thì ngay tại thời điểm năng lượng điện trường trong các tụ bằng 5 lần năng lượng từ trường trong cuộn cảm, một tụ bị đánh thủng hoàn toàn. Năng lượng toàn phần của mạch sau đó sẽ bằng bao nhiêu lần so với lúc đầu?

A. không đổi. B. 7/12. C. 3/4. D. 5/12.

Hướng dẫn

$$W_C = 5W_L \Rightarrow \begin{cases} W_L = \dfrac{1}{6}W \\ W_C = \dfrac{5}{6}W \xrightarrow{C_1 = C_2} W_{C1} = W_{C2} = \dfrac{1}{2}W_C = \dfrac{5}{12}W \end{cases}$$

Năng lượng bị mất chính là năng lượng trong tụ đánh thủng C_1. Do đó, năng lượng của mạch còn lại: $W' = W - W_{C_1} = \frac{7W}{12} \Rightarrow$ Chọn B.

Bình luận:

Nếu thay $W = \frac{LI_0^2}{2}; W' = \frac{LI'^2_0}{2}$ *sẽ được* $\frac{LI'^2_0}{2} = \frac{7}{12}\frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I'_0 = \sqrt{\frac{7}{12}} I_0$

Nếu thay $W = \frac{CU_0^2}{2}; W' = \frac{C'U'^2_0}{2}$ *sẽ được* $\frac{C'U'^2_0}{2} = \frac{7}{12}\frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow U'_0 = \sqrt{\frac{7}{12}\frac{C}{C'}} U_0$

Nếu thay $W = \frac{Q_0^2}{2C}; W' = \frac{Q'^2_0}{2C'}$ *sẽ được* $\frac{Q'^2_0}{2C'} = \frac{7}{12}\frac{Q_0^2}{2C} \Rightarrow Q'_0 = \sqrt{\frac{7}{12}\frac{C'}{C}} Q_0$

Ví dụ 2: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn thuần cảm và hai tụ giống nhau mắc nối tiếp. Mạch đang hoạt động thì ngay tại thời điểm năng lượng điện trường trong các tụ gấp đôi năng lượng từ trường trong cuộn cảm, một tụ bị đánh thủng hoàn toàn. Điện tích cực đại trên tụ sau đó sẽ bằng bao nhiêu lần so với lúc đầu?

A. 2/3. B. 1/3. C. $1/\sqrt{3}$. D. $2/\sqrt{3}$.

Hướng dẫn

$$W_C = 2W_L \begin{cases} W_L = \frac{W}{3} \\ W_C = \frac{2W}{3} \xrightarrow{C_1 = C_2} W_{C_1} = W_{C_2} = \frac{W_C}{2} = \frac{W}{3} \end{cases}$$

Năng lượng còn lại: $W' = W - W_{C_1} = \frac{2W}{3} \Leftrightarrow \frac{Q'^2_0}{2C'} = \frac{2}{3}\frac{Q_0^2}{2C}$

$$\Rightarrow \frac{Q'_0}{Q_0} = \sqrt{\frac{2C'}{3C}} \text{ thay } \begin{cases} C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_0}{2} \\ C' = C_2 = C_0 \end{cases} \text{ ta được } \frac{Q'_0}{Q_0} = \frac{2}{\sqrt{3}} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 3: Mạch dao động LC lí tưởng gồm: cuộn dây có độ tự cảm L và một bộ tụ gồm hai tụ có điện dung lần lượt $C_1 = 3C_0$ và $C_2 = 2C_0$ mắc song song. Mạch đang hoạt động với năng lượng W, ngay tại thời điểm năng lượng từ trường trong cuộn cảm bằng W/2, người ta tháo nhanh tụ C_1 ra ngoài. Năng lượng toàn phần của mạch sau đó sẽ bằng bao nhiêu lần so với lúc đầu?

A. không đổi. B. 0,7. C. 3/4. D. 0,8.

Hướng dẫn

$$C_1 // C_2 \Rightarrow u_1 = u_2 = u \Rightarrow \begin{cases} \frac{W_{C1}}{W_{C2}} = \frac{C_1}{C_2} \\ W_C = W_{C1} + W_{C2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_{C1} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} W_C \\ W_{C2} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} W_C \end{cases}$$

$$W_L = W_C = \frac{W}{2} \Rightarrow W_{C1} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} W_C = 0,3W \Rightarrow W' = W - W_{C_1} = 0,7W \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 4: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn thuần cảm L và hai tụ có điện dung lần lượt $C_1 = 3C_0$ và $C_2 = 2C_0$ mắc nối tiếp. Mạch đang hoạt động thì ngay tại thời điểm năng lượng điện trường trong các tụ gấp đôi năng lượng từ trường trong cuộn cảm, tụ C_1 bị đánh thủng hoàn toàn. Điện áp cực đại giữa hai đầu cuộn cảm sau đó sẽ bằng bao nhiêu lần so với lúc đầu?

A. $0,2\sqrt{11}$. B. $\sqrt{11}/3$. C. 3/4. D. 11/15.

Hướng dẫn

$$C_1 nt C_2 \Rightarrow q_1 = q_2 = q \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{W_{C1}}{W_{C2}} = \dfrac{C_2}{C_1} \\ W_C = W_{C1} + W_{C2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_{C1} = \dfrac{C_2}{C_1 + C_2} W_C \\ W_{C2} = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2} W_C \end{cases}$$

$$W_C = 2W_L = \frac{2}{3}W \Rightarrow W_{C1} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} W_C = \frac{4}{15}W \Rightarrow W' = W - W_{C_1} = \frac{11}{15}W$$

$$\frac{C'U'^2_0}{2} = \frac{11}{15}\frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow U'_0 = \sqrt{\frac{11}{15}\frac{C}{C'}}U_0 \text{ thay } \begin{cases} C = \dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 1,2C_0 \\ C' = C_2 = 2C_0 \end{cases} \text{ ta được:}$$

$$\frac{U'_0}{U_0} = \frac{\sqrt{11}}{5} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn thuần cảm L và hai tụ có điện dung lần lượt $C_1 = 3C_0$ và $C_2 = 2C_0$ mắc nối tiếp. Mạch đang hoạt động thì ngay tại thời điểm tổng năng lượng điện trường trong các tụ bằng 4 lần năng lượng từ trường trong cuộn cảm, tụ C_1 bị đánh thủng hoàn toàn. Cường độ dòng điện cực đại qua cuộn cảm sau đó sẽ bằng bao nhiêu lần so với lúc đầu?

A. 0,68. B. 7/12. C. 0,82. D. 0,52.

Hướng dẫn

$$C_1 nt C_2 \Rightarrow q_1 = q_2 = q \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{W_{C1}}{W_{C2}} = \dfrac{C_2}{C_1} \\ W_C = W_{C1} + W_{C2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_{C1} = \dfrac{C_2}{C_1 + C_2} W_C \\ W_{C2} = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2} W_C \end{cases}$$

$$W_C = 4W_L = \frac{4}{5}W \Rightarrow W_{C1} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} W_C = 0,32W \Rightarrow W' = W - W_{C_1} = 0,68W$$

$$\Rightarrow I'_0 = \sqrt{0,68}I_0 \approx 0,82I_0 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý: Nếu đóng mở ở thời điểm $W_{C1} = 0$ ($q = 0$, $u = 0$, $i = \pm I_0$) thì $W' = W$ với

$$\begin{cases} W = \dfrac{Q_0^2}{2C} = \dfrac{CU_0^2}{2} = \dfrac{LI_0^2}{2} \\ W' = \dfrac{Q_0'^2}{2C'} = \dfrac{C'U_0'^2}{2} = \dfrac{L'I_0'^2}{2} \end{cases} \text{ và } \begin{cases} \left[\begin{array}{l} C = C_1 + C_2 \\ C = \dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \end{array} \right. . \\ C' = C_2 \end{cases}$$

Ví dụ 6: Cho mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn dây 6 (mH) và bộ tụ điện gồm hai tụ điện có điện dung lần lượt là $C_1 = 2$ μF và $C_2 = 3$ μF mắc nối tiếp. Điện áp cực đại giữa hai đầu bộ tụ là 6 V. Vào thời điểm dòng có giá trị cực đại thì tụ C_1 bị nối tắt. Điện áp cực đại giữa hai đầu cuộn cảm sau khi tụ C_1 bị nối tắt là

A. $10\sqrt{2}$ (V). B. $1{,}2\sqrt{10}$ (V). C. $12\sqrt{10}$ (V). D. $6\sqrt{2}$ (V).

Hướng dẫn

Khi $i = I_0$ thì $W_{C1} = 0$ nên $W' = W \Leftrightarrow \dfrac{C'U_0'^2}{2} = \dfrac{CU_0^2}{2} \Rightarrow U'_0 = U_0\sqrt{\dfrac{C}{C'}}$

thay $\begin{cases} C = \dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 1{,}2(\mu F) \\ C' = C_2 = 3(\mu F) \end{cases}$ ta được $U'_0 = 6\sqrt{\dfrac{1{,}2}{3}} = 1{,}2\sqrt{10}(V) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 7: Cho mạch dao động điện từ lí tưởng, điện trở thuần của mạch bằng không, độ tự cảm của cuộn dây 50 (mH). Bộ tụ gồm hai tụ điện có điện dung đều bằng 2,5 (μF) mắc song song. Điện tích trên bộ tụ biến thiên theo phương trình q = cosωt (μC). Xác định điện thế cực đại hai đầu cuộn dây sau khi tháo nhanh một tụ điện ở thời điểm t = 2,75π (ms)

A. $0{,}005\sqrt{2}$ (V). B. $0{,}12\sqrt{2}$ (V). C. $2\sqrt{0{,}5}$ (V). D. $0{,}2\sqrt{2}$ (V).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} C = C_1 + C_2 = 5.10^{-6} F \Rightarrow \omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = 2000(rad/s) \\ C' = C_2 = 2{,}5.10^{-6} F \end{cases}$$

Khi t = 2,75π (ms) thì $q = c\cos 2000.2{,}75\pi.10^{-3} = 0 \Rightarrow W_{C1} = 0 \Rightarrow W' = W$

$\Leftrightarrow \dfrac{C'U_0'^2}{2} = \dfrac{Q_0^2}{2C} \Rightarrow U'_0 = 0{,}2\sqrt{2}(V) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 8: Cho mạch dao động điện từ lí tưởng, điện trở thuần của mạch bằng không, độ tự cảm của cuộn dây 50 (mH). Bộ tụ gồm hai tụ điện có điện dung đều bằng 2,5 (μF) mắc song song. Điện tích trên bộ tụ biến thiên theo phương trình q = cosωt (μC). Xác định điện tích cực đại trên một bản tụ của tụ còn lại sau khi tháo nhanh một tụ điện ở thời điểm t = 0,125π (ms).

A. $0{,}25\sqrt{3}$ (μC). B. 0,5 (μC). C. $0{,}25\sqrt{6}$ (μC). D. $0{,}5\sqrt{3}$ (μC).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} C = C_1 + C_2 = 5.10^{-6}\,F \Rightarrow \omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = 2000\left(rad/s\right) \\ C' = C_2 = 2,5.10^{-6}\,F \end{cases}$$

Khi t = 0,125π (ms) thì $q = \cos 2000.0,125\pi.10^{-3} = \dfrac{Q_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow W_{C'} = \dfrac{1}{2}W$

$$\Rightarrow W_{C1} = \frac{1}{2}W_{C'} = \frac{1}{4}W \Rightarrow W' = W - W_{C1} = \frac{3}{4}W \Leftrightarrow \frac{Q'^2_0}{2C'} = \frac{3}{4}\frac{Q_0^2}{2C}$$

$$\Rightarrow Q'_0 = \sqrt{\frac{C'}{C}\frac{3}{4}}Q_0 = 0,25\sqrt{6}\left(\mu C\right) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 9: Cho mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn dây 6 (mH) và bộ tụ điện gồm hai tụ điện có điện dung lần lượt là C_1 = 2 μF và C_2 = 3 μF mắc nối tiếp. Điện áp cực đại giữa hai đầu bộ tụ là $5/\sqrt{6}$ V. Vào thời điểm điện áp trên tụ C_1 là 1 V thì nó bị nối tắt. Điện áp cực đại hai đầu cuộn cảm sau khi tụ C_1 bị nối tắt là

A. $\sqrt{2}$ (V). B. $1,2\sqrt{3}$ (V). C. 1,2 (V). D. 1 (V).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} C = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = 1,2\left(\mu F\right) \\ C' = C_2 = 3\left(\mu F\right) \end{cases} \quad và\ W' = W - W_{C1} \Leftrightarrow \frac{C'U'^2_0}{2} = \frac{CU_0^2}{2} - \frac{C_1u_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow U'_0 = \sqrt{\frac{C}{C'}U_0^2 - \frac{C_1}{C'}u_1^2} = 1\left(V\right) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 10: Mạch dao động điện từ gồm cuộn cảm và một bộ hai tụ điện có cùng điện dung 2,5 μF mắc song song. Trong mạch có dao động điện từ tự do, hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 12 V. Tại thời điểm hiệu điện thế hai đầu cuộn cảm 6 V thì một tụ điện bị bong ra vì đứt dây nối. Tính năng lượng cực đại trong cuộn cảm sau đó

A. 0,315 mJ. B. 0,27 mJ. C. 0,135 mJ. D. 0,54 mJ.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} C = C_1 + C_2 = 5.10^{-6}\,F \\ C' = C_2 = 2,5.10^{-6}\,F \end{cases}$$

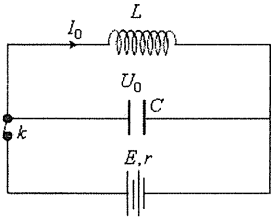
$$u = \frac{U_0}{2} \Rightarrow W_{C'} = \frac{1}{4}W \Rightarrow W_{C1} = \frac{1}{2}W_{C'} = \frac{1}{8}W \Rightarrow W' = W - W_{C1} = \frac{7}{8}W$$

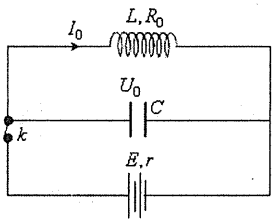
$$W' = \frac{7}{8}\frac{CU_0^2}{2} = \frac{7}{8}\frac{5.10^{-6}.12^2}{2} = 0,315.10^{-3}\left(J\right) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

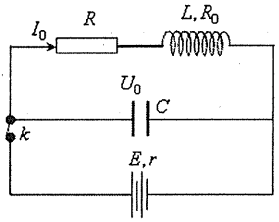
4. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN MẠCH LC CÓ ĐIỆN TRỞ

Phương pháp giải

1) Năng lượng hao phí







$\begin{cases} I_{01} = \dfrac{E}{r} \\ U_{01} = 0 \end{cases} \Rightarrow W = \dfrac{LI_{01}^2}{2} + \dfrac{CU_{01}^2}{2}$

$\begin{cases} I_{01} = \dfrac{E}{r + R_0} \\ U_{01} = I_{01}R_0 \end{cases} \Rightarrow W = \dfrac{LI_{01}^2}{2} + \dfrac{CU_{01}^2}{2}$

$\begin{cases} I_{01} = \dfrac{E}{r + R_0 + R} \\ U_{01} = I_{01}(R_0 + R) \end{cases} \Rightarrow W = \dfrac{LI_{01}^2}{2} + \dfrac{CU_{01}^2}{2}$

* Hình thứ nhất: Khi vừa cắt ra khỏi nguồn trong mạch có dòng điện $I_{01} = E/r$ và điện áp trên tụ bằng 0.

* Hình thứ hai: Khi vừa cắt ra khỏi nguồn trong mạch có dòng điện $I_{01} = E/(r + R_0)$ và điện áp trên tụ bằng $U_{01} = I_{01}R_0$.

* Hình thứ ba: Khi vừa cắt ra khỏi nguồn trong mạch có dòng điện $I_{01} = E/(r + R_0 + R)$ và điện áp trên tụ bằng $U_{01} = I_{01}(R_0 + R)$.

Tổng hao phí do toả nhiệt bằng năng lượng ban đầu Q = W.

Ví dụ 1: Một mạch dao động LC gồm tụ điện có điện dung 100 μF, cuộn dây có hệ số tự cảm L = 0,02 H và điện trở toàn mạch không đáng kể. Dùng dây nối có điện trở không đáng kể để nối hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động 12 V và điện trở trong 1 Ω với hai bản cực của tụ điện. Khi dòng trong mạch đã ổn định người ta cắt nguồn ra khỏi mạch để cho mạch dao động tự do. Tính năng lượng dao động trong mạch.

A. 25,00 J. B. 1,44 J. C. 2,74 J. D. 1,61 J.

Hướng dẫn

Khi vừa cắt ra khỏi nguồn trong mạch có dòng điện I_{01} và điện áp trên tụ bằng 0

(xem hình thứ nhất) $\begin{cases} I_{01} = \dfrac{E}{r} = 12(A) \\ U_{01} = 0 \end{cases}$

$$\Rightarrow W = \frac{CU_{01}^2}{2} + \frac{LI_{01}^2}{2} = 0 + \frac{0,02.12^2}{2} = 1,44(J) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 2: Một mạch dao động LC gồm tụ điện C có điện dung 0,1 mF, cuộn dây có hệ số tự cảm L = 0,02 H và điện trở là $R_0 = 5$ Ω và điện trở của dây nối R = 0. Dùng dây nối có điện trở không đáng kể để nối hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động E = 12 V và điện trở trong r = 1 Ω với hai bản cực của tụ điện. Khi dòng trong mạch đã ổn định người ta cắt nguồn ra khỏi mạch để cho mạch dao động tự do. Tính phần năng lượng mà mạch nhận được ngay sau cắt khỏi nguồn.

A. 45 mJ. B. 75 mJ. C. 40 mJ. D. 5 mJ.

Hướng dẫn

Khi vừa cắt ra khỏi nguồn trong mạch có dòng điện I_{01} và điện áp trên tụ U_{01} (xem hình thứ hai)

$$\begin{cases} I_{01} = \dfrac{E}{r+R_0} = \dfrac{12}{1+5} = 2(A) \\ U_{01} = I_{01}R_0 = 2.5 = 10(V) \end{cases} \Rightarrow W = \frac{CU_0^2}{2} + \frac{LI_0^2}{2} = \frac{10^{-4}.10^2}{2} + \frac{0,02.2^2}{2} = 0,045(J)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 3: Một mạch dao động LC gồm tụ điện C có điện dung 0,1 mF, cuộn dây có hệ số tự cảm L = 0,02 H và điện trở là R_0 = 5 Ω và điện trở của dây nối R = 4 Ω. Dùng dây nối có điện trở không đáng kể để nối hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động E = 12 V và điện trở trong r = 1 Ω với hai bản cực của tụ điện. Khi dòng trong mạch đã ổn định người ta cắt nguồn ra khỏi mạch để cho mạch dao động tự do. Tính nhiệt lượng tỏa ra trên R và R_0 kể từ lúc cắt nguồn ra khỏi mạch đến khi dao động trong mạch tắt hoàn toàn?

A. 11,240 mJ. B. 14,400 mJ. C. 5,832 mJ. D. 20,232 mJ.

Hướng dẫn

Khi vừa cắt ra khỏi nguồn trong mạch có dòng điện I_{01} và điện áp trên tụ U_{01} (xem hình thứ ba)

$$\begin{cases} I_{01} = \dfrac{E}{r+R_0+R} = \dfrac{12}{1+5+4} = 1,2(A) \\ U_{01} = I_{01}(R_0+R) = 1,2.9 = 10,8(V) \end{cases} \Rightarrow W = \frac{CU_{01}^2}{2} + \frac{LI_{01}^2}{2}$$

$$\Rightarrow Q = W = \frac{10^{-4}.10,8^2}{2} + \frac{0,02.1,2^2}{2} = 20,232.10^{-3}(J) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Nếu bài toán yêu cầu tính nhiệt lượng tỏa ra trên từng điện trở R_0 và trên R thì ta áp dụng:

$$\begin{cases} Q_{R_0} + Q_R = Q \\ \dfrac{Q_{R_0}}{Q_R} = \dfrac{R_0}{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q_{R_0} = \dfrac{R_0}{R+R_0}Q \\ Q_R = \dfrac{R}{R+R_0}Q \end{cases}$$

Ví dụ 4: Một mạch dao động LC gồm tụ điện C có điện dung 200 μF, cuộn dây có hệ số tự cảm L = 0,2 H và điện trở là R_0 = 4 Ω và điện trở của dây nối R = 20 Ω. Dùng dây nối có điện trở không đáng kể để nối hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động E = 12 V và điện trở trong r = 1 Ω với hai bản cực của tụ điện. Sau khi trạng thái trong mạch đã ổn định người ta cắt nguồn ra khỏi mạch để cho mạch dao động tự do. Tính nhiệt lượng tỏa ra trên R kể từ lúc cắt nguồn ra khỏi mạch đến khi dao động trong mạch tắt hoàn toàn?

A. 11,059 mJ. B. 13,271 mJ. C. 36,311 mJ. D. 30,259 mJ.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} I_{01} = \dfrac{E}{r+R+R_0} = \dfrac{12}{1+20+4} = 0,48(A) \\ U_{01} = I_{01}(R+R_0) = 0,48(20+4) = 11,52(V) \end{cases}$$

$$Q = W = \frac{CU_{01}^2}{2} + \frac{LI_{01}^2}{2} = \frac{2.10^{-4}.11,52^2}{2} + \frac{0,2.0,48^2}{2} = 36,311.10^{-3}(J)$$

$$\Rightarrow Q_R = \frac{R}{R+R_0}Q = \frac{20}{20+4}36.311.10^{-3}(J) \approx 30,259.10^{-3}(J) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

2) Công suất cần cung cấp

Lúc đầu mạch được cung cấp năng lượng $W = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I_0^2 = ?$

Nếu mạch có tổng điện trở R thì công suất cần cung cấp đúng bằng công suất hao phí do tỏa nhiệt trên R: $P_{cc} = I^2R = \frac{1}{2}I_0^2R$.

Năng lượng cần cung cấp có ích sau thời gian t: $A_{cc} = P_{cc}t$.

Nếu dùng nguồn một chiều có suất điện động E và chứa điện lượng Q_n để cung cấp năng lượng cho mạch thì hiệu suất của quá trình cung cấp là: $H = \frac{A_{cc}}{A_{tp}} = \frac{P_{cc}t}{EQ_n}$.

Ví dụ 1: (ĐH-2011) Mạch dao động điện từ LC gồm một cuộn dây có độ tự cảm 50 mH và tụ điện có điện dung 5 μF. Nếu mạch có điện trở thuần 10^{-2} Ω, để duy trì dao động trong mạch với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 12 V thì phải cung cấp cho mạch một công suất trung bình bằng

A. 72 mW. B. 72 μW. C. 36 μW. D. 36 mW.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} W = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I_0^2 = \frac{CU_0^2}{L} \\ P_{cc} = \frac{1}{2}I_0^2R = \frac{1}{2}.\frac{CU_0^2}{L}.R = \frac{1}{2}.\frac{5.10^{-6}.12^2}{50.10^{-3}}.10^{-2} = 72.10^{-6}(W) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 2: Mạch dao động gồm cuộn dây có độ tự cảm 30 μH một tụ điện có 3000 pF. Điện trở thuần của mạch dao động là 1 Ω. Để duy trì dao động điện từ trong mạch với điện lượng cực đại trên tụ 18 (nC) phải cung cấp cho mạch một năng lượng điện có công suất là

A. 1,80 W. B. 1,80 mW. C. 0,18 W. D. 5,5 mW.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} W = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I_0^2 = \frac{Q_0^2}{LC} \\ P_{cc} = \frac{1}{2}I_0^2R = \frac{1}{2}.\frac{Q_0^2}{LC}.R = \frac{1}{2}.\frac{18^2.10^{-18}}{30.10^{-6}.3000.10^{-12}}.1 = 1,8.10^{-3}(W) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: Mạch dao động điện từ LC gồm một cuộn dây có độ tự cảm 28 (μH) và tụ điện có điện dung 3000 (pF). Điện áp cực đại trên tụ là 5 (V). Nếu mạch có điện trở thuần 1 Ω, để duy trì dao động trong mạch với giá trị cực đại của điện áp

giữa hai bản tụ điện là 5 (V) thì trong mỗi phút phải cung cấp cho mạch năng lượng bằng

A. 1,3 (mJ). B. 0,075 (J). C. 1,5 (J). D. 0,08 (J).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} W = \dfrac{CU_0^2}{2} = \dfrac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I_0^2 = \dfrac{CU_0^2}{L} \\ P_{cc} = \dfrac{1}{2} I_0^2 R = \dfrac{1}{2}.\dfrac{CU_0^2}{L}.R = \dfrac{1}{2}.\dfrac{3000.10^{-12}.5^2}{28.10^{-6}}.1 = 1,34.10^{-3}(W) \end{cases}$$

$\Rightarrow A_{cc} = P_{cc}t = 0,08(J) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: Mạch dao động điện từ LC gồm một cuộn dây có độ tự cảm 6 (μH) có điện trở thuần 1 Ω và tụ điện có điện dung 6 (nF). Điện áp cực đại trên tụ lúc đầu 10 (V). Để duy trì dao động điện từ trong mạch người ta dùng một pin có suất điện động là 10 V, có điện lượng dự trữ ban đầu là 300 (C). Nếu cứ sau 10 giờ phải thay pin mới thì có hiệu suất sử dụng của pin là

A. 80%. B. 60%. C. 40%. D. 70%.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} W = \dfrac{CU_0^2}{2} = \dfrac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I_0^2 = \dfrac{CU_0^2}{L} \\ P_{cc} = \dfrac{1}{2} I_0^2 R = \dfrac{1}{2}.\dfrac{CU_0^2}{L}.R = \dfrac{1}{2}.\dfrac{6.10^{-9}.10^2}{6.10^{-6}}.1 = 50.10^{-3}(W) \end{cases}$$

$$h = \frac{P_{cc}t}{EQ} = \frac{50.10^{-3}.10.3600}{10.300} = 0,6 = 60\% \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 5: Mạch dao động gồm cuộn dây có độ tự cảm L = 20 μH, điện trở thuần R = 4 Ω và tụ có điện dung C = 2 nF. Hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu tụ là 5 V. Để duy trì dao động điện từ trong mạch người ta dùng một pin có suất điện động là 5 V, có điện lượng dự trữ ban đầu là 30 (C), có hiệu suất sử dụng là 60%. Hỏi pin trên có thể duy trì dao động của mạch trong thời gian tối đa là bao nhiêu?

A. t = 500 phút. B. t = 30000 phút. C. t = 300 phút. D. t = 3000 phút.

Hướng dẫn

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I_0^2 = \frac{CU_0^2}{L}$$

$$P_{cc} = \frac{1}{2} I_0^2 R = \frac{1}{2}.\frac{CU_0^2}{L}.R = \frac{1}{2}.\frac{2.10^{-9}.5^2}{20.10^{-6}}.4 = 5.10^{-3}(W)$$

$$t = \frac{A_{tch}}{P_{cc}} = \frac{0,6.QE}{P_{cc}} = \frac{0,6.30.5}{5.10^{-3}} = 18000(s) = 300(phút) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chủ đề 6. DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ

Dạng 1.
BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN SỰ LAN TRUYỀN ĐIỆN TỪ TRƯỜNG

Phương pháp giải

1) Đặc điểm của điện từ trường và sóng điện từ

- Điện trường biến thiên theo thời gian sinh ra từ trường, từ trường biến thiên theo thời gian sinh ra điện trường xoáy.
- Điện trường xoáy có đường sức là những đường cong kín.
- Hai trường biến thiên này liên quan mật thiết với nhau và là hai thành phần của một trường thống nhất, gọi là điện từ trường.
- Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.
- Sóng điện từ lan truyền được trong môi trường vật chất và cả trong chân không (với tốc độ lớn nhất $c \approx 3.10^8$ m/s).
- Sóng điện từ là sóng ngang: $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{c}$ (theo đúng thứ tự hợp thành tam diện thuận).
- Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn luôn đồng pha với nhau.
- Sóng điện từ tuân theo các quy luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ như ánh sáng, giao thoa, nhiễu xạ.
- Sóng điện từ mang năng lượng.
- Sóng điện từ có bước sóng từ vài m đến vài km được dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến gọi là *sóng vô tuyến*.

Ví dụ 1: (CĐ-2011) Khi nói về điện từ trường, phát biểu nào sau đây **sai**?

A. Nếu tại một nơi có từ trường biến thiên theo thời gian thì tại đó xuất hiện điện trường xoáy.

B. Trong quá trình lan truyền điện từ trường, vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ tại một điểm luôn vuông góc với nhau.

C. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một trường duy nhất gọi là điện từ trường.

D. Điện từ trường không lan truyền được trong điện môi.

Hướng dẫn

Sóng điện từ (điện từ trường) lan truyền được trong môi trường vật chất và cả trong chân không. Điện môi là một môi trường vật chất ⇒ Chọn D.

Ví dụ 2: (ĐH-2009) Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về sóng điện từ?

A. Sóng điện từ là sóng ngang.

B. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ.

C. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn cùng phương với vectơ cảm ứng từ.

D. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không.

Hướng dẫn

Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: (ĐH-2012) Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào sau đây là **sai?**

A. Sóng điện từ mang năng lượng.

B. Sóng điện từ tuân theo các quy luật giao thoa, nhiễu xạ.

C. Sóng điện từ là sóng ngang.

D. Sóng điện từ không truyền được trong chân không.

Hướng dẫn

Sóng điện từ lan truyền được trong môi trường vật chất và cả trong chân không $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: (ĐH-2012) Tại Hà Nội, một máy đang phát sóng điện từ. Xét một phương truyền có phương thẳng đứng hướng lên. Vào thời điểm t, tại điểm M trên phương truyền, vectơ cảm ứng từ đang có độ lớn cực đại và hướng về phía Nam. Khi đó vectơ cường độ điện trường có

A. độ lớn cực đại và hướng về phía Tây.

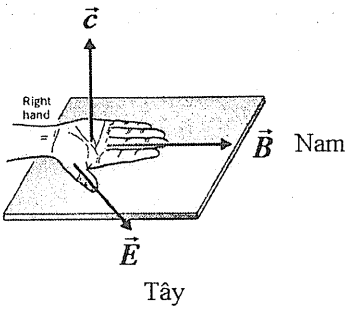
B. độ lớn cực đại và hướng về phía Đông.

C. độ lớn bằng không.

D. độ lớn cực đại và hướng về phía Bắc.

Hướng dẫn

Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn luôn đồng pha với nhau. Khi véc tơ cảm ứng từ có độ lớn cực đại thì véc tơ cường độ điện trường cũng có độ lớn cực đại.



Sóng điện từ là sóng ngang: $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{c}$ (theo đúng thứ tự hợp thành tam diện thuận). Khi quay từ $\vec{E}$ sang $\vec{B}$ thì chiều tiến của đinh ốc là $\vec{c}$.

Ngửa bàn tay phải theo hướng truyền sóng (hướng thẳng đứng dưới lên), ngón cái hướng theo $\vec{E}$ thì bốn ngón hướng theo $\vec{B} \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 5: (ĐH-2011) Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về sóng điện từ?

A. Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó có thể bị phản xạ và khúc xạ.

B. Sóng điện từ truyền được trong chân không.

C. Sóng điện từ là sóng ngang nên nó chỉ truyền được trong chất rắn.

D. Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn đồng pha với nhau.

Hướng dẫn

Sóng điện từ lan truyền được trong môi trường vật chất và cả trong chân không $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 6: Trong các đài phát thanh, sau trộn tín hiệu âm tần có tần số f_a với tín hiệu dao động cao tần có tần số f (biến điệu biên độ) thì tín hiệu đưa đến ăngten phát

A. biến thiên tuần điều hòa với tần số f_a và biên độ biến thiên điều hòa theo thời gian với tần số f.

B. biến thiên tuần hoàn với tần số f và biên độ biến thiên điều hòa theo thời gian với tần số f_a.

C. biến thiên tuần hoàn với tần số f và biên độ biến thiên tuần hoàn theo thời gian với tần số bằng f_a.

D. biến thiên tuần hoàn với tần số f_a và biên độ biến thiên điều hòa theo thời gian với tần số bằng f.

Hướng dẫn

Trong biến điệu biên độ, sóng truyền đi biến thiên tuần hoàn theo tần số sóng mang, còn biên độ biến thiên tuần hoàn theo tần số âm tần $\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Trong cùng một khoảng thời gian Δt số dao động cao tần và số dao động âm tần thực hiện được lần lượt là $\begin{cases} n = \dfrac{\Delta t}{T} = \Delta t.f \\ n_a = \dfrac{\Delta t}{T_a} = \Delta t.f_a \end{cases} \Rightarrow \dfrac{n}{n_a} = \dfrac{f}{f_a}$

Ví dụ 7: (ĐH-2010) Trong thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến, người ta sử dụng cách biến điệu biên độ, tức là làm cho biên độ của sóng điện từ cao tần (gọi là sóng mang) biến thiên theo thời gian với tần số bằng tần số của dao động âm tần. Cho tần số sóng mang là 800 kHz. Khi dao động âm tần có tần số 1000 Hz thực hiện một dao động toàn phần thì dao động cao tần thực hiện được số dao động toàn phần là

A. 1600. B. 625. C. 800. D. 1000.

Hướng dẫn

Áp dụng: $\dfrac{n}{n_a} = \dfrac{f}{f_a} \Rightarrow \dfrac{n}{1} = \dfrac{800.1000}{1000} \Rightarrow n = 800 \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 8: Trong thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến, người ta sử dụng cách biến điệu biên độ, tức là làm cho biên độ của sóng điện từ cao tần (gọi là sóng mang) biến thiên theo thời gian với tần số bằng tần số của dao động âm tần. Khi dao động âm tần thực hiện 2 dao động toàn phần thì dao động cao tần thực hiện được 1800 dao động toàn phần. Nếu tần số sóng mang là 0,9 MHz thì dao động âm tần có có tần số là

A. 0,1 MHz. B. 900 Hz. C. 2000 Hz. D. 1 KHz.

Hướng dẫn

$\dfrac{n}{f} = \dfrac{n_a}{f_a} \Rightarrow \dfrac{1800}{0,9.10^6} = \dfrac{2}{f_a} \Rightarrow f_a = 1000(Hz) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 9: Tại hai điểm A, B cách nhau 1000 m trong không khí, đặt hai ăngten phát sóng điện từ giống hệt nhau. Nếu di chuyển đều một máy thu sóng trên đoạn thẳng AB thì tín hiệu mà máy thu được trong khi di chuyển sẽ

A. như nhau tại mọi vị trí.
B. lớn dần khi tiến gần về hai nguồn.
C. nhỏ nhất tại trung điểm của AB.
D. lớn hay nhỏ tuỳ vào từng vị trí.

Hướng dẫn

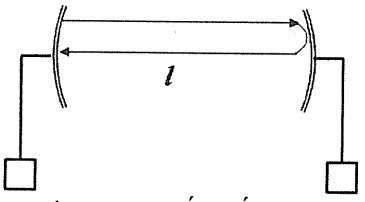
Trên khoảng AB có sự giao thoa của hai sóng kết hợp do hai nguồn kết hợp A, B phát ra nên nếu máy thu gặp vị trí cực đại thì tín hiệu mạnh, còn gặp cực tiểu thì tín hiệu yếu $\Rightarrow$ Chọn D.

2) Ứng dụng sóng điện từ trong định vị

* **Đo khoảng cách:** Gọi t là thời gian từ lúc phát sóng cho đến lúc thu được sóng phản xạ thì thời gian một lần truyền đi là t/2 và khoảng cách $l = 3.10^8 \frac{t}{2}$.

* **Đo tốc độ:** Giả sử một vật đang chuyển động về phía người quan sát. Để đo tốc độ của nó ta thực hiện hai phép đo khoảng cách ở hai thời điểm cách nhau một khoảng thời gian Δt:

$$\begin{cases} l_1 = 3.10^8 \frac{t_1}{2} \\ l_2 = 3.10^8 \frac{t_2}{2} \end{cases} \Rightarrow v = \frac{|l_1 - l_2|}{\Delta t}$$



Ví dụ 1: Từ Trái Đất, một ăngten phát ra những sóng cực ngắn đến Mặt Trăng. Thời gian từ lúc ăngten phát sóng đến lúc nhận sóng phản xạ trở lại là 2,56 (s). Hãy tính khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng. Biết tốc độ của sóng điện từ trong không khí bằng 3.10^8 (m/s).

A. 384000 km
B. 385000 km
C. 386000 km
D. 387000 km

Hướng dẫn

$$l = 3.10^8.\frac{t}{2} = 3.10^8.\frac{2,56}{2} = 384000(km) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 2: Một ăngten rađa phát ra những sóng điện từ đến một vật đang chuyển động về phía rađa. Thời gian từ lúc ăngten phát sóng đến lúc nhận sóng phản xạ trở lại là 80 (μs). Sau 2 phút đo lần thứ hai, thời gian từ lúc phát đến đến lúc nhận nhận lần này là 76 (μs). Tính tốc độ trung bình của vật. Biết tốc độ của sóng điện từ trong không khí bằng 3.10^8 (m/s).

A. 5 m/s
B. 6 m/s
C. 7 m/s
D. 29 m/s

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \text{Lần 1}: l_1 = 3.10^8.\frac{t_1}{2} = 12000(m) \\ \text{Lần 2}: l_1 = 3.10^8.\frac{t_2}{2} = 11400(m) \end{cases} \Rightarrow \overline{v} = \frac{l_1 - l_2}{\Delta t} = 5(m/s) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 3: Một ăng ten rada phát ra những sóng điện từ đến một máy bay đang bay về phía rada .Thời gian từ lúc ăng ten phát đến lúc nhận sóng phản xạ trở lại là 120 μs, ăng ten quay với tốc độ 0,5 vòng/s. Ở vị trí của đầu vòng quay tiếp theo ứng với hướng của máy bay, ăng ten lại phát sóng điện từ, thời gian từ lúc phát đến lúc nhận lần này là 116 μs. Tính vận tốc trung bình của máy bay, biết tốc độ truyền sóng điện từ trong không khí bằng 3.10^8 (m/s).

A. 810 km/h. B. 1200 km/h. C. 300 km/h. D. 1080 km/h.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \text{Lần 1}: l_1 = 3.10^8.\dfrac{t_1}{2} = 18000(m) \\ \text{Lần 2}: l_1 = 3.10^8.\dfrac{t_2}{2} = 17400(m) \end{cases}$$

Khoảng thời gian hai lần đo liên tiếp đúng bằng thời gian quay 1 vòng của rada:

$$\Delta t = T = \frac{1}{f} = 2(s) \Rightarrow \overline{v} = \frac{l_1 - l_2}{\Delta t} = 300(m/s) = 1080(km/h) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 4: (ĐH - 2013)**:** Giả sử một vệ tinh dùng trong truyền thông đang đứng yên so với mặt đất ở một độ cao xác định trong mặt phẳng Xích đạo Trái Đất; đường thẳng nối vệ tinh với tâm trái đất đi qua kinh tuyến số). Coi Trái Đất như một quả cầu, bán kính là 6370 km; khối lượng là 6.10^{24} kg và chu kì quay quanh trục của nó là 24 h; hằng số hấp dẫn G = $6,67.10^{-11}$ N.m^2/kg^2. Sóng cực ngắn f > 30 MHz phát từ vệ tinh truyền thẳng đến các điểm nằm trên Xích Đạo Trái Đất trong khoảng kinh độ nào dưới đây:

A. Từ kinh độ $85^0 20'$ Đ đến kinh độ $85^0 20'$ T.

B. Từ kinh độ $79^0 20'$ Đ đến kinh đô $79^0 20'$ T.

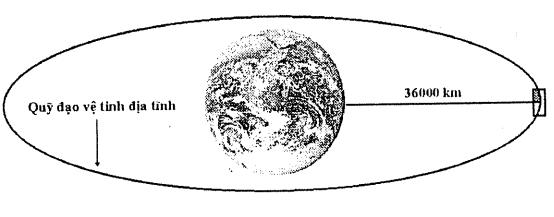
C. Từ kinh độ $81^0 20'$ Đ đến kinh độ $81^0 20'$ T.

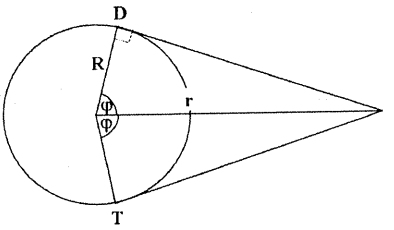
D. Từ kinh độ $83^0 20'$ T đến kinh độ $83^0 20'$ Đ.

Hướng dẫn

Với vệ tinh địa tĩnh (đứng yên so với Trái Đất), lực hấp dẫn là lực hướng tâm nên: $m\left(\dfrac{2\pi}{T}\right)^2 r = \dfrac{GmM}{r^2} \Rightarrow r = \sqrt[3]{GM\left(\dfrac{T}{2\pi}\right)^2}$

$$\Rightarrow r = \sqrt[3]{6,67.10^{-11}.6.10^{24}\left(\frac{24.60.60}{2\pi}\right)^2} \approx 42297523,87(m)$$





Vùng phủ sóng nằm trong miền giữa hai tiếp tuyến kẻ từ vệ tinh tới Trái Đất. Từ đó tính được $\cos\varphi = \frac{R}{r} \Rightarrow \varphi \approx 81^0 20'$: Từ kinh độ $81^0$20'T đến kinh độ $81^0$20'Đ $\Rightarrow$ Chọn C.

Bàn luận: *Vệ tinh địa tĩnh là bài toán ở lớp 10, khoảng cách từ vệ tinh địa tĩnh đến tâm Trái Đất gấp khoảng 7 lần bán kính Trái Đất (Số liệu này được nhắc rất nhiều trên các phương tiện truyền thông!). Vì vậy, nếu học sinh đã biết thì có thể "áng chừng" kết quả:* $\cos\varphi = \frac{R}{r} = \frac{1}{7} \Rightarrow \varphi \approx 81^0 47'$ *!*

2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN MẠCH THU SÓNG

Phương pháp giải

1) Bước sóng mạch thu được

Để thu được sóng điện từ nhất định thì người ta phải điều chỉnh máy thu sao cho tần số dao động riêng của mạch thu $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ bằng tần số của sóng cần thu f_s, tức là trong mạch có hiện tượng cộng hưởng.

Bước sóng mạch thu được lúc đó là: $\lambda = \frac{3.10^8}{f_s} = \frac{3.10^8}{f} = 6\pi.10^8\sqrt{LC}$

Ví dụ 1: Mạch chọn sóng của một máy thu gồm một tụ điện có điện dung 100 (pF) và cuộn cảm có độ tự cảm L = $1/\pi^2$ (μH). Mạch dao động trên có thể bắt được sóng điện từ thuộc dải sóng vô tuyến nào?

A. Dài. B. Trung. C. Ngắn. D. Cực ngắn.

Hướng dẫn

$$\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} = 6\pi.10^8\sqrt{\frac{1}{\pi^2}.10^{-6}.100.10^{-12}} = 6(m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Một mạch chọn sóng gồm một cuộn cảm thuần có độ tự cảm không đổi và một tụ điện có điện dung thay đổi được. Khi điện dung của tụ là 20 μF thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng 40 m. Nếu muốn thu được sóng điện từ có bước sóng 60 m thì phải điều chỉnh điện dung của tụ thế nào?

A. giảm đi 5 μF. B. tăng thêm 15 μF.

C. giảm đi 20 μF. D. tăng thêm 25 μF.

Hướng dẫn

$$\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_1} \\ \lambda_2 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2 \Rightarrow C_2 = 45(\mu F)$$

$$\Rightarrow C_2 - C_1 = 25(\mu F) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 3: Mạch dao động LC lí tưởng đang hoạt động với dòng điện trong mạch cho bởi phương trình $i = I_0\cos(1000\pi t + \pi/4)$ (A) (với t đo bằng mili giây). Mạch này có thể cộng hưởng được với sóng điện từ có bước sóng bằng

A. 600 (m). B. 600000 (m). C. 300 (km). D. 30 (m).

Hướng dẫn

$$\omega = 1000\pi\left(rad/ms\right) \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2.10^{-3}\left(ms\right)$$

$$\Rightarrow \lambda = 3.10^8.T = 3.10^8.2.10^{-6} = 600\left(m\right) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 4: Tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 m/s. Một đài phát thanh, tín hiệu từ mạch dao động điện từ có tần số $f = 0{,}5.10^6$ Hz đưa đến bộ phận biến điệu để trộn với tín hiệu âm tần có tần số $f_a = 1000$ (Hz). Sóng điện từ do đài phát ra có bước sóng là

A. 600 m. B. 3.10^5 m. C. 60 m. D. 6 m.

Hướng dẫn

$$\lambda = \frac{3.10^8}{f} = \frac{3.10^8}{0{,}5.10^6} = 600\left(m\right) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: $W = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow LC = \frac{Q_0^2}{I_0^2} \Rightarrow \lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} = 6\pi.10^8.\frac{Q_0}{I_0}$

Ví dụ 5: Tốc độ truyền sóng điện từ là 3.10^8 (m/s). Một mạch chọn sóng, khi thu được sóng điện từ có bước sóng λ thì cường độ cực đại trong mạch là 2π (mA) và điện tích cực đại trên tụ là 2 (nC). Bước sóng λ là

A. 600 m. B. 260 m. C. 270 m. D. 280 m.

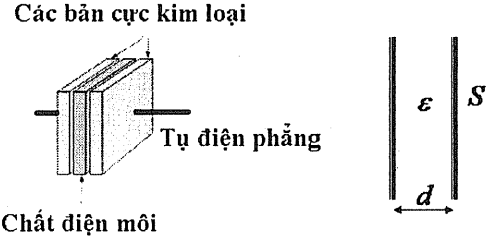
Hướng dẫn

$$\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} = 6\pi.10^8.\frac{Q_0}{I_0} = 6\pi.10^8.\frac{2.10^{-9}}{2\pi.10^{-3}} = 600\left(m\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý:

1) Điện dung của tụ điện phẳng tính theo công thức: $C = \frac{\varepsilon.S}{9.10^9.4\pi d}$ *(ε là hằng số điện môi, d là khoảng cách giữa hai bản tụ và S là diện tích đối diện giữa các bản tụ).*



2) Khi chất điện môi trong tụ là không khí thì $\varepsilon_0 = 1$ *nên* $C_0 = \frac{S}{9.10^9.4\pi d}$ *và bước sóng mạch thu được* $\lambda_0 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_0}$.

* *Nếu nhúng các bản tụ ngập vào trong điện môi lỏng (có hằng số điện môi ε) và các yếu tố khác không đổi thì điện dung của tụ* $C = \dfrac{\varepsilon.S}{9.10^9.4\pi d} = \varepsilon C_0$ *nên bước sóng mạch thu được* $\lambda = \lambda_0\sqrt{\varepsilon}$.

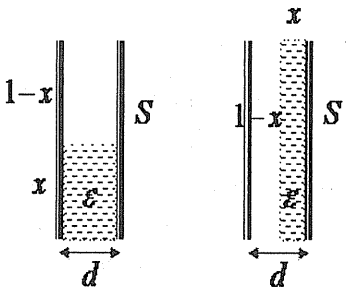
* *Nếu nhúng x phần trăm diện tích các bản tụ ngập vào trong điện môi lỏng (có hằng số điện môi ε) và các yếu tố khác không đổi thì bộ tụ C gồm hai tụ* C_1, C_2 *ghép song song:*

$C_1 = \dfrac{(1-x)S}{9.10^9.4\pi d} = (1-x)C_0$,

$C_2 = \dfrac{\varepsilon xS}{9.10^9.4\pi d} = \varepsilon xC_0$

$\Rightarrow C = C_1 + C_2 = (1-x+\varepsilon x)C_0$.

Bước sóng mạch thu được $\lambda = \lambda_0\sqrt{1-x+\varepsilon x}$.



* *Nếu ghép sát vào một bản tụ một tấm điện môi có hằng số điện môi ε có bề dày bằng x phần trăm bề dày của lớp không khí và các yếu tố khác không đổi thì bộ tụ C gồm hai tụ* C_1, C_2 *ghép nối tiếp:*

$C_1 = \dfrac{S}{9.10^9.4\pi(1-x)d} = \dfrac{C_0}{(1-x)}$ $C_2 = \dfrac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi xd} = \dfrac{\varepsilon C_0}{x} \Rightarrow$

$C = \dfrac{C_1C_2}{C_1+C_2} = \dfrac{\varepsilon}{x+\varepsilon(1-x)}C_0$. *Bước sóng mạch thu được* $\lambda = \lambda_0\sqrt{\dfrac{\varepsilon}{x+\varepsilon(1-x)}}$.

Ví dụ 6: Mạch dao động cuộn dây có độ tự cảm 10 (μH) và tụ điện phẳng không khí diện tích đối diện 36π (cm^2), khoảng cách giữa hai bản 1 mm. Tốc độ truyền sóng điện từ là 3.10^8 (m/s). Bước sóng điện từ cộng hưởng với mạch có giá trị

A. 60 (m). B. 6 (m). C. 16 (m). D. 6 (km).

Hướng dẫn

$C = \dfrac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d} = \dfrac{1.36\pi.10^{-4}}{9.10^9.4\pi.10^{-3}} = 10^{-10}(F)$

$\Rightarrow \lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} = 6\pi.10^8\sqrt{10.10^{-6}.10} \approx 60(m) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 7: Mạch dao động của một máy phát sóng vô tuyến gồm cuộn cảm và một tụ điện phẳng mà khoảng cách giữa hai bản tụ có thể thay đổi. Khi khoảng cách giữa hai bản tụ là 4,8 mm thì máy phát ra sóng có bước sóng 300 m, để máy phát ra sóng có bước sóng 240 m thì khoảng cách giữa hai bản phải tăng thêm

A. 6,0 (mm). B. 7,5 (mm). C. 2,7 (mm). D. 1,2 (mm).

Hướng dẫn

$\begin{cases} C = \dfrac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d} \\ \lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\dfrac{C_2}{C_1}} = \sqrt{\dfrac{d_1}{d_2}} \Rightarrow \dfrac{240}{300} = \sqrt{\dfrac{4,8}{d_2}} \Rightarrow d_2 = 7,5(mm)$

$\Rightarrow d_2 - d_1 = 2,7(mm) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 8: Mạch dao động cuộn dây và tụ điện phẳng không khí thì bước sóng điện từ cộng hưởng với mạch là 62 m. Nếu nhúng các bản tụ ngập chìm vào trong điện môi lỏng có hằng số điện môi ε = 2 thì bước sóng điện từ cộng hưởng với mạch là

A. 60 (m). B. 73,5 (m). C. 87,7 (m). D. 63,3 (km).

Hướng dẫn

$$C_0 = \frac{S}{9.10^9.4\pi d} \Rightarrow C = \frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d} = \varepsilon C_0 \Rightarrow \lambda' = \lambda\sqrt{\varepsilon} = 62\sqrt{2} \approx 87,7(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 9: Mạch dao động cuộn dây và tụ điện phẳng không khí thì bước sóng điện từ cộng hưởng với mạch là 60 m. Nếu nhúng một phần ba điện tích các bản tụ ngập vào trong điện môi lỏng có hằng số điện môi ε = 2 thì bước sóng điện từ cộng hưởng với mạch là

A. 60 (m). B. 73,5 (m). C. 69,3 (m). D. 6,6 (km).

Hướng dẫn

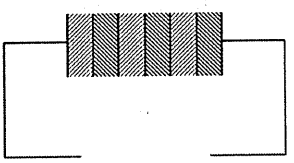
Cách 1: Bước sóng mạch thu được $\lambda = \lambda_0\sqrt{1 - x + \varepsilon x} = 60\sqrt{1 - \frac{1}{3} + 2.\frac{1}{3}} \approx 69,3(m)$.

Cách 2: $C_0 = \frac{S}{9.10^9.4\pi d} \Rightarrow \begin{cases} C_1 = \frac{\frac{2}{3}.S}{9.10^9.4\pi d} = \frac{2}{3}C_0 \\ C_2 = \frac{\varepsilon.\frac{1}{3}.S}{9.10^9.4\pi d} = \frac{2}{3}C_0 \end{cases} \xrightarrow{C_1 // C_2} C = C_1 + C_2 = \frac{4}{3}C_0$

$\Rightarrow \lambda' = \lambda\sqrt{\frac{4}{3}} = 60\sqrt{\frac{4}{3}} \approx 69,3(m) \Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý:

1) Nếu tụ xoay có cấu tạo gồm n tấm kim loại đặt cách đều nhau những khoảng d thì ta được bộ tụ gồm (n – 1) tụ giống nhau (mỗi tụ có điện dung $C_0 = \frac{\varepsilon S}{9.10^{10}.4\pi d}$*) ghép song song. Do đó, điện dung của bộ tụ:* $C = (n-1)C_0$.



2) Nếu bộ tụ cấu tạo gồm n tấm kim loại đặt cách đều nhau những khoảng d và hai tấm ngoài cùng được nối với mạch thì ta được bộ tụ gồm (n – 1) tụ giống nhau (mỗi tụ có điện dung $C_0 = \frac{\varepsilon S}{9.10^{10}.4\pi d}$*) ghép nối tiếp. Do đó, điện dung của bộ tụ:* $C = \frac{C_0}{(n-1)}$.

Ví dụ 10: Mạch dao động gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 5 (mH) và bộ tụ điện phẳng không khí gồm 19 tấm kim loại đặt song song đan xen nhau. Diện tích đối diện giữa hai tấm 3,14 (cm^2) và khoảng cách giữa hai tấm liên tiếp là 1 mm. Tốc độ truyền sóng điện từ là 3.10^8 (m/s). Bước sóng điện từ cộng hưởng với mạch có giá trị

A. 967 (m). B. 64 (m). C. 942 (m). D. 52 (m).

Hướng dẫn

Bộ tụ gồm (n – 1) tụ giống nhau ghép nối tiếp:

$$C = \frac{C_0}{n-1} = \frac{1}{18}\frac{1.3,14.10^{-4}}{9.10^9.4\pi.10^{-3}} \approx 1,542.10^{-13}(F)$$

$$\Rightarrow \lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} \approx 52,3(m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 11: Mạch dao động gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 5 (mH) và một tụ xoay không khí gồm 19 tấm kim loại đặt song song đan xen nhau. Diện tích đối diện giữa hai tấm 3,14 (cm^2) và khoảng cách giữa hai tấm liên tiếp là 1 mm. Tốc độ truyền sóng điện từ là 3.10^8 (m/s). Bước sóng điện từ cộng hưởng với mạch có giá trị

A. 967 (m). B. 64 (m). C. 942 (m). D. 52 (m).

Hướng dẫn

Bộ tụ gồm (n – 1) tụ giống nhau ghép song song:

$$C = 18C_0 = 18\frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d} = 18\frac{1.3,14.10^{-4}}{9.10^9.4\pi.10^{-3}} \approx 4,997.10^{-13}(F)$$

$$\Rightarrow \lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} \approx 942(m) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý: Nếu mắc cuộn cảm thuần L với các tụ C_1, C_2, $C_1//C_2$ và C_1 nt C_2 thì bước sóng mà mạch cộng hưởng lần lượt là:

$$\begin{cases} \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_1} \\ \lambda_2 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_2} \\ \lambda_{ss} = 6\pi.10^8\sqrt{L(C_1+C_2)} \\ \lambda_{nt} = 6\pi.10^8\sqrt{L\dfrac{C_1C_2}{C_1+C_2}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1^2 + \lambda_2^2 = \lambda_{ss}^2 \\ \dfrac{1}{\lambda_{nt}^2} = \dfrac{1}{\lambda_1^2} + \dfrac{1}{\lambda_2^2} \end{cases}$$

Ví dụ 12: Khi mắc tụ điện có điện dung C_1 với cuộn cảm L thì mạch thu sóng thu được sóng có bước sóng 100 m; khi mắc tụ điện có điện dung C_2 với cuộn cảm L thì mạch thu được sóng có bước sóng 75 m. Khi mắc C_1 song song với C_2 và song song với cuộn cảm L thì mạch thu được bước sóng là

A. λ = 175 m. B. λ = 66 m. C. λ = 60 m. D. λ = 125 m.

Hướng dẫn

$$\lambda_{ss} = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} = 125(m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 13: Khi mắc tụ điện có điện dung C_1 với cuộn cảm L thì mạch thu sóng thu được sóng có bước sóng 60 m; khi mắc tụ điện có điện dung C_2 với cuộn cảm L thì mạch thu được sóng có bước sóng 80 m. Khi mắc C_1 nối tiếp C_2 và nối với cuộn cảm L thì mạch thu được bước sóng là

A. $\lambda = 100$ m. B. $\lambda = 140$ m. C. $\lambda = 70$ m. D. $\lambda = 48$ m.

Hướng dẫn

$$\frac{1}{\lambda_{nt}^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2} \Rightarrow \lambda_{nt} = \frac{\lambda_1\lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}} = 48(m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 14: Mạch dao động của một máy phát vô tuyến điện có cuộn dây với độ tự cảm không đổi và tụ điện có điện dung thay đổi được. Khi điện dung của tụ điện là C_1 thì máy phát ra sóng điện từ có bước sóng 100 m. Để máy này có thể phát ra sóng có bước sóng 50 m người ta phải mắc thêm một tụ điện C_2 có điện dung

A. $C_2 = C_1/3$, nối tiếp với tụ C_1. B. $C_2 = 15C_1$, nối tiếp với tụ C_1.

C. $C_2 = C_1/3$, song song với tụ C_1. D. $C_2 = 15C_1$, song song với tụ C_1.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC_1} \\ \lambda' = 6\pi.10^8\sqrt{LC'} \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = \sqrt{\frac{C'}{C_1}} \Rightarrow \frac{50}{100} = \sqrt{\frac{C'}{C_1}} \Rightarrow C' = 0,25C_1 < C_1 \Rightarrow C' = C_1 nt C_2$$

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_2 = \frac{C_1C'}{C_1 - C'} = \frac{C_1}{3} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 15: Mạch dao động điện từ gồm cuộn dây có độ tự cảm L và một tụ điện có điện dung C. Khi $L = L_1$ và $C = C_1$ thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng λ. Khi $L = 3L_1$ và $C = C_2$ thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng là 2λ. Nếu $L = 3L_1$ và $C = C_1 + C_2$ thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng là

A. $\lambda\sqrt{3}$. B. 2λ. C. $\lambda\sqrt{7}$. D. 3λ.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{L_1C_1} = \lambda \Rightarrow C_1 = \dfrac{\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}.L_1} \\ \lambda_2 = 6\pi.10^8\sqrt{3L_1C_2} = 2\lambda \Rightarrow C_2 = \dfrac{4\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}.3L_1} \end{cases} \Rightarrow \lambda_t = 6\pi.10^8\sqrt{3L_1(C_1 + C_2)}$$

$$\Rightarrow \lambda_t = 6\pi.10^8\sqrt{3L_1\left(\frac{\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}.L_1} + \frac{4\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}.3L_1}\right)} = \lambda\sqrt{7} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý:

1) *Thời gian ngắn nhất từ lúc năng lượng điện trường cực đại ($i = 0$, $u = \pm U_0$, $q = \pm Q_0$) đến lúc năng lượng từ trường cực đại ($i = I_0$, $u = 0$, $q = 0$) là T/4.*
2) *Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà $W_L = W_C$ là T/4.*

3) Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp để các đại lượng q, u, i, E, B, W_L, W_C bằng 0 hoặc có độ lớn cực đại là T/2.

4) Nếu bài toán liên quan đến các khoảng thời gian khác thì sử dụng arccos, arcsin hoặc trục phân bố thời gian.

Ví dụ 16: Một mạch dao động LC có điện trở thuần không đáng kể. Cứ sau khoảng thời gian ngắn nhất 10 μs thì năng lượng điện trường trong tụ bằng không. Tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 (m/s). Mạch này có thể cộng hưởng được với sóng điện từ có bước sóng

A. 1200 m. B. 12 km. C. 6 km. D. 600 m.

Hướng dẫn

Khoảng thời gian hai lần liên tiếp năng lượng điện trường trong tụ bằng không là T/2 nên:

$$\frac{T}{2}=10.10^{-6}(s)\Rightarrow T=2.10^{-5}(s)\Rightarrow \lambda=3.10^8.T=6.10^3(m)\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 17: Mạch chọn sóng của một máy thu gồm một tụ điện và cuộn cảm. Khi thu được sóng điện từ có bước sóng λ, người ta nhận thấy khoảng thời gian hai lần liên tiếp điện áp trên tụ có giá trị bằng giá trị điện áp hiệu dụng là 5 (ns). Biết tốc độ truyền sóng điện từ là 3.10^8 (m/s). Bước sóng λ là

A. 5 m. B. 6 m. C. 3 m. D. 1,5 m.

Hướng dẫn

Hai lần liên tiếp điện áp trên tụ có giá trị bằng giá trị điện áp hiệu dụng chính là hai lần liên tiếp $W_L = W_C$ nên:

$$\frac{T}{4}=5.10^{-9}(s)\Rightarrow T=2.10^{-8}(s)\Rightarrow \lambda=c.T=6(m)\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 18: Mạch chọn sóng của một máy thu gồm một tụ điện và cuộn cảm. Khi thu được sóng điện từ có bước sóng λ, người ta nhận thấy khoảng thời gian ngắn nhất từ lúc điện áp trên tụ cực đại đến lúc chỉ còn nửa giá trị cực đại là 5 (ns). Biết tốc độ truyền sóng điện từ là 3.10^8 (m/s). Bước sóng λ là

A. 12 m. B. 6 m. C. 18 m. D. 9 m.

Hướng dẫn

$$\begin{cases}u_1=U_0\\ u_2=\dfrac{U_0}{2}\end{cases}\Rightarrow \Delta t=\frac{T}{6}=5.10^{-9}(s)\Rightarrow T=30.10^{-9}(s)\Rightarrow \lambda=cT=9(m)\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

2) Điều chỉnh mạch thu sóng

* Từ $\lambda=6\pi.10^8\sqrt{LC}\xrightarrow[C_1\le C\le C_2]{L_1\le L\le L_2}\begin{cases}\lambda_{min}=6\pi.10^8\sqrt{L_1C_1}\\ \lambda_{max}=6\pi.10^8\sqrt{L_2C_2}\end{cases}\Rightarrow \lambda_{min}\le\lambda\le\lambda_{max}$

* Từ công thức $\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} \Rightarrow$

$$\left[\begin{array}{l} L = \dfrac{\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}C} \begin{cases} L_1 = \dfrac{\lambda_1^2}{36\pi^2.10^{16}C} \\ L_2 = \dfrac{\lambda_2^2}{36\pi^2.10^{16}C} \end{cases} \\ C = \dfrac{\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}L} \begin{cases} C_1 = \dfrac{\lambda_1^2}{36\pi^2.10^{16}L} \\ C_2 = \dfrac{\lambda_2^2}{36\pi^2.10^{16}L} \end{cases} \end{array}\right.$$

Ví dụ 1: Mạch dao động điện từ gồm cuộn dây có độ tự cảm 2,5/π (μH) và một có điện dung thay đổi từ 10/π (pF) đến 160/π (pF). Tốc độ truyền sóng điện từ là 3.10^8 (m/s). Mạch trên có thể bắt được sóng điện từ có bước sóng nằm trong khoảng nào?

A. 2 m ≤ λ ≤ 12 m. B. 3 m ≤ λ ≤ 12 m.

C. 2 m ≤ λ ≤ 15 m. D. 3 m ≤ λ ≤ 15 m.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_1} = 3(m) \\ \lambda_2 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_2} = 12(m) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 2: Mạch chọn sóng gồm cuộn dây có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C biến thiên từ 56 pF đến 667 pF. Muốn mạch chỉ thu được sóng điện từ có bước sóng từ 40 m đến 2600 m thì cuộn cảm trong mạch phải có độ tự cảm nằm trong giới hạn nào?

A. 0,22 μH đến 79,23 μH. B. 4 μH đến 2,86 mH.

C. 8 μH đến 2,86 mH. D. 8 μH đến 1,43 mH.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \lambda_{min} = 6\pi.10^8\sqrt{L_1C_1} \Rightarrow 40 = 6\pi.10^8\sqrt{L_1.56.10^{-12}} \Rightarrow L_1 \approx 0,22.10^{-6}(H) \\ \lambda_{max} = 6\pi.10^8\sqrt{L_2C_2} \Rightarrow 2600 = 6\pi.10^8\sqrt{L_2.667.10^{-12}} \Rightarrow L_1 \approx 79,23.10^{-6}(H) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 3: Một mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn cảm có độ tự cảm L biến thiên từ 0,3 μH đến 12 μH và một tụ điện có điện dung biến thiên từ 20 pF đến 800 pF. Tốc độ truyền sóng điện từ là 3.10^8 (m/s). Máy này có thể bắt được sóng điện từ có bước sóng nhỏ nhất là

A. 4,6 m. B. 285 m. C. 540 m. D. 185 m.

Hướng dẫn

$$\lambda_{min} = 6\pi.10^8\sqrt{L_1C_1} = 6\pi.10^8\sqrt{0,3.10^{-6}.20.10^{-12}} \approx 4,6(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 4: Mạch chọn sóng của một máy thu gồm một tụ điện có điện dung $4/(9\pi^2)$ (pF) và cuộn cảm có độ tự cảm biến thiên. Tốc độ truyền sóng điện từ là 3.10^8 (m/s). Để có thể bắt được sóng điện từ có bước sóng 100 (m) thì độ tự cảm cuộn dây bằng bao nhiêu?

A. 0,0615 H. B. 0,0625 H. C. 0,0635 H. D. 0,0645 H.

Hướng dẫn

$$\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} \Rightarrow L = \frac{\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}C} = 0,0625(H) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 5: Mạch chọn sóng của một máy thu gồm một tụ điện xoay và cuộn cảm có độ tự cảm $25/(288\pi^2)$ (μH). Tốc độ truyền sóng điện từ là 3.10^8 (m/s). Để có thể bắt được dải sóng bước sóng từ 10 m đến 50 m thì điện dung biến thiên trong khoảng nào?

A. 3 pF – 8 pF. B. 3 pF – 80 pF.

C. 3,2 pF – 80 pF. D. 3,2 nF – 80 nF.

Hướng dẫn

$$\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} \Rightarrow C = \frac{\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}L}\begin{cases} C_1 = \dfrac{\lambda_1^2}{36\pi^2.10^{16}L} = 3,2.10^{-9}(F) \\ C_2 = \dfrac{\lambda_2^2}{36\pi^2.10^{16}L} = 80.10^{-9}(F) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 6: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một tụ điện có điện dung 100 (pF) và cuộn cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Để thu được sóng điện từ thuộc dải sóng cực ngắn thì L thay đổi trong phạm vi nào?

A. 0,028 pH đến 0,28 μH. B. 0,28 pH đến 2,8 μH.

C. 0,28 pH đến 0,28 μH. D. 0,028 pH đến 2,8 μH.

Hướng dẫn

$$L = \frac{\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}C}\begin{cases} L_1 = \dfrac{\lambda_1^2}{36\pi^2.10^{16}C} = \dfrac{0,01^2}{36\pi^2.10^{16}.100.10^{-12}} \approx 0,28.10^{-12}(H) \\ L_2 = \dfrac{\lambda_2^2}{36\pi^2.10^{16}C} = \dfrac{10^2}{36\pi^2.10^{16}.100.10^{-12}} \approx 0,28.10^{-6}(H) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 7: Mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến điện gồm cuộn dây có độ tự cảm L và một tụ điện xoay có điện dung biến thiên từ 10 pF đến 810 pF. Khi điều chỉnh điện dung của tụ đến giá trị 160 pF thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng 40 m. Mạch trên có thể thu được sóng điện từ có bước sóng từ

A. 5 m đến 160 m. B. 10 m đến 80 m.

C. 10 m đến 90 m. D. 5 m đến 80 m.

Hướng dẫn

$$\begin{cases}\lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_1}\\ \lambda_2 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_2}\\ \lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}\lambda_1 = \lambda\sqrt{\dfrac{C_1}{C}} = 40\sqrt{\dfrac{10}{160}} = 10(m)\\ \lambda_2 = \lambda\sqrt{\dfrac{C_2}{C}} = 40\sqrt{\dfrac{810}{160}} = 90(m)\end{cases} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý: Suất điện động hiệu dụng trong mạch

$$E = \frac{\omega NB_0S}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}\frac{NB_0S}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$$

Ví dụ 8: Dùng một mạch dao động LC lí tưởng để thu cộng hưởng sóng điện từ, trong đó cuộn dây có độ tự cảm L không đổi, tụ điện có điện dung C thay đổi được. Mỗi sóng điện từ đều tạo ra trong mạch dao động một suất điện động cảm ứng. Xem rằng các sóng điện từ có biên độ cảm ứng từ đều bằng nhau. Khi điện dung của tụ điện $C_1 = 2.10^{-6}$ F thì suất điện động cảm ứng hiệu dụng trong mạch do sóng điện từ tạo ra là $E_1 = 4$ μmV. Khi điện dung của tụ điện $C_2 = 8.10^{-6}$ F thì suất điện động cảm ứng hiệu dụng do sóng điện từ tạo ra là

A. 0,5 μV. B. 1 μV. C. 1,5 μV. D. 2 μV.

Hướng dẫn

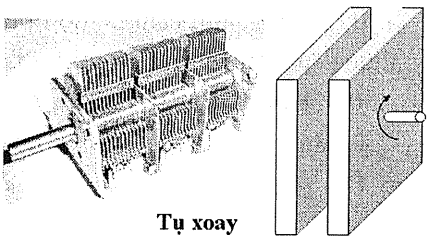
$$E = \frac{\omega NB_0S}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}\frac{NB_0S}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \Rightarrow E_2 = E_1\sqrt{\frac{C_1}{C_2}} = 2(\mu V) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

2) Tụ xoay

Điện dung của tụ là hàm bậc nhất của góc xoay: $C = a\alpha + b$.

Phạm vi thay đổi:

$$\begin{cases}\alpha_1 \le \alpha \le \alpha_2\\ C_1 \le C \le C_2\end{cases}$$



Tụ xoay

$$\begin{cases}\alpha = \alpha_1 \Rightarrow C = C_1 \Rightarrow C_1 = a\alpha_1 + b \Rightarrow C - C_1 = a(\alpha - \alpha_1)\\ \alpha = \alpha_2 \Rightarrow C = C_2 \Rightarrow C_2 = a\alpha_2 + b \Rightarrow C_2 - C_1 = a(\alpha_2 - \alpha_1)\end{cases} \Rightarrow \frac{C - C_1}{C_2 - C_1} = \frac{\alpha - \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1}$$

Ví dụ 1: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn dây có độ tự cảm $1/(108\pi^2)$ (mH) và một tụ xoay. Tụ xoay có điện dung thay đổi từ C_1 đến C_2 khi góc xoay α biến thiên từ 0^0 đến 90^0. Nhờ vậy mạch thu sóng có thể thu được các sóng nằm trong dải từ 10 (m) đến 20 (m). Biết điện dung của tụ điện là hàm bậc nhất của góc xoay. Viết biểu thức sự phụ thuộc điện dung theo góc xoay α.

A. C = α + 30 (pF). B. C = α + 20 (pF).

C. C = 2α + 30 (pF). D. C = 2α + 20 (pF).

Hướng dẫn

$$\begin{cases}\lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_1} = 10(m) \Rightarrow C_1 = 30(pF)\\ \lambda_2 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_2} = 20(m) \Rightarrow C_2 = 120(pF)\end{cases}$$

Áp dụng: $\frac{C-C_1}{C_2-C_1} = \frac{\alpha-\alpha_1}{\alpha_2-\alpha_1} \Rightarrow \frac{C-30}{120-C_1} = \frac{\alpha-0}{90-0} \Rightarrow C = \alpha + 30 \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến điện gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm 20 (μH) và một tụ điện xoay có điện dung (điện dung là hàm bậc nhất của góc xoay) biến thiên từ 10 pF đến 500 pF khi góc xoay biến thiên từ 0^0 đến 180^0. Khi góc xoay của tụ bằng 90^0 thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng bao nhiêu?

A. 107 m. B. 188 m. C. 135 m. D. 226 m.

Hướng dẫn

Áp dụng: $\frac{C-C_1}{C_2-C_1} = \frac{\alpha-\alpha_1}{\alpha_2-\alpha_1} \Rightarrow \frac{C-10}{500-10} = \frac{\alpha-0}{180-0} \Rightarrow C = \frac{25}{9}\alpha + 10(pF)$

Cho $\alpha = 90^0$: $C = \frac{25}{9}.90 + 10 = 260(pF) \Rightarrow \lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} \approx 135(m) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn dây có độ tự cảm $1/(108\pi^2)$ (mF) và một tụ xoay. Tụ xoay có điện dung biến thiên theo góc xoay $C = \alpha + 30$ (pF). Cho tốc độ ánh sáng trong không khí 3.10^8 (m/s). Để thu được sóng điện từ có bước sóng 15 (m) thì góc xoay bằng bao nhiêu?

A. $35,5^0$. B. $36,5^0$. C. $37,5^0$. D. $38,5^0$.

Hướng dẫn

$$\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} \Rightarrow C = \frac{\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}L} = 67,5(pF) \Rightarrow \alpha = C - 30 = 37,5^0 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý:

1) Từ hệ thức: $\frac{C-C_1}{C_2-C_1} = \frac{\alpha-\alpha_1}{\alpha_2-\alpha_1} \Rightarrow \frac{C_3-C_1}{C_2-C_1} = \frac{\alpha_3-\alpha_1}{\alpha_2-\alpha_1}$.

2) Từ công thức: $\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC} \Rightarrow C = \frac{\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}L}$, *C tỉ lệ với* λ^2 *nên ta có thể thay C bởi* λ^2: $\frac{\lambda_3^2-\lambda_1^2}{\lambda_2^2-\lambda_1^2} = \frac{\alpha_3-\alpha_1}{\alpha_2-\alpha_1}$.

3) Từ công thức: $C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$, *C tỉ lệ với* f^2 *nên trong hệ thức trên ta có thể thay C bởi* f^2: $\frac{f_3^{-2}-f_1^{-2}}{f_2^{-2}-f_1^{-2}} = \frac{\alpha_3-\alpha_1}{\alpha_2-\alpha_1}$.

Ví dụ 4: Một mạch chọn sóng gồm một cuộn cảm thuần L và một tụ điện là tụ xoay, có điện dung thay đổi được theo quy luật hàm số bậc nhất của góc xoay α của bản linh động. Khi lần lượt cho $\alpha = 0^0$ và $\alpha = 120^0$ thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng tương ứng 15 m và 25 m. Khi $\alpha = 80^0$ thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng là

A. 24 m. B. 20 m. C. 18 m. D. 22 m.

Hướng dẫn

Áp dụng: $\dfrac{\lambda_3^2-\lambda_1^2}{\lambda_2^2-\lambda_1^2}=\dfrac{\alpha_3-\alpha_1}{\alpha_2-\alpha_1}\Rightarrow\dfrac{\lambda_3^2-15^2}{25^2-15^2}=\dfrac{80-0}{120-0}\Rightarrow\lambda_3\approx 22(m)\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 5: (ĐH-2012) Một mạch dao động gồm một cuộn cảm thuần có độ tự cảm xác định và một tụ điện là tụ xoay, có điện dung thay đổi được theo quy luật hàm số bậc nhất của góc xoay α của bản linh động. Khi $\alpha = 0^0$, tần số dao động riêng của mạch là 3 MHz. Khi $\alpha = 120^0$, tần số dao động riêng của mạch là 1 MHz. Để mạch này có tần số dao động riêng bằng 1,5 MHz thì α bằng

A. 30^0. B. 45^0. C. 60^0. D. 90^0.

Hướng dẫn

Áp dụng: $\dfrac{f_3^{-2}-f_1^{-2}}{f_2^{-2}-f_1^{-2}}=\dfrac{\alpha_3-\alpha_1}{\alpha_2-\alpha_1}\Rightarrow\dfrac{\alpha_3-0}{120^0-0}=\dfrac{1{,}5^{-2}-3^{-2}}{1^{-2}-3^{-2}}\Rightarrow\alpha_3=45^0$

$\Rightarrow$ Chọn B.

3) Mạch thu sóng có ghép thêm tụ xoay

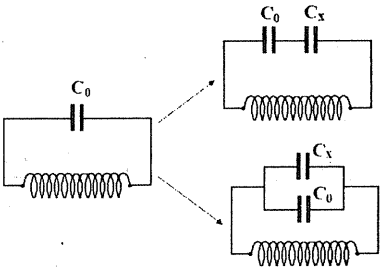
Mạch LC_0 thu được bước sóng: $\lambda_0 = 6\pi.10^6\sqrt{LC_0}$.

Mạch L(C_0 ghép với C_x) thu được bước sóng: $\lambda = 6\pi.10^6\sqrt{LC_b}$.

Nếu $\lambda < \lambda_0 \Leftrightarrow C_b > C_0$ thì C_0 ghép song song C_x: $C_b = C_0 + C_x \Rightarrow C_x = C_b - C_0$.

Nếu $\lambda < \lambda_0 \Leftrightarrow C_b < C_0$ thì C_0 ghép nối tiếp C_x:

$\dfrac{1}{C_b}=\dfrac{1}{C_0}+\dfrac{1}{C_x}\Rightarrow C_x=\dfrac{C_0C_b}{C_0-C_b}$.



* Nếu cho λ_1, λ_2 thì từ $\lambda = 6\pi.10^6\sqrt{LC_b} \Rightarrow C_b=\dfrac{\lambda^2}{36\pi^2.10^{16}L}\begin{cases}C_{b1}=\dfrac{\lambda_1^2}{36\pi^2.10^{16}L}\\ C_{b2}=\dfrac{\lambda_2^2}{36\pi^2.10^{16}L}\end{cases}$

\+ Nếu $C_{b1}, C_{b2} > C_0$ thì bộ tụ ghép song song $\Rightarrow\begin{cases}C_{x1}=C_{b1}-C_0\\ C_{x2}=C_{b2}-C_0\end{cases}$

+ Nếu $C_{b1}, C_{b2} < C_0$ thì bộ tụ ghép nối tiếp $\Rightarrow \begin{cases} C_{x1} = \dfrac{C_0 C_{b1}}{C_0 - C_{b1}} \\ C_{x2} = \dfrac{C_0 C_{b2}}{C_0 - C_{b2}} \end{cases}$

Ví dụ 1: Mạch chọn sóng của một máy thu gồm một tụ điện có điện dung 100 (pF) và cuộn cảm có độ tự cảm $1/\pi^2$ (μH). Để có thể bắt được sóng điện từ có bước sóng từ 12 (m) đến 18 (m) thì cần phải ghép thêm một tụ điện có điện dung biến thiên. Điện dung tụ xoay biến thiên trong khoảng nào?

A. 0,3 nF ≤ C ≤ 0,8 nF. B. 0,4 nF ≤ C ≤ 0,8 nF.

C. 0,3 nF ≤ C ≤ 0,9 nF. D. 0,4 nF ≤ C ≤ 0,9 nF.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} C_{b1} = \dfrac{\lambda_1^2}{36\pi^2.10^{16}L} = \dfrac{12^2}{36\pi^2.10^{16}\dfrac{10^{-6}}{\pi^2}} = 0,4.10^{-9}(F) = 0,4(nF) > C_0 \\ C_{b2} = \dfrac{\lambda_2^2}{36\pi^2.10^{16}L} = \dfrac{18^2}{36\pi^2.10^{16}\dfrac{10^{-6}}{\pi^2}} = 0,9.10^{-9}(F) = 0,9(nF) > C_0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow C_0 // C_x \Rightarrow C_x = C_b - C_0 \begin{cases} C_{x1} = C_{b1} - C_0 = 0,3(nF) \\ C_{x2} = C_{b2} - C_0 = 0,8(nF) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 2: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm cuộn dây có hệ số tự cảm $0,1/\pi^2$ (μH) và một tụ điện có điện dung 10 (nF). Để có thể bắt được sóng điện từ có bước sóng nằm trong khoảng từ 12 (m) đến 18 (m) thì cần phải mắc thêm một tụ xoay. Điện dung của tụ xoay biến thiên trong khoảng nào?

A. 20 nF ≤ C ≤ 80 nF. B. 20 nF ≤ C ≤ 90 nF.

C. 20/3 nF ≤ C ≤ 90 nF. D. 20/3 nF ≤ C ≤ 80 nF.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} C_{b1} = \dfrac{\lambda_1^2}{36\pi^2.10^{16}L} = \dfrac{12^2}{36\pi^2.10^{16}\dfrac{0,1.10^{-6}}{\pi^2}} = 4(nF) < C_0 \\ C_{b2} = \dfrac{\lambda_2^2}{36\pi^2.10^{16}L} = \dfrac{18^2}{36\pi^2.10^{16}\dfrac{0,1.10^{-6}}{\pi^2}} = 9(nF) < C_0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow C_0 nt C_x \Rightarrow C_x = \frac{C_0 C_b}{C_0 - C_b} \begin{cases} C_{x1} = \dfrac{C_0 C_{b1}}{C_0 - C_{b1}} = \dfrac{20}{3}(nF) \\ C_{x2} \dfrac{C_0 C_{b2}}{C_0 - C_{b2}} = 90(nF) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 3: (ĐH-2010) Mạch dao động dùng để chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm tụ điện có điện dung C_0 và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Máy này thu được sóng điện từ có bước sóng 20 m. Để thu được sóng điện từ có bước sóng 60 m, phải mắc song song với tụ điện C_0 của mạch dao động với một tụ điện có điện dung

A. $C = 2C_0$. B. $C = C_0$. C. $C = 8C_0$. D. $C = 4C_0$.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{LC_0} = 20 \\ \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{L(C_0+C)} = 60 \end{cases} \Rightarrow \sqrt{\frac{C_0+C}{C_0}} = 3 \Rightarrow C = 8C_0 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý: Nếu bài toán cho λ_1, λ_2 để tìm L và C_0 thì từ công thức: $\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{LC_0}$

1) Ghép song song

$$\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{L(C_0+C_x)} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{L(C_0+C_{x1})} \\ \lambda_2 = 6\pi.10^8\sqrt{L(C_0+C_{x2})} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\dfrac{C_0+C_2}{C_0+C_1}} \Rightarrow C_0 \\ L = \dfrac{\lambda_1^2}{4\pi^2.9.10^{16}.(C_0+C_1)} \end{cases}$$

2) Ghép nối tiếp

$$\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{L\frac{C_0C_x}{C_0+C_x}} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{L\dfrac{C_0C_{x1}}{C_0+C_{x1}}} \\ \lambda_2 = 6\pi.10^8\sqrt{L\dfrac{C_0C_{x2}}{C_0+C_{x2}}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\dfrac{C_2(C_0+C_1)}{C_1(C_0+C_2)}} \Rightarrow C_0 \\ L = \dfrac{\lambda_1^2(C_0+C_1)}{36\pi^2.10^{16}.C_0C_1} \end{cases}$$

Ví dụ 4: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn dây có độ tự cảm L và một bộ tụ điện gồm tụ điện cố định C_0 mắc song song với một tụ xoay C. Tụ xoay có điện dung thay đổi từ 10 (pF) đến 250 (pF). Nhờ vậy mạch thu có thể thu được các sóng có bước sóng từ 10 (m) đến 30 (m). Xác định độ tự cảm L.

A. 0,84 (μH). B. 0,93 (μH). C. 0,94 (μH). D. 0,74 (μH).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{L(C_0+C_1)} = 10 \\ \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{L(C_0+C_2)} = 30 \end{cases} \Rightarrow \sqrt{\frac{C_0+C_2}{C_0+C_1}} = 3 \Rightarrow C_0 = 20\,(pF)$$

$$\Rightarrow L = \frac{\lambda_1^2}{36\pi^2.10^{16}(C_0+C_1)} \approx 0{,}94.10^{-6}\,(H) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 5: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn dây có độ tự cảm L và một bộ tụ điện gồm tụ điện cố định C_0 mắc nối tiếp với một tụ xoay C. Tụ xoay có điện dung thay đổi từ 1/23 (pF) đến 0,5 (pF). Nhờ vậy mạch thu có thể thu được các sóng có bước sóng từ λ đến 2,5λ. Xác định C_0.

A. 0,25 (pF). B. 0,5 (pF). C. 10 (pF). D. 0,3 (pF).

Hướng dẫn

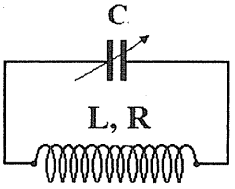
$$\begin{cases} \lambda_1 = 6\pi.10^8\sqrt{L\dfrac{C_0C_1}{C_0+C_1}} \\ \lambda_2 = 6\pi.10^8\sqrt{L\dfrac{C_0C_2}{C_0+C_2}} \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{(C_0+C_1)C_2}{(C_0+C_2)C_1}} \Rightarrow C_0 = 0,5.10^{-12}\,(pF)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

4) Mạch thu sóng có điện trở

Khi mạch thu được sóng điện từ có bước sóng λ thì trong mạch có hiện tượng cộng hưởng với sóng này:

Tần số góc: $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = 2\pi f = \dfrac{6\pi.10^8}{\lambda}$



Dòng điện hiệu dụng cực đại khi thu được sóng λ:

$$I_{max} = \frac{E}{Z_{min}} = \frac{E}{R}$$

Công suất mạch nhận được khi đó: $P = UI_{max} = EI_{max} = \dfrac{E^2}{R}$

Ví dụ 1: Mạch chọn sóng có điện trở thuần 0,65 (mΩ). Nếu khi bắt được sóng điện từ mà suất điện động hiệu dụng trong khung là 1,3 (μV) thì dòng điện hiệu dụng trong mạch là bao nhiêu?

A. 0,4 A. B. 0,002 A. C. 0,2 A. D. 0,001 A.

Hướng dẫn

$$I_{max} = \frac{E}{Z_{min}} = \frac{E}{R} = \frac{1,3.10^{-6}}{0,65.10^{-3}} = 2.10^{-3}\,(A)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 2: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn cảm có độ tự cảm 4 (μH) có điện trở 0,01 Ω và một tụ xoay. Sau khi bắt được sóng điện từ có bước sóng 25 (m) thì mạch nhận được công suất 1 μW. Tính suất điện động hiệu dụng trong cuộn cảm và cường độ hiệu dụng trong mạch lần lượt là

A. 0,1 mV và 0,01 A. B. 0,1 mV và 0,002 A.

C. 0,2 mV và 0,02 A. D. 0,2 mV và 0,002 A.

Hướng dẫn

$$P = EI_{max} = \frac{E^2}{R} \Rightarrow \begin{cases} E = \sqrt{PR} = 10^{-4}\,(V) \\ I_{max} = \dfrac{E}{R} = 0,01(A) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 3: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn dây và một tụ xoay. Giả sử khi thu được sóng điện từ có bước sóng 20 (m) mà suất điện động hiệu dụng trong cuộn dây là 0,75 (μV) thì tần số góc và dòng điện cực đại chạy trong mạch là bao nhiêu? Biết điện trở thuần của mạch là 0,015 (mΩ).

A. $3\pi.10^7$ rad/s và $50\sqrt{2}$ mA. B. $3\pi.10^7$ rad/s và 50 mA.

C. $3\pi.10^8$ rad/s và $50\sqrt{2}$ mA. D. $3\pi.10^6$ rad/s và $5\sqrt{2}$ mA.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = 2\pi f = \dfrac{6\pi.10^8}{\lambda} = 3\pi.10^7\ (rad/s) \\ I_{0\max} = \dfrac{E\sqrt{2}}{R} = 0,05\sqrt{2}\,(A) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Sau khi thu được sóng điện từ có tần số ω, bước sóng λ, nếu ta xoay nhanh tụ để điện dung thay đổi một lượng rất nhỏ (dung kháng tăng vọt), tổng trở tăng lên rất lớn:

$$Z = \sqrt{\underbrace{R^2}_{\text{rất nhỏ}} + \underbrace{\left(\omega L - \frac{1}{\omega(C+\Delta C)}\right)^2}_{\text{rất lớn}}} \approx \left|\omega L - \frac{1}{\omega C}\underbrace{\left(1+\frac{\Delta C}{C}\right)^{-1}}_{\approx 1-\frac{\Delta C}{C}}\right| \approx \frac{|\Delta C|}{\omega C^2}$$

Nếu suất điện động hiệu dụng không đổi nhưng dòng hiệu dụng giảm n lần thì tổng trở tăng n lần, tức là: $Z = nR$ hay $\dfrac{|\Delta C|}{\omega C^2} = nR$

Ví dụ 4: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn dây và một tụ xoay. Điện trở thuần của mạch là 1 (mΩ). Khi điều chỉnh điện dung của tụ 1 (μF) và bắt được sóng điện từ có tần số góc 10000 (rad/s) thì xoay nhanh tụ để suất điện động không đổi nhưng cường độ hiệu dụng dòng điện thì giảm xuống 1000 (lần). Hỏi điện dung tụ thay đổi một lượng bao nhiêu?

A. 0,005 (μF). B. 0,02 (μF). C. 0,01 (μF). D. 0,03 (μF).

Hướng dẫn

Áp dụng: $|\Delta C| = nR\omega C^2 = 1000.10^{-3}.10000.10^{-12} = 0,01.10^{-6}\,(F) \Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Tính ω và C từ công thức $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = 2\pi f = \dfrac{6\pi.10^8}{\lambda}$

Ví dụ 5: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn dây có độ tự cảm 2,5 (μH) và một tụ xoay. Điện trở thuần của mạch là 1,3 (mΩ). Sau khi bắt được sóng điện từ có bước sóng 21,5 (m) thì xoay nhanh tụ để suất điện động không đổi nhưng cường độ hiệu dụng dòng điện thì giảm xuống 1000 (lần). Hỏi điện dung tụ thay đổi bao nhiêu?

A. 0,33 (pF). B. 0,32 (pF). C. 0,31 (pF). D. 0,3 (pF).

Hướng dẫn

$$\omega = \frac{6\pi.10^8}{\lambda} = 87,67.10^6\left(rad/s\right) \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} \approx 52.10^{-12}\left(F\right)$$

$$\left|\Delta C\right| = nR\omega C^2 = 1000.1,3.10^{-3}.87,67.10^6.5,2^2.10^{-24} = 0,31.10^{-12}\left(F\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Lúc này mạch cộng hưởng với sóng điện từ có bước sóng:

$$\begin{cases} \lambda' = 6\pi.10^8\sqrt{L\left(C+\left|\Delta C\right|\right)} \text{ nếu C tăng} \\ \lambda' = 6\pi.10^8\sqrt{L\left(C-\left|\Delta C\right|\right)} \text{ nếu C giảm} \end{cases}$$

Ví dụ 6: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn dây có độ tự cảm 2 (μH) và một tụ xoay. Điện trở thuần của mạch là 1 (mΩ). Sau khi bắt được sóng điện từ có bước sóng 19,2 (m) thì xoay nhanh tụ tăng điện dung để suất điện động không đổi nhưng cường độ hiệu dụng dòng điện thì giảm xuống 1000 (lần). Xác định bước sóng mà mạch có thể bắt được lúc này.

A. 19,15 (m) B. 19,26 (m) C. 19,25 (m) D. 19,28 (m)

Hướng dẫn

$$\omega = 2\pi\frac{3.10^8}{\lambda} \approx 98,17.10^6\left(rad/s\right) \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = 51,88.10^{-12}\left(F\right)$$

$$\left|\Delta C\right| = nR\omega C^2 = 1000.10^{-3}.98,17.10^6.\left(51,88.10^{-12}\right)^2 = 0,26.10^{-12}\left(F\right)$$

$$\lambda = 6\pi.10^8\sqrt{L\left(C-\left|\Delta C\right|\right)} = 6\pi.10^8\sqrt{2.10^{-6}\left(51,88.10^{-12}-0,26.10^{-12}\right)} \approx 19,15\left(m\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Chủ đề 7. HIỆN TƯỢNG TÁN SẮC ÁNH SÁNG

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN NGUYÊN NHÂN CỦA HIỆN TƯỢNG TÁN SẮC

Phương pháp giải

- Chiết suất tuyệt đối của môi trường trong suốt: $n=\frac{c}{v}=\frac{cT}{vT}=\frac{\lambda}{\lambda'}$ *(λ và λ' là bước sóng trong chân không và trong môi trường đó).*
- Sự tán sắc ánh sáng là sự phân tách một chùm ánh sáng phức tạp thành các chùm sáng đơn sắc.
- Chiết suất của môi trường trong suốt phụ thuộc màu sắc của ánh sáng và tăng dần từ màu đỏ đến màu tím: $n_{đỏ} < n_{da\ cam} < n_{vàng} < n_{lục} < n_{lam} < n_{chàm} < n_{tím}$.
- Hiện tượng tán sắc chỉ xảy ra khi chùm sáng phức tạp bị khúc xạ (chiếu xiên) qua mặt phân cách giữa hai môi trường có chiết suất khác nhau:
- Tia đỏ lệch ít nhất (góc lệch nhỏ nhất, góc khúc xạ lớn nhất) và tia tím lệch nhiều nhất (góc lệch lớn nhất, góc khúc xạ nhỏ nhất).
- Chiết suất phụ thuộc vào bước sóng $n=a+\frac{b}{\lambda^2}$ (a, b là các hằng số phụ thuộc môi trường và λ là bước sóng trong chân không).

Ví dụ 1: Bước sóng trong chân không của ánh sáng đỏ là 0,75 μm, của ánh sáng tím là 0,4 μm. Tính bước sóng của các ánh sáng đó trong thuỷ tinh, biết chiết suất của thuỷ tinh đối với tia đỏ là 1,5 và đối với tia tím là 1,54.

Hướng dẫn

Khi sóng truyền từ môi trường này sang môi trường khác, thì vận tốc truyền và bước sóng của nó thay đổi, nhưng tần số của nó không bao giờ thay đổi.

Bước sóng của ánh sáng có tần số f trong môi trường: $\lambda=\frac{v}{f}$ (với v là tốc độ của ánh sáng trong môi trường đó).

Trong chân không, tốc độ ánh sáng là c, tần số vẫn là f và bước sóng trở thành: $\lambda=\frac{c}{f}$. Bước sóng ánh sáng trong môi trường: $\lambda'=\frac{\lambda}{n}$ (với n là chiết suất tuyệt đối của môi trường đó).

+ Bước sóng của ánh sáng đỏ trong thuỷ tinh: $\lambda'_d=\frac{\lambda_d}{n}=\frac{0,75}{1,50}=0,50\,(\mu m)$.

+ Bước sóng của ánh sáng tím trong thuỷ tinh: $\lambda'_t=\frac{\lambda_t}{n}=\frac{0,4}{1,54}\approx 0,26\,(\mu m)$.

Ví dụ 2: Một bức xạ đơn sắc có tần số 4.10^{14} Hz. Biết chiết suất của thuỷ tinh đối với bức xạ trên là 1,5 và tốc độ ánh sáng trong chân không bằng 3.10^8 m/s. Bước sóng của nó trong thuỷ tinh là

A. 0,64 μm. B. 0,50 μm. C. 0,55 μm. D. 0,75 μm.

Hướng dẫn

$$v = \frac{c}{n} \Rightarrow \lambda' = \frac{v}{f} = \frac{c}{nf} = \frac{3.10^8}{1,5.4.10^{14}} = 0,5.10^{-6}(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: Một bức xạ đơn sắc có bước sóng trong thuỷ tinh là 0,28 μm, chiết suất của thuỷ tinh đối với bức xạ đó là 1,5. Bức xạ này là

A. tia tử ngoại. B. tia hồng ngoại. C. ánh sáng chàm. D. ánh sáng tím.

Hướng dẫn

$$n = \frac{\lambda}{\lambda'} \Rightarrow \lambda = n\lambda' = 1,5.0,28 = 0,42(\mu m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Để xác định loại tia ta căn cứ vào bước sóng ánh sáng trong chân không: Tia hồng ngoại (10^{-3} m – 0,76 μm), ánh sáng nhìn thấy (0,76 μm - 0,38 μm), tia tử ngoại (0,38 μm – 10^{-9} m), tia X (10^{-8} m - 10^{-11} m) và tia gama (dưới 10^{-11} m).

Ví dụ 4: Chiết suất của một môi trường trong suốt phụ thuộc bước sóng ánh sáng trong chân không theo công thức: $n = 1,1 + 10^5/\lambda^2$, trong đó λ tính bằng nm. Nếu chiết suất của tia đỏ là 1,28 thì bước sóng của tia này là

A. 745 nm. B. 640 nm. C. 750 nm. D. 760 nm.

Hướng dẫn

$$n = 1,1 + \frac{10^5}{\lambda^2} \Rightarrow 1,28 = 1,1 + \frac{10^5}{\lambda^2} \Rightarrow \lambda = 745(nm) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: (ĐH-2007) Từ không khí người ta chiếu xiên tới mặt nước nằm ngang một chùm tia sáng hẹp song song gồm hai ánh sáng đơn sắc: màu vàng, màu chàm. Khi đó chùm tia khúc xạ

A. vẫn chỉ là một chùm tia sáng hẹp song song.

B. gồm hai chùm tia sáng hẹp là chùm màu vàng và chùm màu chàm, trong đó góc khúc xạ của chùm màu vàng nhỏ hơn góc khúc xạ của chùm màu chàm.

C. gồm hai chùm tia sáng hẹp là chùm màu vàng và chùm màu chàm, trong đó góc khúc xạ của chùm màu vàng lớn hơn góc khúc xạ của chùm màu chàm.

D. chỉ là chùm tia màu vàng còn chùm tia màu chàm bị phản xạ toàn phần.

Hướng dẫn

Trong hiện tượng tán sắc thì góc lệch thỏa mãn:

$D_{đỏ} < D_{da\ cam} < D_{vàng} < D_{lục} < D_{lam} < D_{chàm} < D_{tím}$. Do đó, góc khúc xạ thỏa mãn:

$r_{đỏ} > r_{da\ cam} > r_{vàng} > r_{lục} > r_{lam} > r_{chàm} > r_{tím}$

$\Rightarrow$ **Chọn C.**

Ví dụ 6: (ĐH-2012) Chiếu xiên từ không khí vào nước một chùm sáng song song rất hẹp (coi như một tia sáng) gồm ba thành phần đơn sắc: đỏ, lam và tím. Gọi $r_đ$, $r_ℓ$, r_t lần lượt là góc khúc xạ ứng với tia màu đỏ, tia màu lam và tia màu tím. Hệ thức đúng là

A. $r_ℓ = r_t = r_đ$. B. $r_t < r_ℓ < r_đ$. C. $r_đ < r_ℓ < r_t$. D. $r_t < r_đ < r_ℓ$.

Hướng dẫn

$r_{đỏ} > r_{da\ cam} > r_{vàng} > r_{lục} > r_{lam} > r_{chàm} > r_{tím} \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 7: (ĐH-2012) Một ánh sáng đơn sắc màu cam có tần số f được truyền từ chân không vào một chất lỏng có chiết suất là 1,5 đối với ánh sáng này. Trong chất lỏng trên, ánh sáng này có

A. màu tím và tần số f. B. màu cam và tần số 1,5f.

C. màu cam và tần số f. D. màu tím và tần số 1,5f.

Hướng dẫn

Tần số và màu sắc ánh sáng không phụ thuộc vào môi trường, nghĩa là khi ánh sáng truyền từ môi trường này sang môi trường khác thì tần số và màu sắc không đổi $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 8: Phát biểu nào sau đây **sai**?

A. Trong chân không, mỗi ánh sáng đơn sắc có một bước sóng xác định.

B. Trong chân không, các ánh sáng đơn sắc khác nhau truyền với cùng tốc độ.

C. Trong chân không, bước sóng của ánh sáng đỏ nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng tím.

D. Trong ánh sáng trắng có vô số ánh sáng đơn sắc.

Hướng dẫn

Trong chân không, bước sóng của ánh sáng đỏ lớn hơn bước sóng của ánh sáng tím $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 9: (ĐH-2008) Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về ánh sáng đơn sắc?

A. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

B. Trong cùng một môi trường truyền (có chiết suất tuyệt đối lớn hơn 1), vận tốc ánh sáng tím nhỏ hơn vận tốc ánh sáng đỏ.

C. Trong chân không, các ánh sáng đơn sắc khác nhau truyền đi với cùng vận tốc.

D. Chiết suất của một môi trường trong suốt đối với ánh sáng đỏ lớn hơn chiết suất của môi trường đó đối với ánh sáng tím.

Hướng dẫn

Căn cứ vào $n_{đỏ} < n_{da\ cam} < n_{vàng} < n_{lục} < n_{lam} < n_{chàm} < n_{tím} \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 10: (CĐ-2008) Ánh sáng đơn sắc có tần số 5.10^{14} Hz truyền trong chân không với bước sóng 600 nm. Chiết suất tuyệt đối của một môi trường trong suốt ứng với ánh sáng này là 1,52. Tần số của ánh sáng trên khi truyền trong môi trường trong suốt này

A. lớn hơn 5.10^{14} Hz còn bước sóng nhỏ hơn 600 nm.

B. vẫn bằng 5.10^{14} Hz còn bước sóng lớn hơn 600 nm.

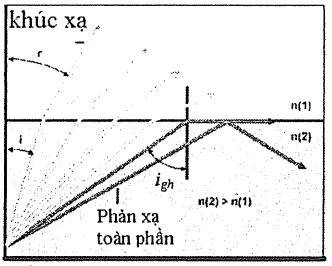
C. vẫn bằng 5.10^{14} Hz còn bước sóng nhỏ hơn 600 nm.

D. nhỏ hơn 5.10^{14} Hz còn bước sóng bằng 600 nm.

Hướng dẫn

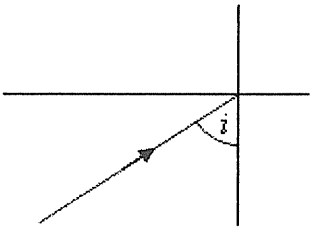
Tần số ánh sáng không phụ thuộc vào môi trường, nghĩa là khi ánh sáng truyền từ môi trường này sang môi trường khác thì tần số không đổi.

Vì $\lambda' = \frac{\lambda}{n} = \frac{\lambda}{1,52} < \lambda \Rightarrow$ Chọn C.



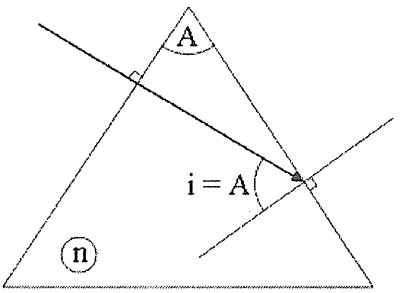
Chú ý: Hiện tượng toàn phần chỉ xảy ra khi cả hai điều kiện sau đây phải được thỏa mãn: 1) Ánh sáng đi từ môi trường chiết suất lớn đến mặt phân cách vì môi trường chiết suất bé; 2) Góc tới phải lớn hơn góc giới hạn phản xạ toàn phần.

$$\begin{cases} \sin i = \frac{1}{n} \Rightarrow \textit{Tia sáng đi là là trên mặt phân cách.} \\ \sin i < \frac{1}{n} \Rightarrow \textit{Tia sáng khúc xạ ra ngoài.} \\ \sin i > \frac{1}{n} \Rightarrow \textit{Tia sáng bị phản xạ toàn phần.} \end{cases}$$



$$\frac{1}{n_{đỏ}} > \frac{1}{n_{cam}} > \frac{1}{n_{vàng}} > \frac{1}{n_{lục}} > \frac{1}{n_{lam}} > \frac{1}{n_{chàm}} > \frac{1}{n_{tím}}$$

Ví dụ 11: Một lăng kính thuỷ tinh có tiết diện thẳng là tam giác ABC góc 60^0 đặt trong không khí. Một chùm tia sáng đơn sắc màu lam hẹp song song đến mặt AB theo phương vuông góc cho tia ló đi là là trên mặt AC. Tính chiết suất của chất làm lăng kính đối với tia màu lam. Thay chùm tia màu lam bằng chùm tia sáng trắng gồm 5 màu cơ bản đỏ, vàng, lục, lam, tím thì các tia ló ra khỏi mặt AC gồm những màu nào?



Hướng dẫn

Vì tia màu lam hẹp song song đến mặt AB theo phương vuông góc cho tia ló đi là là trên mặt AC nên $\sin i = \frac{1}{n_{lam}} \Rightarrow \sin 60^0 = \frac{1}{n_{lam}} \Rightarrow n_{lam} \approx 1,15$.

Nhận thấy $\frac{1}{n_{đỏ}} > \frac{1}{n_{vàng}} > \frac{1}{n_{lục}} > \frac{1}{n_{lam}} = \sin i > \frac{1}{n_{tím}}$

$\Rightarrow$ chỉ có tia tím bị phản xạ toàn phần nên không ló ra nên các tia ló ra là đỏ, vàng, lục và lam.

Ví dụ 12: Chiếu chùm sáng hẹp đơn sắc song song màu lục theo phương vuông góc với mặt bên của một lăng kính thì tia ló đi là là trên mặt bên thứ hai của lăng kính. Nếu thay bằng chùm sáng gồm ba ánh sáng đơn sắc: cam, chàm và tím thì các tia ló ra khỏi lăng kính ở mặt bên thứ hai

A. chỉ tia cam. B. gồm tia chàm và tím.

C. chỉ có tia tím. D. gồm tia cam và tím.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \sin i = \dfrac{1}{n} \Rightarrow \textit{Tia sáng đi là là trên mặt phân cách.} \\ \sin i < \dfrac{1}{n} \Rightarrow \textit{Tia sáng khúc xạ ra ngoài.} \\ \sin i > \dfrac{1}{n} \Rightarrow \textit{Tia sáng bị phản xạ toàn phần.} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n_{cam}} > \frac{1}{n_{lục}} = \sin i > \frac{1}{n_{chàm}} > \frac{1}{n_{tím}} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 13: (ĐH-2011) Chiếu từ nước ra không khí một chùm tia sáng song song rất hẹp (coi như một tia sáng) gồm 5 thành phần đơn sắc: tím, lam, đỏ, lục, vàng. Tia ló đơn sắc màu lục đi là là mặt nước (sát với mặt phân cách giữa hai môi trường). Không kể tia đơn sắc màu lục, các tia ló ra ngoài không khí là các tia đơn sắc màu

A. tím, lam, đỏ. B. đỏ, vàng, lam. C. đỏ, vàng. D. lam, tím.

Hướng dẫn

$$\underbrace{\frac{1}{n_{đỏ}} > \frac{1}{n_{vàng}} > \frac{1}{n_{lục}}}_{\text{khúc xạ ra ngoài không khí}} = \sin i > \underbrace{\frac{1}{n_{lam}} > \frac{1}{n_{tím}}}_{\text{bị phản xạ toàn phần}} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN TÁN SẮC

Phương pháp giải

1) Tán sắc qua lăng kính

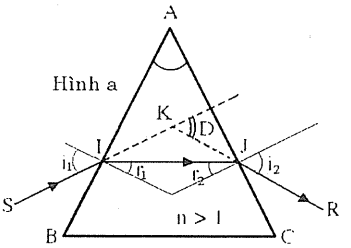
* Chiếu chùm sáng đơn sắc:

+ Sử dụng công thức lăng kính: $\begin{cases} \sin i_1 = n.\sin r_1 \\ \sin i_2 = n.\sin r_2 \\ A = r_1 + r_2 \\ D = (i_1 + i_2) - A \end{cases}$

+ Góc lệch cực tiểu $\leftrightarrow i_1 = i_2 \Rightarrow r_1 = r_2 = \dfrac{A}{2} \Rightarrow \sin\dfrac{D_{min} + A}{2} = n\sin\dfrac{A}{2}$.

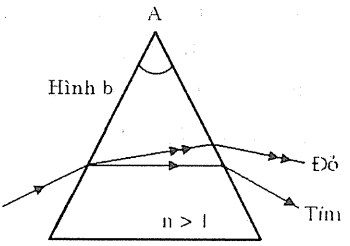
* Chiếu chùm sáng trắng, tất cả các màu đều có cùng góc tới i_1.

+ Khi A, i nhỏ $\Leftrightarrow \begin{cases} i_1 = nr_1 \\ i_2 = nr_2 \\ r_1 + r_2 = A \\ D = (n-1)A \end{cases}$



+ Đối với tia đỏ: $\begin{cases} \sin i_1 = n_d.\sin r_{1d} \\ A = r_{1d} + r_{2d} \\ \sin i_{2d} = n_d.\sin r_{2d} \\ D_d = (i_1 + i_{2d}) - A \end{cases}$

+ Đối với tia tím: $\begin{cases} \sin i_1 = n_t.\sin r_{1t} \\ A = r_{1t} + r_{2t} \\ \sin i_{2t} = n_t.\sin r_{2t} \\ D_t = (i_1 + i_{2t}) - A \end{cases}$



+ Góc hợp bởi tia ló đỏ và tia ló tím: $\delta = D_t - D_d = i_{2t} - i_{2d}$

+ Nếu tia màu vàng cho góc lệch cực tiểu thì $\begin{cases} i_1 = i_{2v} = \dfrac{D_{v\min} + A}{2} \\ \sin i_1 = n_v.\sin\dfrac{A}{2} \end{cases} \Rightarrow i_1 = ?$

Ví dụ 1: Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp song song coi như một tia sáng vào mặt bên AB của lăng kính có góc chiết quang 50^0, dưới góc tới 60^0. Chùm tia ló ra khỏi mặt AC gồm nhiều màu sắc biến thiên liên tục từ đỏ đến tím. Biết chiết suất của chất làm lăng kính đối với tia đỏ và tia tím lần lượt là: 1,54 và 1,58. Hãy xác định góc hợp bởi giữa tia đỏ và tia tím ló ra khỏi lăng kính.

Hướng dẫn

+ Áp dụng công thức lăng kính: $\begin{cases} Sini_1 = n\sin r_1 \\ Sini_2 = n\sin r_2 \\ r_1 + r_2 = A \\ D = i_1 + i_2 - A \end{cases}$

+ Đối với tia đỏ: $\begin{cases} sin\, i_1 = n_d\, sin\, r_{1d} \Rightarrow sin\, r_{1d} = \dfrac{sin\, 60^0}{n_d} \Rightarrow r_{1d} = 34{,}22^0 \\ r_{1d} + r_{2d} = A \Rightarrow r_{2d} = A - r_{1d} = 15{,}78^0 \\ sin\, i_{2d} = n\, sin\, r_{2d} \Rightarrow sin\, r_{2d} = n_d\, sin\, r_{2d} \Rightarrow i_{2d} = 24{,}76^0 \\ D = i_1 + i_{2d} - A = 60^0 + 24{,}76^0 - 50^0 = 34{,}76^0 \end{cases}$

+ Đối với tia tím: $\begin{cases} \sin 60^0 = n_t \sin r_{1t} \Rightarrow r_{1t} = 33,24^0 \\ r_{1t} + r_{2t} = A \Rightarrow r_{2t} = A - r_{1t} = 16,76^0 \\ \sin i_{2t} = n \sin r_{2t} \Rightarrow \sin r_{2t} = n_t \sin r_{2t} \Rightarrow i_{2t} = 27,1^0 \\ D = i_1 + i_{2t} - A = 60^0 + 27,1^0 - 50^0 = 37,1^0 \end{cases}$.

+ Góc hợp bởi giữa hai tia đỏ và tia tím sau khi ló ra khỏi lăng kính: $D_t - D_d = 2,34^0$

Ví dụ 2: Chiếu một chùm tia sáng hẹp song song vào mặt bên của lăng kính có góc chiết quang 60^0 dưới góc tới i_1 thì chùm tia ló ra khỏi mặt AC lệch về đáy với các góc lệch khác nhau. Trong đó tia màu vàng cho góc lệch cực tiểu. Biết chiết suất của chất làm lăng kính đối với tia vàng và tia đỏ lần lượt là: $n_v = 1,52; n_d = 1,49$. Xác định góc tới i_1. Xác định góc lệch ứng với tia đỏ.

Hướng dẫn

Tia màu vàng cho góc lệch cực tiểu nên $i_1 = i_{2v}$

$$\Rightarrow r_{1v} = r_{2v} = \frac{A}{2} = 30^0 \Rightarrow \sin i_1 = n_v \sin 30^0 = 0,76 \Rightarrow i_1 = 49,46^0$$

Đối với tia đỏ cũng có góc tới i_1 như tia vàng:

$$\begin{cases} \sin 49,46^0 = 1,49 \sin r_{1d} \Rightarrow r_{1d} = 30,67^0 \\ r_{2d} = A - r_{1d} = 29,33^0 \\ \sin i_{2d} = 1,49 \sin 29,33^0 \Rightarrow i_{2d} = 46,87^0 \\ D = i_1 + i_{2d} - A = 49,46^0 + 46,87^0 - 60^0 = 36,33^0 \end{cases}$$

Chú ý: Công thức góc lệch cực tiểu: $\begin{cases} i_1 = i_2 \Rightarrow r_1 = r_2 = \dfrac{A}{2} \\ D_{min} = i_1 + i_2 - A \Rightarrow i_1 = i_2 = \dfrac{D_{min} + A}{2} \end{cases}$

$$\xrightarrow{\sin i_1 = n \sin r_1} \boxed{\sin i_1 = \sin \frac{D_{min} + A}{2} = n \sin \frac{A}{2}}$$

Ví dụ 3: Chiếu vào mặt bên của lăng kính có góc chiết quang 68^0 một chùm tia sáng trắng hẹp, với góc tới là 59^0. Biết góc lệch của tia màu tím là cực tiểu. Chiết suất của lăng kính đối với tia tím là:

A. 1,51. B. 1,52. C. 1,53. D. 1,54.

Hướng dẫn

$$\sin i_1 = n_t \sin \frac{A}{2} \Leftrightarrow \sin 59^0 = n_t \sin \frac{68^0}{2} \Rightarrow n_t \approx 1,53$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

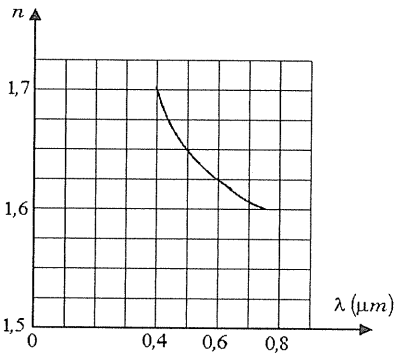
Ví dụ 4: Một lăng kính có góc chiết quang 60^0, chiếu một tia sáng đơn sắc màu cam tới mặt bên AB của lăng kính với góc tới i thì cho tia ló ra khỏi mặt AC với góc lệch cực tiểu bằng 30^0. Nếu thay bằng ánh sáng đơn sắc khác có chiết suất 1,3 thì góc lệch của tia ló so với tia tới là

A. $34,65^0$. B. $21,24^0$. C. $23,24^0$. D. $43,45^0$.

Hướng dẫn

$$i_1 = \frac{D_{min} + A}{2} = 45^0 \Rightarrow \begin{cases} \sin i_1 = n_t \sin r_{1t} \Rightarrow r_{1t} = 32,95^0 \\ r_{1t} + r_{2t} = A \Rightarrow r_{2t} = 27,05^0 \\ \sin i_{2t} = n_t \sin r_{2t} \Rightarrow i_{2t} = 36,24^0 \\ D_t = i_1 + i_{2t} - A = 21,24^0 \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 5: Một lăng kính có góc chiết quang 60^0, làm bằng thuỷ tinh trong suốt mà chiết suất phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng đơn sắc trong chân không như đồ thị trên *hình.*



1) Xác định vận tốc truyền trong thuỷ tinh đó của các ánh sáng đơn sắc màu tím (λ_t = 0,4 μm), màu vàng (λ_v = 0,6 μm) và màu đỏ (λ_d = 0,75 μm).
2) Chiếu một chùm ánh sáng trắng hẹp tới mặt bên AB (gần A) dưới góc tới *i* sao cho góc lệch tia ló và tia tới ứng với ánh sáng màu vàng là cực tiểu. Tính góc hợp bởi hai tia giới hạn ló ra khỏi mặt bên AC.

Hướng dẫn

1) Dựa vào đồ thị chiết suất của thuỷ tinh đối với các ánh sáng đơn sắc lần lượt là:
Với tia tím λ_t = 0,4 μm thì n_t = 1,7.
Với tia vàng λ_v = 0,6 μm thì n_v = 1,625.
Với tia đỏ λ_d = 0,75 μm thì n_d = 1,6.

\+ Mặt khác, theo định nghĩa chiết suất $n = \frac{c}{v}$, suy ra, công thức xác định vận tốc theo chiết suất: $v = \frac{c}{n}$.

Với tia tím thì $v_t = \frac{c}{n_t} = \frac{3.10^8}{1,7} \approx 1,765.10^8\ (m/s)$.

Với tia vàng thì $v_v = \frac{c}{n_v} = \frac{3.10^8}{1,625} \approx 1,846.10^8\ (m/s)$.

Với tia đỏ thì $v_d = \frac{c}{n_d} = \frac{3.10^8}{1,6} \approx 1,875.10^8\ (m/s)$.

2) Khi tia vàng có góc lệch cực tiểu: $\begin{cases} r_{1v} = r_{2v} = \frac{A}{2} = 30^0 \\ \sin i_1 = n_v.\sin r_{1v} \end{cases}$

$\Rightarrow \sin i_1 = n_v.\sin r_{1v} = 1,625.\sin 30^0 \Rightarrow i_1 \approx 54,34^0$

+ Sử dụng công thức lăng kính: $\begin{cases} \sin i_1 = n.\sin r_1 \\ \sin i_2 = n.\sin r_2 \\ A = r_1 + r_2 \\ D = (i_1 + i_2) - A \end{cases}$ cho các tia sáng đơn sắc:

Tia tím: $\begin{cases} \sin i_1 = n_t.\sin r_{1t} \\ A = r_{1t} + r_{2t} \\ \sin i_{2t} = n_t.\sin r_{2t} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin 54,34^0 = 1,7 \sin r_{1t} \Rightarrow r_{1t} \approx 28,55^0 \\ r_{2t} = 60^0 - r_{1t} = 60^0 - 28,55^0 = 31,45^0 \\ \sin i_{2t} = n_t.\sin r_{2t} = 1,7.\sin 31,45^0 \Rightarrow i_{2t} \approx 62,50^0 \end{cases}$

Tia đỏ: $\begin{cases} \sin i_1 = n_d.\sin r_{1d} \\ A = r_{1d} + r_{2d} \\ \sin i_{2d} = n_d.\sin r_{2d} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin 54,34^0 = 1,6 \sin r_{1d} \Rightarrow r_{1d} \approx 30,52^0 \\ r_{2d} = 60^0 - r_{1d} = 60^0 - 30,52^0 = 29,48^0 \\ \sin i_{2d} = n_d.\sin r_{2d} = 1,6.\sin 29,48^0 \Rightarrow i_{2d} \approx 51,94^0 \end{cases}$

+ Góc hợp bởi hai tia giới hạn ló ra khỏi mặt bên AC là

$i_{2t} - i_{2d} = 62,50^0 - 51,94^0 = 10,56^0$

Chú ý: Nếu trong chùm sáng hẹp chiếu vào lăng kính có một màu nào đó cho góc lệch cực tiểu thì sẽ không có màu nào cho góc lệch cực tiểu. Muốn màu khác cho góc lệch cực tiểu thì ta phải thay đổi góc tới i_1 bằng cách quay lăng kính hoặc quay tia ló hoặc cả hai:

$$\begin{cases} \sin i_1 = n \sin \frac{A}{2} \Rightarrow i_1 = ? \\ \sin i'_1 = n' \sin \frac{A}{2} \Rightarrow i'_1 = ? \end{cases} \Rightarrow \text{Góc quay} = |i_1 - i'_1|$$

Ví dụ 6: Một lăng kính có tiết diện thẳng là một tam giác đều ABC, chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp vào mặt bên AB đi từ đáy lên. Chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ là $\sqrt{2}$ và đối với ánh sáng tím là 1,696. Giả sử lúc đầu lăng kính ở vị trí mà góc lệch D của tia tím là cực tiểu, thì phải quay lăng kính một góc bằng bao nhiêu để tới phiên góc lệch của tia đỏ cực tiểu ?

A. 45°. B. 16°. C. 15°. D. 13°.

Hướng dẫn

$$\begin{cases}\text{Tia tím}: \sin i_1 = n_t \sin\dfrac{A}{2} = 1,696.\sin 30^0 \Rightarrow i_1 = 58^0 \\ \text{Tia đỏ}: \sin i'_1 = n_d \sin\dfrac{A}{2} = \sqrt{2}.\sin 30^0 \Rightarrow i'_1 = 45^0\end{cases}$$

$\Rightarrow$ Góc quay $= 58^0 - 45^0 = 13^0 \Rightarrow$ Chọn C.

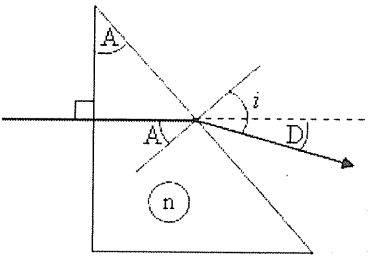
Chú ý: Trong trường hợp chùm sáng chiếu vuông góc với mặt AB thì có hai cách:

Cách 1: *Áp dụng công thức lăng kính và thay* $i_1 = 0, r_1 = 0, r_2 = A$.

Cách 2: *Áp dụng trực tiếp định luật khúc xạ*

n.sini = hằng số: $\begin{cases} n\sin A = \sin i \\ D = i - A \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases}\text{Tia đỏ}: n_d \sin A = \sin i_d \\ \text{Tia tím}: n_t \sin A = \sin i_t\end{cases} \Rightarrow \delta = i_t - i_d$$



Ví dụ 6: Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp song song coi như một tia sáng vào mặt bên AB của lăng kính có góc chiết quang 30^0, theo phương vuông góc. Chùm tia ló ra khỏi mặt AC gồm nhiều màu sắc biến thiên liên tục từ đỏ đến tím. Biết chiết suất của chất làm lăng kính đối với tia đỏ và tia tím lần lượt là: 1,532 và 1,5867. Hãy xác định góc hợp bởi giữa tia đỏ và tia tím ló ra khỏi lăng kính.

A. $3,3^0$. B. $2,4^0$. C. $2,5^0$. D. $1,6^0$.

Hướng dẫn

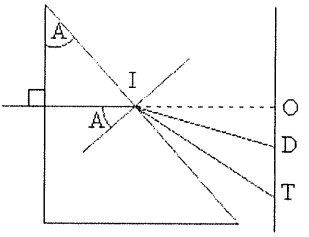
$$n\sin A = \sin i \Rightarrow \begin{cases}\text{Tia đỏ}: n_d \sin A = \sin i_d \Rightarrow 1,532\sin 30^0 = \sin i_d \Rightarrow i_d \approx 50^0 \\ \text{Tia tím}: n_t \sin A = \sin i_t \Rightarrow 1,5867\sin 30^0 = \sin i_t \Rightarrow i_t \approx 52,5^0\end{cases}$$

$\Rightarrow \delta = i_t - i_d = 2,5^0 \Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Độ rộng quang phổ là khoảng cách giữa hai vệt sáng ngoài cùng trên màn:

$$\begin{cases} n\sin A = \sin i \\ D = i - A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases}\text{Tia đỏ}: \begin{cases} n_d \sin A = \sin i_d \\ D_d = i_d - A \end{cases} \\ \text{Tia tím}: \begin{cases} n_t \sin A = \sin i_t \\ D_t = i_t - A \end{cases}\end{cases}$$

$$\Rightarrow DT = IO\left(\tan D_t - \tan D_d\right)$$



Ví dụ 7: Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp song song coi như một tia sáng vào mặt bên AB (gần A) của lăng kính có góc chiết quang 30^0, theo phương vuông góc. Biết chiết suất của chất làm lăng kính đối với tia đỏ và tia tím lần lượt là: 1,532 và 1,5867. Sau lăng kính 1 (m) đặt một màn ảnh song song với mặt AB. Xác định khoảng cách giữa hai vệt sáng đỏ và tím trên màn.

A. 50 mm. B. 1,2 mm. C. 45 mm. D. 44 mm.

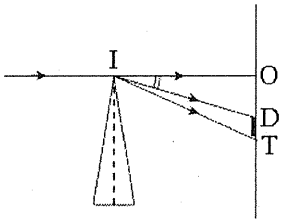
Hướng dẫn

$$\begin{cases}\text{Tia đỏ}: n_d \sin A = \sin i_d \Rightarrow 1,532\sin 30^0 = \sin i_d \Rightarrow i_d \approx 50^0 \Rightarrow D_d = i_d - A = 20^0 \\ \text{Tia tím}: n_t \sin A = \sin i_t \Rightarrow 1,5867\sin 30^0 = \sin i_t \Rightarrow i_t \approx 52,5^0 \Rightarrow D_t = i_t - A = 22,5^0\end{cases}$$

$$DT = IO\left(\tan D_t - \tan D_d\right) = 1000\left(\tan 22,5^0 - \tan 20^0\right) \approx 50\left(mm\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Nếu lăng kính có góc chiết quang bé và góc tới bé thì



$$D = \left(n-1\right)A \Rightarrow \begin{cases} D_d = \left(n_d - 1\right)A \\ D_t = \left(n_t - 1\right)A \end{cases}$$

$$\Rightarrow \delta = D_t - D_d = \left(n_t - n_d\right)A$$

Độ rộng quang phổ lúc này:

$$DT = IO\left(\tan D_t - \tan D_d\right) \approx IO\left(D_t - D_d\right) = IO\left(n_t - n_d\right)A.$$

Ví dụ 8: Một lăng kính có góc chiết quang 6^0. Chiếu một tia sáng trắng hẹp song song tới mặt bên của lăng kính với góc tới nhỏ cho chùm ló ra ở mặt bên kia. Chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ là 1,62 và đối với ánh sáng tím là 1,68. Góc hợp bởi tia ló màu đỏ và màu tím là :

A. 0,24°. B. 0,24 rad. C. 0,006 rad. D. 0,036°.

Hướng dẫn

$$\delta = \left(n_t - n_d\right)A = \left(1,68 - 1,62\right)6^0 = 0,36^0 \sim 0,006\left(rad\right) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 9: Chiếu một chùm tia sáng trắng, song song, hẹp vào mặt bên của một lăng kính thuỷ tinh có góc chiết quang $5,73^0$, theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác P của góc chiết quang. Sau lăng kính đặt một màn ảnh song song với mặt phẳng P và cách P là 1,5 m. Tính chiều dài của quang phổ từ tia đỏ đến tia tím. Cho biết chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ là 1,50 và đối với tia tím là 1,54.

A. 8 mm. B. 5 mm. C. 6 mm. D. 4 mm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} D_d = \left(n_d - 1\right)A = 2,865^0 \\ D_t = \left(n_t - 1\right)A = 3,0942^0 \end{cases} \Rightarrow DT = IO\left(\tan D_t - \tan D_d\right)$$

$$\Rightarrow DT = 1500\left(\tan 3,0942^0 - \tan 2,865^0\right) \approx 6\left(mm\right) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 10: Một lăng kính có góc chiết quang A nhỏ, chiết suất của lăng kính với màu đỏ là 1,5 và với màu tím là 1,54. chiếu chùm sáng trắng theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang. Chùm ló được chiếu vào một màn ảnh đặt song song với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang

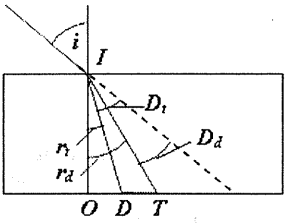
và cách mặt phẳng này 2 m thì bề rộng của dải màu quang phổ trên màn là 8,383 mm. Tính góc chiết quang.

A. 6^0. B. 6 rad. C. 0,5 rad. D. $0,1^0$.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} D_d = (n_d - 1)A \\ D_t = (n_t - 1)A \end{cases} \Rightarrow DT = IO(\tan D_t - \tan D_d) \approx IO(n_t - n_d)A$$

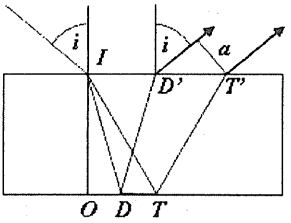
$$\Rightarrow 8,383 = 2000(1,54 - 1,5)A \Rightarrow A \approx 6^0 \Rightarrow \text{Chọn A.}$$



2) Tán sắc qua lưỡng chất phẳng

Chiếu chùm ánh sáng trắng hẹp song song từ không khí vào nước dưới góc tới.

$$\begin{cases} \sin i = n_d \sin r_d = n_t \sin r_t \Rightarrow \begin{cases} r_d = ? \\ r_t = ? \end{cases} \\ \Rightarrow DT = IO.(\tan r_d - \tan r_t) \end{cases}$$



Nếu ở dưới đáy bể đặt gương phẳng thì chùm tán sắc phản xạ lên mặt nước có độ rộng D'T' = 2DT, rồi ló ra ngoài với góc ló đúng bằng góc tới i nên độ rộng chùm ló là $a = D'T'\sin(90^0 - i)$.

Ví dụ : Chiếu một tia ánh sáng trắng hẹp đi từ không khí vào một bể nước rộng dưới góc tới 60^0. Chiều sâu nước trong bể 1 (m). Tìm độ rộng của chùm màu sắc chiếu lên đáy bể. Biết chiết suất của nước đối với tia đỏ và tia tím lần lượt là: 1,33 và 1,34.

A. 1,0 cm. B. 1,1 cm. C. 1,3 cm. D. 1,2 cm.

Hướng dẫn

$$\sin 60^0 = 1,33.\sin r_d = 1,34.\sin r_t \Rightarrow \begin{cases} r_d \approx 40,63^0 \\ r_t \approx 40,26^0 \end{cases}$$

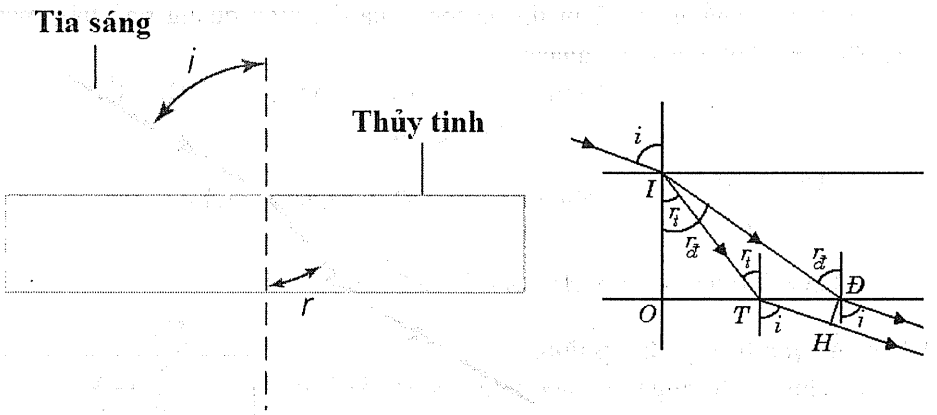
$$\Rightarrow DT = 100.(\tan r_d - \tan r_t) \approx 1,115(cm) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Bình luận thêm: *Nếu ở dưới đáy đặt gương phẳng song song với mặt nước thì độ rộng vệt sáng trên mặt nước là D'T' = 2DT = 2,23 cm.*

Độ rộng chùm ló ra ngoài: $a = D'T'\sin(90^0 - i) = 1,115$ cm.

3) Tán sắc qua bản mặt song song

$$\begin{cases} \sin i = n_d \sin r_d = n_t \sin r_t \Rightarrow r_d = ?; r_t = ? \\ \Rightarrow DT = IO.(\tan r_d - \tan r_t) \\ \Rightarrow DH = DT \sin(90^0 - i) = DT \cos i \end{cases}$$



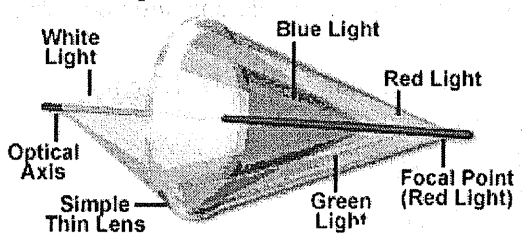
Ví dụ : Chiếu một tia sáng trắng từ không khí vào một bản thuỷ tinh có bề dày 5 cm dưới góc tới 80^0. Biết chiết suất của thủy tinh đối với tia đỏ và tia tím lần lượt là 1,472 và 1,511. Tính khoảng cách giữa hai tia ló đỏ và tím.

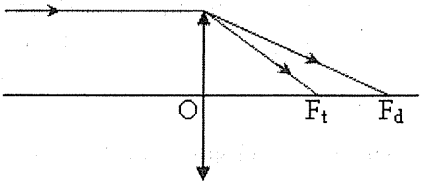
A. 0,32 mm. B. 0,33 mm. C. 0,34 mm. D. 0,35 mm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \sin 80^0 = 1,472.\sin r_d = 1,511.\sin r_t \Rightarrow \begin{cases} r_d \approx 41,99^0 \\ r_t \approx 40,67^0 \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn D.} \\ a = DT.\cos 80^0 = \left(e\tan r_d - e\tan r_t\right)\cos 80^0 \approx 0,35(mm) \end{cases}$$

4) Tán sắc qua thấu kính





$$D = \frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \Rightarrow \begin{cases} D_d = \dfrac{1}{f_d} = (n_d - 1)\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}\right) \\ D_t = \dfrac{1}{f_t} = (n_t - 1)\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_d F_t = f_d - f_t \\ \dfrac{f_d}{f_t} = \dfrac{n_t - 1}{n_d - 1} \end{cases}$$

Nếu $R_1 = R_2 = R$ thì $\begin{cases} f_d = \dfrac{R}{2(n_d - 1)} \\ f_t = \dfrac{R}{2(n_t - 1)} \end{cases}$

Ví dụ 1: Một thấu kính thủy tinh có hai mặt lồi giống nhau, bán kính R = 20 cm. Chiết suất của thấu kính đối với ánh sáng đỏ là $n_d = 1,5$ và đối với ánh sáng tím là $n_t = 1,54$. Khoảng cách giữa hai tiêu điểm của thấu kính đối với ánh sáng đỏ và đối với ánh sáng tím là

A. 1,6 cm. B. 2,45 cm. C. 1,25 cm. D. 1,48 cm.

Hướng dẫn

$$f = \frac{R}{2(n-1)} \Rightarrow F_dF_t = f_d - f_t = \frac{R}{2}\left[\frac{1}{(n_d-1)} - \frac{1}{(n_t-1)}\right] \approx 1,48(cm) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Một chùm ánh sáng trắng song song được chiếu tới một thấu kính mỏng. Chùm tia ló màu đỏ hội tụ tại một điểm trên trục chính cách thấu kính 20 cm. Biết chiết suất của thấu kính đối với tia sáng màu tím và màu đỏ lần lượt là 1,685 và 1,643. Độ tụ của thấu kính đối với tia sáng màu tím bằng

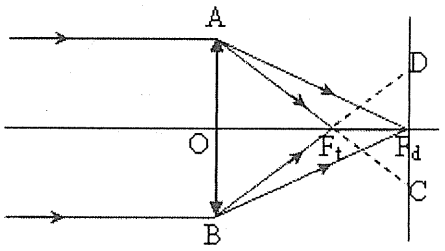
A. 0,0469 dp. B. 0,0533 dp. C. 4,69 dp. D. 5,33 dp.

Hướng dẫn

$$\frac{f_d}{f_t} = \frac{n_t - 1}{n_d - 1} \Rightarrow D_t f_d = \frac{n_t - 1}{n_d - 1} \Rightarrow D_t.0,2 = \frac{0,685}{0,643} \Rightarrow D_t \approx 5,33(dp)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Thông thường thấu kính có đường rìa là đường tròn nên nếu đặt màn chắn vuông góc với trục chính và ở sau thấu kính hội tụ thì trên màn chắn thu được một vệt sáng hình tròn. Màu sắc và đường kính của vệt sáng này phụ thuộc vào vị trí đặt màn. VD: nếu đặt màn tại tiêu điểm đỏ thì vệt sáng có tâm màu đỏ rìa màu tím và đường kính CD được tính như sau:



$$\frac{CD}{AB} = \frac{F_dF_t}{OF_t} = \frac{f_d - f_t}{f_t} = \frac{(n_t - 1)}{(n_d - 1)} - 1$$

Ví dụ 3: Một thấu kính mỏng có hai mặt lồi cùng bán kính 10 cm, chiết suất của chất làm thấu kính đối với tia đỏ và tia tím lần lượt là $n_d = 1,61$; $n_t = 1,69$. Chiếu một chùm ánh sáng trắng song song với trục chính. Đặt một màn ảnh vuông góc trục chính và đi qua tiêu điểm của tia đỏ. Biết thấu kính có rìa là đường tròn có đường kính 25 cm. Tính đường kính của vệt sáng trên màn.

A. 1,3 cm. B. 3,3 cm. C. 3,5 cm. D. 1,6 cm.

Hướng dẫn

$$\frac{CD}{AB} = \frac{F_dF_t}{OF_t} = \frac{f_d - f_t}{f_t} = \frac{n_t - 1}{n_d - 1} - 1 = \frac{0,69}{0,5} - 1 \Rightarrow CD \approx 3,3(cm)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 4: Một thấu kính mỏng hội tụ gồm 2 mặt cầu giống nhau, bán kính R, có chiết suất đối với tia đỏ là 1,60 đối với tia tím là 1,69. Ghép sát vào thấu kính trên 1 thấu kính phân kỳ mỏng, 2 mặt cầu giống nhau, bán kính R. Tiêu điểm của hệ thấu kính đối với tia đỏ và đối với tia tím trùng nhau. Thấu kính phân kỳ có chiếu suất đối với tia đỏ (n'_d) và tia tím (n'_t) liên hệ với nhau bởi

A. $n'_t = 2n'_d + 1$. B. $n'_t = n'_d + 0,01$. C. $n'_t = 1,5n'_d$. D. $n'_t = n'_d + 0,09$.

Hướng dẫn

Độ tụ của hệ hai thấu kính mỏng ghép sát: $D = \dfrac{2(n-1)}{R} - \dfrac{2(n'-1)}{R}$

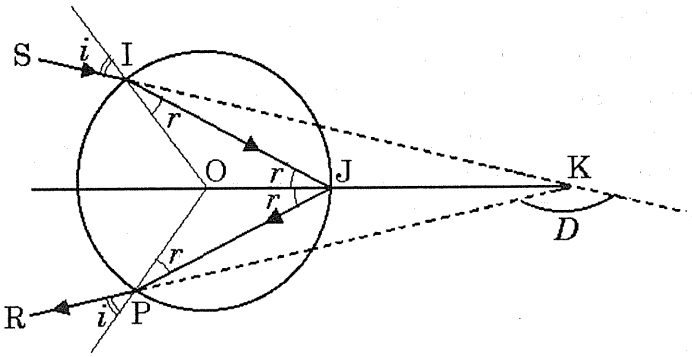
Vì tiêu điểm đỏ trùng với tiêu điểm tím nên $D_d = D_t$

$$\Rightarrow \frac{2(n_d-1)}{R} - \frac{2(n_d'-1)}{R} = \frac{2(n_t-1)}{R} - \frac{2(n_t'-1)}{R} \Rightarrow n_t' = n_d' + 0,09 \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

5) Tán sắc qua giọt nước

$$\begin{cases} \sin i = n \sin r \\ D = 2\left[i + \left(90^0 - 2r\right)\right] = 180^0 + 2i - 4r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin i = n_d \sin r_d = n_t \sin r_t \\ D_d = 180^0 + 2i - 4r_d \\ D_t = 180^0 + 2i - 4r_t \end{cases}$$

$$\Rightarrow \delta = D_t - D_d = 4\left(r_d - r_t\right)$$



Ví dụ : Một tia sáng Mặt Trời truyền trong mặt phẳng tiết diện thẳng đi qua tâm của một giọt nước hình cầu trong suốt với góc tới 43^0. Sau khi khúc xạ tại I tia sáng phản xạ một lần tại J rồi lại khúc xạ và truyền ra ngoài không khí tại P. Biết chiết suất của nước đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím lần lượt là $n_d = 1,3241$; $n_t = 1,3639$. Tính góc tạo bởi tia ló đỏ và tia ló tím.

A. $3,2^0$. B. $2,9^0$. C. $3,5^0$. D. 4^0.

Hướng dẫn

$$\sin i = n_d \sin r_d = n_t \sin r_t \Rightarrow \sin 43^0 = 1,3241 \sin r_d = 1,3639 \sin r_t \Rightarrow \begin{cases} r_d \approx 31,00^0 \\ r_t \approx 30,00^0 \end{cases}$$

$$\delta = 4\left(r_d - r_t\right) = 4\left(31^0 - 30^0\right) = 4^0 \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chủ đề 8. HIỆN TƯỢNG GIAO THOA ÁNH SÁNG

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG ĐƠN SẮC

Phương pháp giải

1) Khoảng vân, vị trí vân

* Hiệu đường đi của hai sóng kết hợp đến M: $d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$

* Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a}$

* Vân sáng: $d_2 - d_1 = \frac{ax}{D} = k\lambda \Leftrightarrow x = k\frac{\lambda D}{a}$

$$\begin{cases} \text{Vân sáng trung tâm}: d_2 - d_1 = 0\lambda \Leftrightarrow x = 0i \\ \text{Vân sáng bậc 1}: d_2 - d_1 = \pm\lambda \Leftrightarrow x = \pm i \\ \text{Vân sáng bậc 2}: d_2 - d_1 = \pm 2\lambda \Leftrightarrow x = \pm 2i \\ ... \\ \text{Vân sáng bậc k}: d_2 - d_1 = \pm k\lambda \Leftrightarrow x = \pm ki \end{cases}$$

* Vân tối: $d_2 - d_1 = \frac{ax}{D} = (m - 0,5)\lambda \Leftrightarrow x = (m - 0,5)i$

$$\begin{cases} \text{Vân tối thứ 1}: d_2 - d_1 = \pm(1 - 0,5)\lambda \Leftrightarrow x = \pm(1 - 0,5)i \\ \text{Vân tối thứ 2}: d_2 - d_1 = \pm(2 - 0,5)\lambda \Leftrightarrow x = \pm(2 - 0,5)i \\ ... \\ \text{Vân tối thứ n}: d_2 - d_1 = \pm(n - 0,5)\lambda \Leftrightarrow x = \pm(n - 0,5)i \end{cases}$$

Ví dụ 1: Một trong 2 khe của thí nghiệm của Young được làm mờ sao cho nó chỉ truyền 1/2 so với cường độ của khe còn lại. Kết quả là:

A. vân giao thoa biến mất.

B. vạch sáng trở nên sáng hơn và vạch tối thì tối hơn.

C. vân giao thoa tối đi.

D. vạch tối sáng hơn và vạch sáng tối hơn.

Hướng dẫn

* Gọi A_1, A_2 và A_M lần lượt là biên độ dao động do nguồn 1, nguồn 2 gửi tới M và biên độ dao động tổng hợp tại M.

+ Tại M là vân sáng: $A_M = A_1 + A_2$.
+ Tại M là vân tối: $A_M = A_1 - A_2$ (giả sử $A_1 > A_2$).

* Giả sử $I'_2 = I_2/2 \Leftrightarrow A'_2 = A_2/\sqrt{2}$ thì

+ Vân sáng $A'_M = A_1 + A_2/\sqrt{2} \Rightarrow$ biên độ giảm nên cường độ sáng giảm.
+ Vân tối $A'_M = A_1 - A_2/\sqrt{2} \Rightarrow$ biên độ tăng nên cường độ sáng tăng $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: (CĐ-2010) Hiện tượng nào sau đây khẳng định ánh sáng có tính chất sóng?

A. Hiện tượng giao thoa ánh sáng. B. Hiện tượng quang điện ngoài.

C. Hiện tượng quang điện trong. D. Hiện tượng quang phát quang.

Hướng dẫn

Hiện tượng giao thoa ánh sáng là bằng chứng thực nghiệm quan trọng khẳng định ánh sáng có tính chất sóng $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 3: (ĐH-2010) Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Nếu tại điểm M trên màn quan sát có vân tối thứ ba (tính từ vân sáng trung tâm) thì hiệu đường đi của ánh sáng từ hai khe S_1, S_2 đến M có độ lớn bằng

A. $2,5\lambda$. B. 3λ. C. $1,5\lambda$. D. 2λ.

Hướng dẫn

Vân tối thứ 3 thì hiệu đường đi: $d_2 - d_1 = (3 - 0,5)\lambda = 2,5\lambda \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng khoảng cách hai khe là 5 mm, khoảng cách giữa mặt phẳng chứa hai khe và màn ảnh 2 m. Giao thoa với ánh sáng đơn sắc màu vàng có bước sóng 0,58 μm. Tìm vị trí vân sáng bậc 3 trên màn ảnh.

A. ±0,696 mm. B. ±0,812 mm. C. 0,696 mm. D. 0,812 mm.

Hướng dẫn

$$x = \pm 3\frac{\lambda D}{a} = \pm 0,696(mm) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Iâng người ta sử dụng ánh sáng đơn sắc. Giữa hai điểm M và N trên màn cách nhau 9 (mm) chỉ có 5 vân sáng mà tại M là một trong 5 vân sáng đó, còn tại N là vị trí của vân tối. Xác định vị trí vân tối thứ 2 kể từ vân sáng trung tâm.

A. ±3 mm. B. ±0,3 mm. C. ±0,5 mm. D. ±5 mm.

Hướng dẫn

$$\Delta x = 4i + 0,5i \Rightarrow i = \frac{9}{4,5} = 2(mm) \Rightarrow x_{t2} = \pm(2 - 0,5)i = \pm 3(mm)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, khoảng cách từ khe đến màn là 1 m, khoảng cách giữa 2 khe là 1,5 mm, ánh sáng đơn sắc sử dụng có bước sóng 0,6 μm. Khoảng cách giữa vân sáng bậc 2 ở bên này và vân tối thứ 5 ở bên kia so với vân sáng trung tâm là:

A. 1 mm. B. 2,8 mm. C. 2,6 mm. D. 3 mm.

Hướng dẫn

$$x_{s2} + |x_{t5}| = 2.\frac{\lambda D}{a} + 4,5.\frac{\lambda D}{a} = 6,5.\frac{0,6.10^{-6}.1}{1,5.10^{-3}} = 2,6(mm) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 7: (ĐH – 2007) Trong thí nghiệm Iâng về giao thoa của ánh sáng đơn sắc, hai khe hẹp cách nhau 1 mm, mặt phẳng chứa hai khe cách màn quan sát 1,5 m. Khoảng cách giữa 5 vân sáng liên tiếp là 3,6 mm. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm này bằng

A. 0,48 μm. B. 0,40 μm. C. 0,60 μm. D. 0,76 μm.

Hướng dẫn

$$i=\frac{\Delta S}{n-1}=\frac{3,6}{5-1}=0,9(mm)\Rightarrow\lambda=\frac{ai}{D}=\frac{10^{-3}.0,9.10^{-3}}{1,5}=0,6.10^{-6}(m)\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 8: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Young, khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 1,5 m. Trên màn, người ta đo khoảng cách từ vân sáng bậc 2 đến vân sáng bậc 7 cùng phía so với vân trung tâm là 4,5 mm. Bước sóng dùng trong thí nghiệm là

A. $\lambda = 0,4$ μm. B. $\lambda = 0,5$ μm. C. $\lambda = 0,6$ μm. D. $\lambda = 0,45$ μm.

Hướng dẫn

$$x_7-x_2=7\frac{\lambda D}{a}-2\frac{\lambda D}{a}=5\frac{\lambda D}{a}\Rightarrow\lambda=\frac{(x_7-x_2)a}{5D}=\frac{4,5.10^{-3}.10^{-3}}{5.1,5}=0,6.10^{-6}(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Iâng, khoảng cách giữa hai khe là 3 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2 m. Giữa hai điểm P, Q trên màn quan sát đối xứng nhau qua vân sáng trung tâm có 11 vân sáng, tại P và Q là hai vân sáng. Biết khoảng cách PQ là 3 mm. Bước sóng do nguồn phát ra nhận giá trị

A. $\lambda = 0,65$ μm. B. $\lambda = 0,5$ μm. C. $\lambda = 0,6$ μm. D. $\lambda = 0,45$ μm.

Hướng dẫn

$$i=\frac{PQ}{11-1}=0,3.10^{-3}(m)\Rightarrow\lambda=\frac{ai}{D}=\frac{3.10^{-3}.0,3.10^{-3}}{2}=0,45.10^{-6}(m)\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Để kiểm tra tại M trên màn là vân sáng hay vân tối thì ta căn cứ vào:

Nếu cho tọa độ $\frac{x}{i}=\begin{cases}Số\ nguyên\Rightarrow Vân\ sáng.\\ Số\ bán\ nguyên\Rightarrow Vân\ tối.\end{cases}$

Nếu cho hiệu đường đi $\frac{\Delta d}{\lambda}=\frac{d_2-d_1}{\lambda}=\begin{cases}=số\ nguyên\Rightarrow vân\ sáng\\ =số\ bán\ nguyên\Rightarrow vân\ tối\end{cases}$

Ví dụ 10: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, khoảng cách hai khe là 1,2 mm, khoảng cách giữa mặt phẳng chứa hai khe và màn ảnh là 2 m. Người ta chiếu vào khe Iâng bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6 μm. Xét tại hai điểm M và N trên màn có toạ độ lần lượt là 6 mm và 15,5 mm là vị trí vân sáng hay vân tối?

A. M sáng bậc 2;N tối thứ 16. B. M sáng bậc 6; N tối thứ 16.

C. M sáng bậc 2; N tối thứ 9. D. M tối 2; N tối thứ 9.

Hướng dẫn

$$i=\frac{\lambda D}{a}=\frac{0,6.10^{-6}.2}{1,2.10^{-3}}=1(mm)\Rightarrow\begin{cases}\frac{x_M}{i}=6\Rightarrow M\ là\ vân\ sáng\ bậc\ 6\\ \frac{x}{i}=15,5\Rightarrow N\ là\ vân\ tối\ thứ\ 15,5+0,5=16\end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 11: Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng gồm các bức xạ có bước sóng lần lượt là λ_1 = 720 nm, λ_2 = 540 nm, λ_3 = 432 nm và λ_4 = 360 nm. Tại điểm M trong vùng giao thoa trên màn mà hiệu khoảng cách đến hai khe bằng 1,08 μm có vân sáng

A. bậc 3 của bức xạ λ_4.
B. bậc 3 của bức xạ λ_3.
C. bậc 3 của bức xạ λ_1.
D. bậc 3 của bức xạ λ_2.

Hướng dẫn

$$\begin{cases}Vân\ sáng: d_2-d_1=k\lambda\\ Vân\ tối: d_2-d_1=(m+0,5)\lambda\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta d}{\lambda}=\frac{d_2-d_1}{\lambda}=\begin{cases}=số\ nguyên\Rightarrow vân\ sáng\\ =số\ bán\ nguyên\Rightarrow vân\ tối\end{cases}$$

$$\begin{cases}\frac{\Delta d}{\lambda_1}=\frac{1,08.10^{-6}}{720.10^{-9}}=1,5\Rightarrow vân\ tối\ thứ\ 2\\ \frac{\Delta d}{\lambda_2}=\frac{1,08.10^{-6}}{540.10^{-9}}=2\Rightarrow vân\ sáng\ bậc\ 2\end{cases}\quad\begin{cases}\frac{\Delta d}{\lambda_3}=\frac{1,08.10^{-6}}{432.10^{-9}}=2,5\Rightarrow vân\ tối\ thứ\ 3\\ \frac{\Delta d}{\lambda_4}=\frac{1,08.10^{-6}}{360.10^{-9}}=3\Rightarrow vân\ sáng\ bậc\ 3\end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 12: Ánh sáng từ hai nguồn kết hợp có bước sóng 500 nm truyền đến một cái màn tại một điểm mà hiệu đường đi hai nguồn sáng là 0,75 μm. Tại điểm này quan sát được gì nếu thay ánh sáng trên bằng ánh sáng có bước sóng 750 nm?

A. Từ cực đại của một màu chuyển thành cực đại của một màu khác.
B. Từ cực đại giao thoa chuyển thành cực tiểu giao thoa.
C. Từ cực tiểu giao thoa chuyển thành cực đại giao thoa.
D. Cả hai trường hợp đều quan sát thấy cực tiểu.

Hướng dẫn

$$\begin{cases}\frac{\Delta d}{\lambda_1}=\frac{750.10^{-9}}{500.10^{-9}}=1,5\Rightarrow vân\ tối\ thứ\ 2\\ \frac{\Delta d}{\lambda_2}=\frac{750.10^{-9}}{0,75.10^{-6}}=1\Rightarrow vân\ sáng\ bậc\ 1\end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

2) Thay đổi các tham số a và D

Khi thay đổi khoảng cách giữa hai khe (thay đổi a) thì có thể tại điểm M trên màn lúc đầu là vân sáng (tối) sẽ chuyển thành vân tối (sáng) có bậc cao hơn hoặc thấp hơn tùy thuộc a tăng hay giảm.

$$\begin{cases} x_M = k\dfrac{\lambda D}{a} & |\times k' \\ x_M = k'\dfrac{\lambda D}{a+\Delta a} & |\times k \end{cases} \Rightarrow \lambda = ? \qquad \begin{cases} x_M = k\dfrac{\lambda D}{a} & |\times (m+0,5) \\ x_M = (m+0,5)\dfrac{\lambda D}{a+\Delta a} & |\times k \end{cases} \Rightarrow \lambda = ?$$

Khi thay đổi khoảng cách hai khe đến màn (thay đổi D) thì có thể tại điểm M trên màn lúc đầu là vân sáng (tối) sẽ chuyển thành vân tối (sáng) có bậc cao hơn hoặc thấp hơn tùy thuộc D giảm hay tăng.

$$\begin{cases} x_M = k\dfrac{\lambda D}{a} & |\times k' \\ x_M = k'\dfrac{\lambda (D+\Delta D)}{a} & |\times k \end{cases} \Rightarrow \lambda = ? \qquad \begin{cases} x_M = k\dfrac{\lambda D}{a} & |\times (m+0,5) \\ x_M = (m+0,5)\dfrac{\lambda (D+\Delta D)}{a} & |\times k \end{cases} \Rightarrow \lambda = ?$$

Ví dụ 1: (ĐH-2012) Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ, khoảng cách giữa hai khe hẹp là a, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe hẹp đến màn quan sát là 2 m. Trên màn quan sát, tại điểm M cách vân sáng trung tâm 6 mm, có vân sáng bậc 5. Khi thay đổi khoảng cách giữa hai khe hẹp một đoạn bằng 0,2 mm sao cho vị trí vân sáng trung tâm không thay đổi thì tại M có vân sáng bậc 6. Giá trị của λ bằng

A. 0,60 μm. B. 0,50 μm. C. 0,45 μm. D. 0,55 μm.

Hướng dẫn

Vì bậc vân tăng lên nên a tăng thêm: $x_M = 5\dfrac{\lambda D}{a} = 6\dfrac{\lambda D}{a+0,2}$

$$\Rightarrow \frac{5}{a} = \frac{6}{a+0,2} \Rightarrow a = 1(mm) \Rightarrow \lambda = \frac{ax_M}{5D} = 0,6.10^{-6}(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm Iâng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc xác định, thì tại điểm M trên màn quan sát là vân sáng bậc 5. Sau đó giảm khoảng cách giữa hai khe một đoạn bằng 0,2 mm thì tại M trở thành vân tối thứ 5 so với vân sáng trung tâm. Ban đầu khoảng cách giữa hai khe là

A. 2,2 mm. B. 1,2 mm. C. 2 mm. D. 1 mm.

Hướng dẫn

$$x_M = 5\frac{\lambda D}{a} = 4,5\frac{\lambda D}{a-0,2} \Rightarrow \frac{5}{a} = \frac{4,5}{a-0,2} \Rightarrow a = 2(mm)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm I-âng, nguồn S phát bức xạ đơn sắc λ, màn quan sát cách mặt phẳng hai khe một khoảng không đổi D, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 = a có thể thay đổi (nhưng S_1 và S_2 luôn cách đều S). Xét điểm M trên màn, lúc đầu là vân sáng bậc 4, nếu lần lượt giảm hoặc tăng khoảng cách S_1S_2 một lượng Δa thì tại đó là vân sáng bậc k và bậc 3k. Nếu tăng khoảng cách S_1S_2 thêm 2Δa thì tại M là

A. vân tối thứ 9. B. vân sáng bậc 9. C. vân sáng bậc 7. D. vân sáng bậc 8.

Hướng dẫn

$$\left.\begin{aligned} x_M &= k\frac{\lambda D}{a-\Delta a} \\ x_M &= 3k\frac{\lambda D}{a+\Delta a} \end{aligned}\right\} \Rightarrow 1 = 3\frac{a-\Delta a}{a+\Delta a} \Rightarrow \Delta a = 0,5a$$

$$\left.\begin{aligned} x_M &= 4\frac{\lambda D}{a} \\ x_M &= k'\frac{\lambda D}{a+2\Delta a} \end{aligned}\right\} \Rightarrow 1 = \frac{k'}{4.2} \Rightarrow k' = 8 \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, khoảng cách hai khe là 1 mm. Giao thoa thực hiện với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ thì tại điểm M có tọa độ 1,2 mm là vị trí vân sáng bậc 4. Nếu dịch màn xa thêm một đoạn 25 cm theo phương vuông góc với mặt phẳng hai khe thì tại M là vị trí vân sáng bậc 3. Xác định bước sóng.

A. 0,4 μm. B. 0,48 μm. C. 0,45 μm. D. 0,44 μm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} x_M = 4\dfrac{\lambda D}{a} \Rightarrow \dfrac{\lambda D}{a} = \dfrac{x_M}{4} \\ x_M = 3\dfrac{\lambda(D+0,25)}{a} = 3\dfrac{\lambda D}{a} + 0,75.\dfrac{\lambda}{a} \end{cases} \Rightarrow \lambda = 0,4.10^{-6}(m) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, khoảng cách hai khe là 0,5 mm. Giao thoa thực hiện với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ thì tại điểm M có tọa độ 1 mm là vị trí vân sáng bậc 2. Nếu dịch màn xa thêm một đoạn 50/3 (cm) theo phương vuông góc với mặt phẳng hai khe thì tại M là vị trí vân tối thứ 2. Tính bước sóng.

A. 0,4 μm. B. 0,5 μm. C. 0,6 μm. D. 0,64 μm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} x_M = 2\dfrac{\lambda D}{a} \\ x_M = 1,5\dfrac{\lambda(D+0,5/3)}{a} = 0,75.2\dfrac{\lambda D}{a} + \dfrac{0,25\lambda}{a} \end{cases} \Rightarrow \lambda = 0,5.10^{-6}(m) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 6: (ĐH - 2013): Thực hiện thí nghiệm I-âng về giao thoa với ánh sáng có bước sóng λ. Khoảng cách giữa hai khe hẹp là 1mm. Trên màn quan sát, tại điểm M cách vân trung tâm 4,2 mm có vân sáng bậc 5. Giữ cố định các điều kiện khác, di chuyển dần màn quan sát dọc theo đường thẳng vuông góc với mặt phẳng chứa hai khe ra xa cho đến khi vân giao thoa tại M chuyển thành vân tối thứ hai thí khoảng dịch màn là 0,6 m. Bước sóng λ bằng:

A. 0,6 μm. B. 0,5 μm. C. 0,7 μm. D. 0,4 μm.

Hướng dẫn

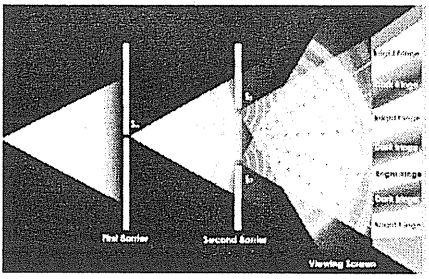
Vị trí điểm M: $x_M = 5i = 5\dfrac{\lambda D}{a} = 4,2.10^{-3}(m)$ (1)

Ban đầu, các vân tối tính từ vân trung tâm đến M lần lượt có tọa độ là 0,5i; 1,5i; 2,5i; 3,5i và 4,5i. Khi dịch màn ra xa 0,6 m M trở thành vân tối thứ 2 thì x_M = 3,5i' hay $x_M = 3,5\dfrac{\lambda(D+0,6)}{a} = 4,2.10^{-3}(m)$ (2)

Từ (1) và (2) tính ra: D = 1,4 m, λ = 0,6 μm ⇒ Chọn A.

3) Số vân trên trường giao thoa và trên một đoạn

* *Số vân trên trường*

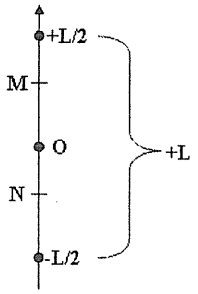


Trường giao thoa là vùng sáng trên màn có các vân giao thoa.

Bề rộng trường giao thoa L là khoảng cách ngắn nhất giữa hai mép ngoài cùng của hai vân sáng ngoài cùng. Vì vậy, nếu đo *chính xác* L thì số vân sáng trên trường giao thoa luôn nhiều hơn số vân tối là 1.

Thông thường bề rộng trường giao thoa đối xứng qua vân trung tâm.

Để tìm số vân sáng, tối trên trường giao thoa ta thay vị trí vân vào điều kiện $-\dfrac{L}{2} \le x \le \dfrac{L}{2}$ sẽ được $\begin{cases} -\dfrac{L}{2} \le x = ki \le \dfrac{L}{2} \\ -\dfrac{L}{2} \le x = (m-0,5)i \le \dfrac{L}{2} \end{cases}$

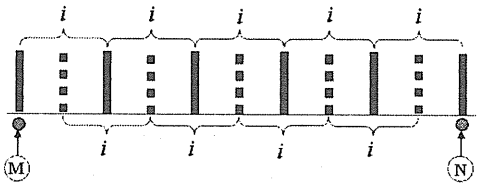


Hoặc có thể áp dụng công thức giải nhanh: $\begin{cases} N_s = 2\left[\dfrac{L}{2i}\right] + 1 \\ N_t = N_s - 1 \end{cases}$

* *Số vân trên đoạn MN nằm gọn trong trường giao thoa*

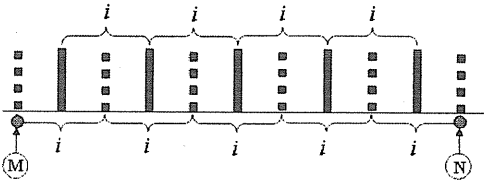
\+ Tại M và N là hai vân sáng:

$$\begin{cases} N_t = \dfrac{MN}{i} \\ N_s = \dfrac{MN}{i} + 1 \end{cases}$$



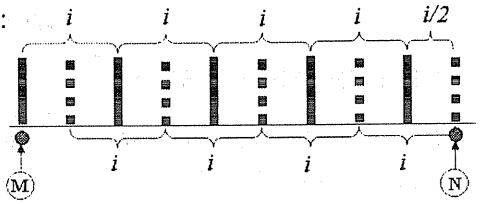
\+ Tại M và N là hai vân tối:

$$\begin{cases} N_s = \dfrac{MN}{i} \\ N_t = \dfrac{MN}{i} + 1 \end{cases}$$



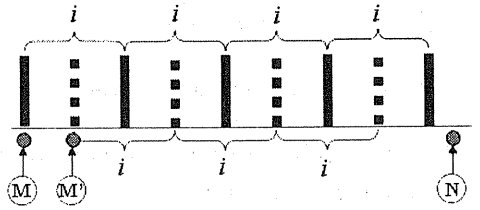
+ Tại M là vân sáng và tại N là vân tối:

$$N_s = N_t = \frac{MN}{i} + 0,5$$



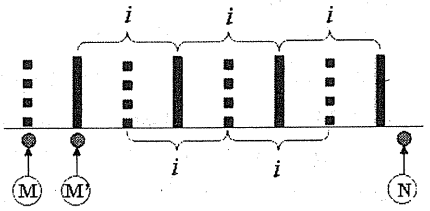
+ Tại M là vân sáng và tại N chưa biết:

$$\begin{cases} N_s = \left[\frac{MN}{i}\right] + 1 \\ N_t = \left[\frac{M'N}{i}\right] + 1 = \left[\frac{MN - 0,5i}{i}\right] + 1 \end{cases}$$



+ Tại M là vân tối và tại N chưa biết:

$$\begin{cases} N_t = \left[\frac{MN}{i}\right] + 1 \\ N_s = \left[\frac{M'N}{i}\right] + 1 = \left[\frac{MN - 0,5i}{i}\right] + 1 \end{cases}$$



+ Cho tọa độ tại M và N: $\begin{cases} x_M \le x_s = ki \le x_N \\ x_M \le x_t = (m - 0,5)i \le x_N \end{cases}$ (số giá trị nguyên k là số vân sáng, số giá trị nguyên m là số vân tối).

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn là 2 m. Ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm có bước sóng 0,5 μm. Vùng giao thoa trên màn rộng 25,8 mm (vân trung tâm ở chính giữa). Số vân sáng là

A. 15. B. 17. C. 13. D. 11.

Hướng dẫn

$$i = \frac{\lambda D}{a} = 2(mm) \Rightarrow N_s = 2\left[\frac{0,5L}{i}\right] + 1 = 2\left[\frac{0,5.25,8}{2}\right] + 1 = 2[6,45] + 1 = 13$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: (ĐH-2010) Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6 μm. Khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2,5 m, bề rộng miền giao thoa là 1,25 cm. Tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là

A. 19 vân. B. 17 vân. C. 15 vân. D. 21 vân.

Hướng dẫn

$$i=\frac{\lambda D}{a}=1,5(mm)\Rightarrow\begin{cases}N_s=2\left[\frac{L}{2i}\right]+1=2\left[\frac{12,5}{2.1,5}\right]+1=2[4,17]+1=9\\N_t=N_s-1=8\end{cases}$$

$\Rightarrow N_t+N_s=17\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm Iâng về giao thoa ánh sáng, trong khoảng rộng 12,5 mm trên màn có 13 vân tối biết một đầu là vân tối còn một đầu là vân sáng. Biết bề rộng trường giao thoa 8,1 mm. Tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là

A. 19. B. 17. C. 16. D. 15.

Hướng dẫn

$$12,5i=12,5mm\Rightarrow i=1(mm)\Rightarrow\begin{cases}N_s=2\left[\frac{0,5L}{i}\right]+1=2\left[\frac{0,5.8,1}{1}\right]+1=9\\N_t=N_s-1=8\end{cases}$$

$\Rightarrow N_t+N_s=17\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng với ánh sáng đơn sắc trên màn chỉ quan sát được 21 vạch sáng mà khoảng cách giữa hai vạch sáng đầu và cuối là 40 mm. Tại hai điểm M, N là hai vị trí của hai vân sáng trên màn. Hãy xác định số vân sáng trên đoạn MN biết rằng khoảng cách giữa hai điểm đó là 24 mm.

A. 40. B. 41. C. 12. D. 13.

Hướng dẫn

$$i=\frac{\Delta S}{21-1}=2(mm)\Rightarrow N_s=\frac{MN}{i}+1=13\Rightarrow\text{Chọn D.}$$

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, trên màn quan sát hai vân sáng đi qua hai điểm M và P. Biết đoạn MP dài 7,2 mm đồng thời vuông góc với vân trung tâm và số vân sáng trên đoạn MP nằm trong khoảng từ 11 đến 15. Tại điểm N thuộc MP, cách M một đoạn 2,7 mm là vị trí của một vân tối. Số vân tối quan sát được trên MP là

A. 11. B. 12. C. 13. D. 14.

Hướng dẫn

Số vân sáng trên đoạn MP: $11<N_{MP}=\frac{MP}{i}+1<15\Rightarrow 0,514(mm)<i<0,72(mm)$

Vì M là vân sáng và N là vân tối nên: MN = (n + 0,5)i

$$\Rightarrow 2,7=(n+0,5)i\Rightarrow i=\frac{2,7}{n+0,5}\xrightarrow{0,514<i<0,72}3,25<n<4,75\Rightarrow n=4$$

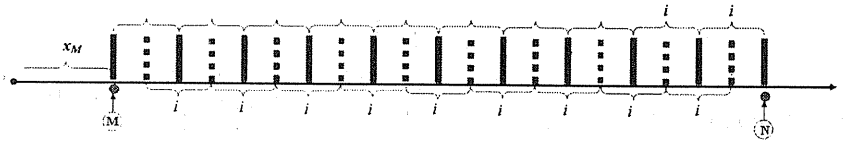
$$\Rightarrow i=\frac{2,7}{4+0,5}=0,6(mm)$$

Số vân tối trên đoạn MP: $N_t = \dfrac{MP}{i} = \dfrac{7,2}{0,6} = 12 \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: (ĐH-2012) Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1. Trên màn quan sát, trên đoạn thẳng MN dài 20 mm (MN vuông góc với hệ vân giao thoa) có 10 vân tối, M và N là vị trí của hai vân sáng. Thay ánh sáng trên bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_2 = 5\lambda_1/3$ thì tại M là vị trí của một vân giao thoa, số vân sáng trên đoạn MN lúc này là

A.7. B. 5. C. 8. D. 6.

Hướng dẫn



Ta có: $i_1 = 0,6i_2 \Rightarrow MN = 10i_1 = 6i_2 \Rightarrow N_s = 6 + 1 = 7 \Rightarrow$ Chọn A.

(Lúc đầu, M là vân sáng nên $x_M = ki_1 = 0,6ki_2$ (k là số nguyên). Vì 0,6k không thể là số bán nguyên được và 0,6k chỉ có thể là số nguyên, tức là sau đó tại M vẫn là vân sáng).

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm giao thoa lâng với ánh sáng đơn sắc khoảng vân giao thoa là 0,5 mm. Tại hai điểm M, N trên màn cách nhau 18,2 mm trong đó tại M là vị trí vân sáng. Số vân tối trên đoạn MN là

A. 36. B. 37. C. 41. D.15.

Hướng dẫn

$$N_s = \left[\frac{MN - 0,5i}{i}\right] + 1 = \left[\frac{18,2}{0,5} - 0,5\right] + 1 = 36 \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 8: (CĐ-2010) Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, các khe hẹp được chiếu sáng bởi ánh sáng đơn sắc. Khoảng vân trên màn là 1,2 mm. Trong khoảng giữa hai điểm M và N trên màn ở cùng một phía so với vân sáng trung tâm, cách vân trung tâm lần lượt 2 mm và 4,5 mm, quan sát được

A. 2 vân sáng và 2 vân tối. B. 3 vân sáng và 2 vân tối.

C. 2 vân sáng và 3 vân tối. D. 2 vân sáng và 1 vân tối.

Hướng dẫn

Vì hai điểm M và N trên màn ở cùng một phía so với vân sáng trung tâm nên có thể chọn $x_M = +2$ mm và $x_N = 4,5$ mm.

$$\begin{cases} x_M \le ki = 1,2k \le x_N \Rightarrow 1,67 \le k \le 3,75 \Rightarrow k = 2;3 \\ x_M \le (m + 0,5)i = 1,2(m + 0,5) \le x_N \Rightarrow 1,17 \le m \le 3,25 \Rightarrow m = 2;3 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 9: Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe I–âng, hai khe cách nhau 2 mm, khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát là 2 m. Ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5\ \mu m$. Cho M và N là hai điểm nằm trong trường giao thoa, chúng nằm khác phía nhau so với vân chính giữa, có OM = 12,3 mm, ON = 5,2 mm. Số vân sáng và số vân tối trong đoạn MN là

A. 35 vân sáng, 35 vân tối. B. 36 vân sáng, 36 vân tối.

C. 35 vân sáng, 36 vân tối. D. 36 vân sáng, 35 vân tối.

Hướng dẫn

Khoảng vân: $i = \dfrac{\lambda D}{a} = 0,5(mm)$

Vì hai điểm M và N trên màn ở khác phía so với vân sáng trung tâm nên có thể chọn $x_M = -12,3$ mm và $x_N = 5,2$ mm.

$$\begin{cases} x_M \le ki = k.0,5 \le x_N \Rightarrow -24,6 \le k \le 10,4 \Rightarrow k = \underbrace{-24;...;10}_{\text{có 35 giá trị}} \\ x_M \le (m+0,5)i = (m+0,5)0,5 \le x_N \Rightarrow -25,1 \le m \le 9,9 \Rightarrow m = \underbrace{-25;...;9}_{\text{có 35 giá trị}} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG HỖN HỢP

Phương pháp giải

1) Số vạch sáng trùng nhau khi giao thoa I-âng đồng thời với λ_1, λ_2

Bài toán: Tìm số vân sáng trùng nhau trên đoạn AB biết rằng trên AB đếm được N_{vs} vạch sáng.

Mỗi ánh sáng đơn sắc cho một hệ vân giao thoa riêng. Mỗi vân sáng là một vạch sáng, nhưng nếu vân sáng hệ này trùng vân sáng hệ kia chỉ cho ta một vạch sáng (vân sáng trùng). Gọi N_1, N_2 lần lượt là tổng số vân sáng trên AB khi giao thoa lần lượt với λ_1, λ_2.

Số vân sáng trùng trên AB là $N_{\equiv} = N_1 + N_2 - N_{vs}$

Để tìm N_1 và N_2 ta chú ý kiến thức đã học ở dạng trước:

* Tại A và B là hai vân sáng: $N = \dfrac{AB}{i} + 1$

* Tại A và B là hai vân tối: $N = \dfrac{AB}{i}$

* Tại A là vân sáng và tại B là vân tối: $N = \dfrac{AB}{i} + 0,5$

* Tại A là vân sáng và tại B chưa biết: $N = \left[\dfrac{AB}{i}\right] + 1$

* Tại A là vân tối và tại B chưa biết: $N = \left[\dfrac{AB - 0,5}{i}\right] + 1$

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc thì khoảng vân lần lượt 0,64 mm và 0,54 mm. Xét tại hai điểm A, B trên màn cách nhau một khoảng 34,56 mm là hai vị trí mà cả hai hệ vân đều cho vân sáng tại đó. Trên khoảng đó quan sát được 117 vạch sáng. Hỏi trên AB có mấy vạch sáng là kết quả trùng nhau của hai hệ vân.

A. 3. B. 4. C. 5. D. 1.

Hướng dẫn

Cách 1: $N_{\equiv} = N_1 + N_2 - N_{vs} = \left(\frac{AB}{i_1} + 1\right) + \left(\frac{AB}{i_2} + 1\right) - N_{vs}$

$$N_{\equiv} = \left(\frac{34,56}{0,54} + 1\right) + \left(\frac{34,56}{0,64} + 1\right) - 107 = 3 \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Cách 2: $\frac{i_1}{i_2} = \frac{0,64}{0,54} = \frac{32}{27} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = 32i \\ i_2 = 27i \end{cases}$

Khoảng vân trùng là "bội số chung nhỏ nhất" của i_1 và i_2:

$i_{\equiv} = 32.27i = 27i_1 = 32i_2 = 27.0,64 = 17,28(mm)$

Tại A là một vân trùng nên số vân trùng trên AB là:

$$N_{\equiv} = \left[\frac{AB}{i_{\equiv}}\right] + 1 = \left[\frac{34,56}{17,28}\right] + 1 = 3$$

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0,48$ mm và $i_2 = 0,64$ mm. Xét tại hai điểm A, B trên màn cách nhau một khoảng 6,72 mm. Tại A cả hai hệ vân đều cho vân sáng, còn tại B hệ i_1 cho vân sáng hệ i_2 cho vân tối. Trên đoạn AB quan sát được 22 vạch sáng. Hỏi trên AB có mấy vạch sáng là kết quả trùng nhau của hai hệ vân?

A. 3. B. 4. C. 5. D. 6.

Hướng dẫn

Cách 1: $N_{\equiv} = N_1 + N_2 - N_{vs} = \left(\frac{AB}{i_1} + 1\right) + \left(\frac{AB}{i_2} + 0,5\right) - N_{vs}$

$$N_{\equiv} = \left(\frac{6,72}{0,48} + 1\right) + \left(\frac{6,72}{0,64} + 0,5\right) - 22 = 4$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2: $\frac{i_1}{i_2} = \frac{0,48}{0,64} = \frac{3}{4} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = 3i \\ i_2 = 4i \end{cases} \Rightarrow i_{\equiv} = 3.4i = 4i_1 = 3i_2 = 4.0,48 = 1,92(mm)$

Tại A là một vân trùng nên: $N_{\equiv} = \left[\frac{AB}{i_{\equiv}}\right] + 1 = \left[\frac{6,72}{1,92}\right] + 1 = 4$

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0,4$ mm và $i_2 = 0,3$ mm. Xét tại hai điểm A, B trên màn cách nhau một khoảng 9,7 mm. Tại A cả hai hệ vân đều cho vân sáng, còn tại B cả hai hệ đều không cho vân sáng hoặc vân tối. Trên đoạn AB quan sát được 49 vạch sáng. Hỏi trên AB có mấy vạch sáng là kết quả trùng nhau của hai hệ vân?

A. 3. B. 9. C. 5. D. 8.

Hướng dẫn

Cách 1: $N_{\equiv} = N_1 + N_2 - N_{vs} = \left(\left[\frac{AB}{i_1}\right]+1\right)+\left(\left[\frac{AB}{i_2}\right]+0,5\right)-N_{vs}$

$N_{\equiv} = \left[\frac{9,7}{0,4}\right]+1+\left[\frac{9,7}{0,3}\right]+1-49=9 \Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2: $\frac{i_1}{i_2}=\frac{0,4}{0,3}=\frac{4}{3}\Rightarrow\begin{cases}i_1=4i\\i_2=3i\end{cases}\Rightarrow i_{\equiv}=4.3i=3i_1=4i_2=3.0,4=1,2(mm)$

Tại A là một vân trùng nên: $N_{\equiv}=\left[\frac{AB}{i_{\equiv}}\right]+1=\left[\frac{9,7}{1,2}\right]+1=9$

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc có bước sóng với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là 0,48 mm và i_2. Xét tại hai điểm A, B trên màn cách nhau một khoảng 34,56 mm là hai vị trí mà cả hai hệ vân đều cho vân sáng tại đó. Trên đoạn AB quan sát được 109 vạch sáng, trong đó có 19 vạch là kết quả trùng nhau của hai hệ vân. Khoảng vân i_2 bằng

A. 0,36 mm. B. 0,54 mm. C. 0,64 mm. D. 0,18 mm.

Hướng dẫn

$N_{\equiv}=\left(\frac{AB}{i_1}+1\right)+\left(\frac{AB}{i_2}+1\right)-N_{vs}\Leftrightarrow 19=\left(\frac{34,56}{0,48}+1\right)+\left(\frac{34,56}{i_2}+1\right)-109$

$\Rightarrow i_2=0,64(mm)\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: Một nguồn sáng điểm nằm cách đều hai khe Iâng và phát ra đồng thời hai bức xạ đơn sắc có bước sóng 0,6 μm và bước sóng λ chưa biết. Khoảng cách hai khe 1 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn 2 m. Trong một khoảng rộng L = 24 mm trên màn, đếm được 33 vạch sáng, trong đó có 5 vạch là kết quả trùng nhau của hai hệ vân. Tính bước sóng λ, biết hai trong 5 vạch trùng nhau nằm ngoài cùng của khoảng L.

A. 0,45 μm. B. 0,55 μm. C. 0,65 μm. D. 0,75 μm.

Hướng dẫn

$i_1=\frac{\lambda_1 D}{a}=1,2(mm)$

$$N_{\equiv}=\left(\frac{AB}{i_1}+1\right)+\left(\frac{AB}{i_2}+1\right)-N_{vs}\Leftrightarrow 5=\left(\frac{24}{1,2}+1\right)+\left(\frac{24}{i_2}+1\right)-33$$

$$\Rightarrow i_2=1,5(mm)\Rightarrow \lambda_2=\frac{ai_2}{D}=0,75(\mu m)\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

2) Số vạch sáng nằm giữa vân sáng bậc k_1 của λ_1 và vân sáng bậc k_2 của λ_2

Phương pháp giải

Vân sáng trùng nhau: $x=k_1\frac{\lambda_1 D}{a}=k_2\frac{\lambda_2 D}{a}\Rightarrow\frac{k_1}{k_2}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\text{phân số tối giản}=\frac{b}{c}$

Vẽ các vân trùng cho đến bậc k_1 của hệ 1 và bậc k_2 của hệ 2.

Từ hình vẽ xác định được số vạch sáng.

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng, chiếu đồng thời vào hai khe hai bức xạ có bước sóng λ_1 = 0,42 μm và λ_2 = 0,525 μm. Hệ thống vân giao thoa được thu trên màn, tại điểm M trên màn là vân sáng bậc 4 của bức xạ λ_1, và điểm N là vân sáng bậc 11 của bức xạ λ_2. Biết M và N nằm cùng về một phía so với vân sáng trung tâm. Trừ hai vạch sáng tại hai điểm M, N thì trong đoạn MN có

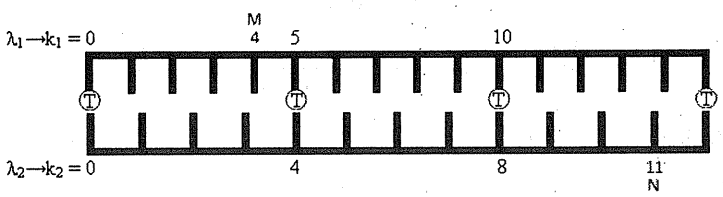
A. 15 vạch sáng. B. 13 vạch sáng. C. 16 vạch sáng. D. 14 vạch sáng.

Hướng dẫn

Cách 1: $\frac{k_1}{k_2}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{5}{4}$

Vẽ vị trí trùng đầu tiên là $k_1=0$, $k_2=0$, tiếp đến $k_1=5$, $k_2=4$, rồi $k_1=10$, $k_2=8$ và $k_1=15$, $k_2=12$.

Xác định điểm M là vân sáng bậc 4 của hệ 1 và điểm N là vân sáng bậc 11 của hệ 2.



Trong khoảng MN (trừ M và N) có: $\begin{cases}2\text{ vạch trùng}\\13-4=9\text{ vân sáng hệ 1}\\11-4=7\text{ vân sáng hệ 2}\end{cases}$

Tổng số vạch sáng trên khoảng MN: 9 + 7 - 2 = 14 $\Rightarrow$ Chọn D.

Cách 2: $\frac{i_1}{i_2}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{4}{5}\Rightarrow\begin{cases}i_1=4i\\i_2=5i\end{cases}\Rightarrow i_{\equiv}=4.5i=20i$

Tọa độ của M và N: $x_M=4i_1=16i$ và $x_N=11i_2=55i$.

Số vân sáng của hệ 1, hệ 2 và số vân trùng trong khoảng MN (trừ M và N, điều kiện: 16i < x < 55i) được xác định:

$$\begin{cases} 16i < k_1 i_1 = k_1.4i < 55i \Rightarrow 4 < k_1 < 13,75 \Rightarrow k_1 = \underbrace{5;...13}_{\text{có 9 giá trị}} \\ 16i < k_2 i_2 = k_2.5i < 55i \Rightarrow 3,2 < k_2 < 11 \Rightarrow k_2 = \underbrace{4;...10}_{\text{có 7 giá trị}} \\ 16i < k_{\equiv} i_{\equiv} = k_{\equiv}.20i < 55i \Rightarrow 0,8 < k_{\equiv} < 2,75 \Rightarrow k_{\equiv} = \underbrace{1;2}_{\text{có 2 giá trị}} \end{cases}$$

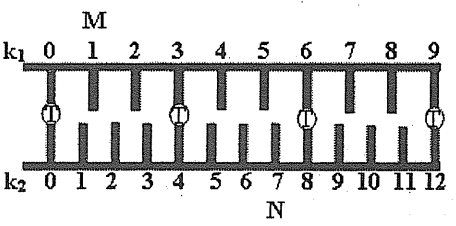
Tổng số vạch sáng trên khoảng MN: 9 + 7 - 2 = 14 $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng, chiếu đồng thời vào hai khe hai bức xạ có bước sóng λ_1 và $\lambda_2 = 0,75\lambda_1$. Hệ thống vân giao thoa được thu trên màn, tại điểm M trên màn là vân sáng bậc 1 của bức xạ λ_1, và điểm N là vân sáng bậc 7 của bức xạ λ_2. Biết M và N nằm cùng về một phía so với vân sáng trung tâm. Trừ hai vạch sáng tại hai điểm M, N thì trong đoạn MN có

A. 6 vạch sáng. B. 4 vạch sáng. C. 7 vạch sáng D. 8 vạch sáng.

Hướng dẫn

Cách 1: $\frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{3}{4}$



Trong khoảng MN (trừ M và N) có:

$$\begin{cases} 1 \text{ vạch trùng} \\ 5 - 1 = 4 \text{ vân sáng hệ 1} \\ 7 - 2 = 5 \text{ vân sáng hệ 2} \end{cases}$$

Tổng số vạch sáng trên khoảng MN: 4 + 5 - 1 = 8 $\Rightarrow$ Chọn D.

Cách 2: $\frac{i_1}{i_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{4}{3} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = 4i \\ i_2 = 3i \end{cases} \Rightarrow i_{\equiv} = 4.3i = 12i$

Tọa độ của M và N: $x_M = i_1 = 4i$ và $x_N = 7i_2 = 21i$.

Số vân sáng của hệ 1, hệ 2 và số vân trùng trong khoảng MN (trừ M và N, điều kiện: 4i < x < 21i) được xác định:

$$\begin{cases} 4i < k_1 i_1 = k_1.4i < 21i \Rightarrow 1 < k_1 < 5,25 \Rightarrow k_1 = \underbrace{2;...;5}_{\text{có 4 giá trị}} \\ 4i < k_2 i_2 = k_2.3i < 21i \Rightarrow 1,3 < k_2 < 7 \Rightarrow k_2 = \underbrace{2;...;6}_{\text{có 5 giá trị}} \\ 4i < k_{\equiv} i_{\equiv} = k_{\equiv}.12i < 21i \Rightarrow 0,3 < k_{\equiv} < 1,75 \Rightarrow k_{\equiv} = \underbrace{1}_{\text{có 1 giá trị}} \end{cases}$$

Tổng số vạch sáng trên khoảng MN: 4 + 5 - 1 = 8 $\Rightarrow$ Chọn D.

Bình luận:

1) Bài toán liên quan đến bậc vân không quá lớn nên giải theo cách 1.

2) Bài toán liên quan đến bậc vân lớn hoặc liên quan đến vân tối hoặc liên quan đến tọa độ nên giải theo cách 2.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng, chiếu đồng thời vào hai khe hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0{,}6$ μm và $\lambda_2 = 0{,}4$ μm. Hệ thống vân giao thoa được thu trên màn, tại điểm M trên màn là vân tối thứ 3 của bức xạ λ_1, và điểm N là vân sáng bậc 17 của bức xạ λ_2. Biết M và N nằm cùng về một phía so với vân sáng trung tâm. Trừ hai điểm M, N thì trong khoảng MN có

A. 16 vạch sáng. B. 14 vạch sáng. C. 20 vạch sáng. D. 15 vạch sáng.

Hướng dẫn

$$\frac{i_1}{i_2}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{3}{2}\Rightarrow\begin{cases}i_1=3i\\ i_2=2i\end{cases}\Rightarrow i_{\equiv}=3.2i=6i$$

Tọa độ của M và N: $x_M = 3{,}5i_1 = 10{,}5i$ và $x_N = 17i_2 = 34i$.

Số vân sáng của hệ 1, hệ 2 và số vân trùng trong khoảng MN (trừ M và N, điều kiện: $10{,}5i < x < 34i$) được xác định:

$$\begin{cases}10{,}5i<k_1i_1=k_1.3i<34i\Rightarrow 3{,}5<k_1<11{,}3\Rightarrow k_1=\underbrace{4;...;11}_{\text{có 8 giá trị}}\\ 10{,}5i<k_2i_2=k_2.2i<34i\Rightarrow 5{,}25<k_2<17\Rightarrow k_2=\underbrace{5;...;16}_{\text{có 12 giá trị}}\\ 10{,}5i<k_{\equiv}i_{\equiv}=k_{\equiv}.6i<34i\Rightarrow 1{,}75<k_{\equiv}<5{,}6\Rightarrow k_{\equiv}=\underbrace{2;...;5}_{\text{có 4 giá trị}}\end{cases}$$

Tổng số vạch sáng trên khoảng MN: 8 + 12 – 4 = 16

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc khoảng vân giao thoa trên màn lần lượt là 1,2 mm và 1,8 mm. Trên màn quan sát, gọi M, N là hai điểm ở cùng một phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 6 mm và 20 mm. Trên đoạn MN, quan sát được bao nhiêu vạch sáng?

A. 19. B. 16. C. 20. D. 18.

Hướng dẫn

Cách 1: $\frac{i_1}{i_2}=\frac{1{,}2}{1{,}8}=\frac{2}{3}\Rightarrow i_{\equiv}=3i_1=2i_2=3{,}6(mm)$

Có thể chọn tọa độ của M và N: $x_M = 6$ mm và $x_N = 20$ mm.

Số vân sáng của hệ 1, hệ 2 và số vân trùng trong khoảng MN (trừ M và N, điều kiện: $6 < x < 20$) được xác định:

$$\begin{cases} 6 \le k_1 i_1 = k_1.1,2 \le 20 \Rightarrow 5 \le k_1 \le 16,7 \Rightarrow k_1 = \underbrace{5;...;16}_{\text{có 12 giá trị}} \\ 6 \le k_2 i_2 = k_2.1,8 \le 20 \Rightarrow 3,3 \le k_1 \le 11,1 \Rightarrow k_2 = \underbrace{4;...;11}_{\text{có 8 giá trị}} \\ 6 \le k_{\equiv} i_{\equiv} = k_{\equiv}.3,6i \le 20 \Rightarrow 1,6 \le k_{\equiv} \le 5,6 \Rightarrow k_{\equiv} = \underbrace{2;...;5}_{\text{có 4 giá trị}} \end{cases}$$

Tổng số vạch sáng trên khoảng MN: 12 + 8 - 4 = 16 $\Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2: Số vị trí vân sáng trùng nhau trên MN:

$$\begin{cases} x = k_1 i_1 = k_2 i_2 = k_1.1,2 = k_2.1,8\ (mm) \Rightarrow \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{3}{2} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 3n \\ k_2 = 2n \end{cases} \\ x = 3n.1,2\ (mm) = 3,6n\ (mm) \Rightarrow \begin{cases} 6 \le x \le 20 \Rightarrow 1,7 \le n \le 5,6 \\ \Rightarrow n = 2,3,4,5 : \text{số vị trí trùng 4} \end{cases} \end{cases}$$

Số vân sáng của hệ 1 và hệ 2 trên MN lần lượt được xác định như sau:

$$\begin{cases} 6 \le x = k_1 i_1 = k_1.1,2 \le 20 \Rightarrow 5 \le k_1 \le 16,7 \Rightarrow k_1 = 5,..,16 : \text{số giá trị } k_1 \text{ là 12} \\ 6 \le x = k_2 i_2 = k_2.1,8 \le 20 \Rightarrow 3,3 \le k_1 \le 11,1 \Rightarrow k_2 = 4,..,11 : \text{số giá trị } k_2 \text{ là 8} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ *Số vạch sáng = 12 + 8 - 4 = 16* $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, D = 2 m, a = 1,5 mm, hai khe được chiếu sáng đồng thời hai bức xạ 0,60 μm và 0,50 μm. Trong vùng giao thoa nhận vân trung tâm là tâm đối xứng rộng 10 mm trên màn có số vân sáng là

A. 28. B. 3. C. 27. D. 25.

Hướng dẫn

Cách 1: $\begin{cases} i_1 = \dfrac{\lambda_1 D}{a} = 0,8mm \\ i_2 = \dfrac{\lambda_2 D}{a} = \dfrac{2}{3}mm \end{cases} \Rightarrow \dfrac{i_1}{i_2} = \dfrac{0,8}{2/3} = \dfrac{6}{5} \Rightarrow i_{\equiv} = 5i_1 = 6i_2 = 5.0,8 = 4(mm)$

Số vân sáng của hệ 1, hệ 2 và số vân trùng trong trường giao thoa:

$$N_1 = 2\left[\frac{L}{2i_1}\right] + 1 = 2\left[\frac{10}{2.0,8}\right] + 1 = 13\ ;\ N_2 = 2\left[\frac{L}{2i_2}\right] + 1 = 2\left[\frac{10}{2.2/3}\right] + 1 = 15\ ;$$

$$N_{\equiv} = 2\left[\frac{L}{2i_{\equiv}}\right] + 1 = 2\left[\frac{10}{2.4}\right] + 1 = 3$$

Tổng số vạch sáng trên khoảng MN: 13 + 15 - 3 = 25 $\Rightarrow$ Chọn D.

Cách 2:

Số vân sáng trùng:

$$\begin{cases} x = k_1.i_1 = k_2.i_2 \Rightarrow \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{5}{6} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 5n \\ k_2 = 6n \end{cases} \Rightarrow x = 5n.0,8 = 4n\,(mm) \\ -\dfrac{L}{2} \le x \le \dfrac{L}{2} \Rightarrow -1,25 \le n \le 1,25 \Rightarrow n = 0, \pm 1 : \textit{số vị trí trùng 3} \end{cases}$$

Số vân sáng của hệ 1: $N_1 = 2\left[\dfrac{L}{2i_1}\right] + 1 = 13$

Số vân sáng của hệ 2: $N_2 = 2\left[\dfrac{L}{2i_2}\right] + 1 = 15$

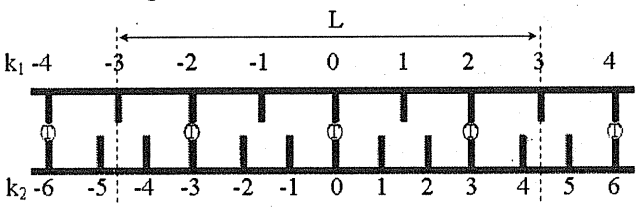
Tổng số vạch sáng: 13 + 15 - 3 = 25 $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 6: Thí nghiệm giao thoa ánh sáng I-âng, thực hiện với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 = 0,6 μm trên màn giao thoa, trên một đoạn L thấy có 7 vân sáng (vân trung tâm nằm chính giữa, hai đầu là hai vân sáng). Nếu thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 và λ_2 = 0,4 μm trên đoạn L số vạch sáng đếm được là

A. 16 vạch sáng. B. 13 vạch sáng. C. 14 vạch sáng. D. 15 vạch sáng.

Hướng dẫn

Cách 1: $\dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \dfrac{2}{3}$



Trong L (tính cả M và N) có:

$$\begin{cases} 3 \text{ vạch trùng} \\ 3-(-3)+1 = 7 \text{ vân sáng hệ 1} \\ 4-(-4)+1 = 9 \text{ vân sáng hệ 2} \end{cases}$$

Tổng số vạch sáng trên khoảng MN: 7 + 9 - 3 = 13 $\Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2: $\dfrac{i_1}{i_2} = \dfrac{\lambda_1}{\lambda_2} = \dfrac{3}{2} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = 3i \\ i_2 = 2i \end{cases} \Rightarrow i_{\equiv} = 6i$

Tọa độ của M và N: $x_M = -3i_1 = -9i$ và $x_N = 3i_2 = 9i$.

Số vân sáng của hệ 1, hệ 2 và số vân trùng trong L (cả M và N, điều kiện: -3i ≤ x ≤ 3i) được xác định:

$$\begin{cases} -9i \le k_1 i_1 = k_1.3i \le 9i \Rightarrow -3 \le k_1 \le 3 \Rightarrow k_1 = \underbrace{-3;\ldots;3}_{\text{có 7 giá trị}} \\ -9i \le k_2 i_2 = k_2.2i \le 9i \Rightarrow -4,5 \le k_2 \le 4,5 \Rightarrow k_2 = \underbrace{-4;\ldots;4}_{\text{có 9 giá trị}} \\ -9i \le k_{\equiv} i_{\equiv} = k_{\equiv}.6i \le 9i \Rightarrow -1,5 \le k_{\equiv} \le 1,5 \Rightarrow k_{\equiv} = \underbrace{-1;\ldots;1}_{\text{có 3 giá trị}} \end{cases}$$

Tổng số vạch sáng trên khoảng MN: 7 + 9 - 3 = 13 $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 7: Thí nghiệm giao thoa ánh sáng I-âng khoảng cách hai khe a = 1 mm, khoảng cách hai khe tới màn D = 2 m. Giao thoa thực hiện đồng thời với hai bức xạ có bước sóng λ_1 = 400 nm và λ_2 = 300 nm. Số vạch sáng quan sát được trên đoạn AB = 14,4 mm đối xứng qua vân trung tâm của màn là

A. 44 vạch sáng. B. 19 vạch sáng. C. 42 vạch sáng. D. 37 vạch sáng.

Hướng dẫn

Bức xạ λ_2 = 300 nm nằm trong miền tử ngoại mắt không nhìn thấy nên số vạch sáng trên đoạn AB đúng bằng số vân sáng của λ_1 trên AB:

$$-7,2.10^{-3} \le x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_1\frac{400.10^{-9}.2}{10^{-3}} \le 7,2.10^{-3} \Rightarrow -9 \le k_1 \le 9 \Rightarrow \textit{Có 19 giá trị.}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

3) Biết các vân trùng nhau xác định bước sóng

* Vân sáng trùng vân sáng: $x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a}$

* Vân sáng trùng vân tối: $x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = (m_2 - 0,5)\frac{\lambda_2 D}{a}$

* Vân tối trùng vân tối: $x = (m_1 - 0,5)\frac{\lambda_1 D}{a} = (m_2 - 0,5)\frac{\lambda_2 D}{a}$

$\Rightarrow$ Biểu diễn λ theo k hoặc m, rồi thay vào điều kiện giới hạn 0,38 μm $\le \lambda \le$ 0,76 μm.

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm I-âng, khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 2m. Chiếu vào hai khe ánh sáng hỗn tạp gồm hai bức xạ có λ_1 = 0,72μm và λ_2, người ta thấy vân sáng bậc 3 của bức xạ λ_2 trùng với vân sáng bậc 2 của bức xạ λ_1. Tìm λ_2.

A. λ_2 = 0,54 μm. B. λ_2 = 0,43 μm. C. λ_2 = 0,48 μm. D. λ_2 = 0,45 μm.

Hướng dẫn

$$x = 3\frac{\lambda_2 D}{a} = 2\frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{2\lambda_1}{3} = 0,48(\mu m) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc λ_1 = 0,45 μm và λ_2. Quan sát tại một điểm M trên màn người ta thấy tại đó vân sáng bậc 5 của λ_1 trùng với vân sáng của λ_2. Xác định bước sóng λ_2. Biết 0,58 μm $\le \lambda_2 \le$ 0,76 μm.

A. 0,76 μm. B. 0,6 μm. C. 0,64 μm. D. 0,75 μm.

Hướng dẫn

$$x = 5\frac{\lambda_1 D}{a} = k\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{2,25}{k}(\mu m) \xrightarrow{0,58 \le \lambda_2 \le 0,76} 2,96 \le k \le 3,88 \Rightarrow k = 3$$

$$\Rightarrow \lambda = 0,75(\mu m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm Iâng, khoảng cách giữa hai khe 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng hai khe đến màn quan sát 1 m, hai khe được chiếu đồng thời hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,60$ μm và λ_2. Trên màn hứng vân giao thoa vân sáng bậc 10 của bức xạ λ_1 trùng với vân sáng bậc 12 của bức xạ λ_2. Khoảng cách giữa hai vân sáng cùng bậc 12 (cùng một phía so với vân chính giữa) của hai bức xạ là

A. 1,2 mm. B. 0,1 mm. C. 0,12 mm. D. 10 mm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} x = 12\dfrac{\lambda_2 D}{a} = 10\dfrac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow \lambda_2 = \dfrac{10\lambda_1}{12} = \dfrac{10.0,6}{12} = 0,5(\mu m) \\ x_{12} - x'_{12} = 12\dfrac{\lambda_2 D}{a} - 12\dfrac{\lambda_1 D}{a} = 12.\dfrac{0,1.10^{-6}.1}{10^{-3}} = 1,2(mm) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc λ_1 và $\lambda_2 = 0,5$ μm. Xác định λ_1 để vân sáng bậc 3 của λ_2 trùng với một vân tối của λ_1. Biết 0,58 μm ≤ λ_1 ≤ 0,76 μm.

A. 0,6 μm. B. 8/15 μm. C. 7/15 μm. D. 0,65 μm.

Hướng dẫn

$$x = 1\frac{\lambda_2 D}{a} = (m + 0,5)\frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{1,5}{m + 0,5}\mu m \xrightarrow{0,58 \le \lambda_1 \le 0,76} 1,47 \le m \le 2,08$$

$$\Rightarrow m = 2 \Rightarrow \lambda = 0,6(\mu m) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc λ_1 và $\lambda_2 = 0,54$ μm. Xác định λ_1 để vân tối thứ 3 kể từ vân sáng trung tâm của λ_2 trùng với một vân tối của λ_1. Biết 0,38 μm ≤ λ_1 ≤ 0,76 μm.

A. 0,4 μm. B. 8/15 μm. C. 7/15 μm. D. 27/70 μm.

Hướng dẫn

$$x = 2,5\frac{\lambda_2 D}{a} = (m + 0,5)\frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{1,35}{m + 0,5}\mu m \xrightarrow{0,38 \le \lambda_1 \le 0,76} 1,28 \le m \le 3,05$$

$$\Rightarrow m = 2;3 \Rightarrow \lambda_1 = \frac{27}{70}(\mu m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

4) Xác định các vị trí trùng nhau của hai hệ vân

a) Vân sáng trùng nhau

Cách 1:

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \text{phân số tối giản} = \frac{b}{c}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} k_1 = bn \\ k_2 = cn \end{cases}(n \in Z) \Rightarrow \boxed{x = bni_1 = cni_2} \Rightarrow \begin{cases} x_{\min} = bi_1 = ci_2 \ khi\ n = 1 \\ \Delta x = x_{n+1} - x_n = bi_1 = ci_2 \end{cases}$$

Trong đó, x_{min} là khoảng cách từ O đến vị trí trùng gần nhất và Δx là khoảng cách giữa hai vị trí trùng liên tiếp ($i_{\equiv}$). Trường hợp này $\Delta x = x_{min} = (i_{\equiv})$.

Cách 2: $\frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = phân\ số\ tối\ giản = \frac{b}{c} \Rightarrow i_{\equiv} = bi_1 = ci_2$

Vì tại gốc tọa độ là một vị trí vân sáng trùng với vân sáng nên: $\Delta x = x_{min} = i_{\equiv}$.

Các vị trí trùng khác: $x = ni_{\equiv}$ (với n là số nguyên).

b) Vân tối trùng nhau

Cách 1:

$$x = (2m_1 - 1)\frac{i_1}{2} = (2m_2 - 1)\frac{i_2}{2} \Rightarrow \frac{2m_1 - 1}{2m_2 - 1} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = phân\ số\ tối\ giản = \frac{b}{c}$$

(Dĩ nhiên, b và c là các số nguyên dương lẻ thì mới có thể có vân tối trùng với vân tối)

$$\Rightarrow \begin{cases} 2m_1 - 1 = b(2n-1) \\ 2m_2 - 1 = c(2n-1) \end{cases} (n \in Z) \Rightarrow \boxed{x = b(2n-1)\frac{i_1}{2} = c(2n-1)\frac{i_2}{2}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_{min} = \frac{bi_1}{2} = \frac{ci_2}{2}\ khi\ n = 1 \\ \Delta x = x_{n+1} - x_n = bi_1 = ci_2 \end{cases}$$

Trong đó, x_{min} là khoảng cách từ O đến vị trí trùng gần nhất và Δx là khoảng cách giữa hai vị trí trùng liên tiếp ($i_{\equiv}$). Trường hợp này $\Delta x = 2x_{min}$ hay $x_{min} = \Delta x/2$.

Cách 2: $\frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = phân\ số\ tối\ giản = \frac{b}{c} \Rightarrow i_{\equiv} = bi_1 = ci_2$

Vì tại gốc tọa độ không phải là vị trí vân tối trùng và nó cách vị trí trùng gần nhất là $x_{min} = 0{,}5i_{\equiv}$ nên các vị trí trùng khác: $x = (n - 0{,}5)i_{\equiv}$ (với n là số nguyên).

c) Vân tối của λ_2 trùng với vân sáng của λ_1

Cách 1:

$$x = k_1 i_1 = (2m_2 - 1)\frac{i_2}{2} \Rightarrow \frac{k_1}{2m_2 - 1} = \frac{0{,}5i_2}{i_1} = \frac{0{,}5\lambda_2}{\lambda_1} = phân\ số\ tối\ giản = \frac{b}{c}$$

(Dĩ nhiên, c là số nguyên dương lẻ thì mới có thể có vân sáng của λ_1 trùng với vân tối của λ_2).

$$\Rightarrow \begin{cases} k_1 = b(2n-1) \\ 2m_2 - 1 = c(2n-1) \end{cases} (n \in Z) \Rightarrow \boxed{x = b(2n-1)i_1 = c(2n-1)\frac{i_2}{2}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_{min} = bi_1 = \frac{ci_2}{2}\ khi\ n = 1 \\ \Delta x = x_{n+1} - x_n = 2bi_1 = ci_2 \end{cases}$$

Trong đó, x_{min} là khoảng cách từ O đến vị trí trùng gần nhất và Δx là khoảng cách giữa hai vị trí trùng liên tiếp ($i_{\equiv}$). Trường hợp này $\Delta x = 2x_{min}$ hay $x_{min} = \Delta x/2$.

Cách 2:

* Vân tối của λ_2 trùng với vân sáng λ_1

$$\frac{i_2}{2i_1} = \frac{\lambda_2}{2\lambda_1} = phân\ số\ tối\ giản = \frac{b}{c} \Rightarrow i_{\equiv} = 2bi_1 = ci_2$$

Vì tại gốc tọa độ cách vị trí trùng gần nhất là $x_{min} = 0{,}5i_{\equiv}$ nên các vị trí trùng khác: $x = (n - 0{,}5)i_{\equiv}$ (với n là số nguyên).

* Vân tối của λ_1 trùng với vân sáng λ_2

$$\frac{i_1}{2i_2} = \frac{\lambda_1}{2\lambda_2} = phân\ số\ tối\ giản = \frac{b}{c} \Rightarrow i_{\equiv} = 2bi_2 = ci_1$$

Vì tại gốc tọa độ cách vị trí trùng gần nhất là: $x_{min} = 0{,}5i_{\equiv}$ nên các vị trí trùng khác: $x = (n - 0{,}5)i_{\equiv}$ (với n là số nguyên).

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0{,}8$ mm và $i_2 = 1{,}2$ mm. Xác định toạ độ các vị trí trùng nhau của các vân sáng của hai hệ vân trên màn giao thoa (trong đó n là số nguyên).

A. x = 1,2.n (mm) B. x = 1,8.n (mm) C. x = 2,4.n (mm) D. x = 3,2.n (mm)

Hướng dẫn

Cách 1:

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{1{,}2}{0{,}8} = \frac{3}{2} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 3n \\ k_2 = 2n \end{cases} \Rightarrow x = 3ni_1 = 2ni_2 = 2{,}4.n\,(mm)$$

Cách 2: $\frac{i_2}{i_1} = \frac{1{,}2}{0{,}8} = \frac{3}{2} \Rightarrow i_{\equiv} = 3i_1 = 2i_2 = 2{,}4\,(mm) \Rightarrow$ Chọn C.

Vì tại gốc tọa độ là một vị trí vân sáng trùng với vân sáng nên các vị trí trùng khác: $x = ni_{\equiv} = 2{,}4n$ (mm) (với n là số nguyên).

(Để tìm $i_{\equiv}$ ta nhân chéo hai phân thức $\frac{i_2}{i_1} = \frac{b}{c} \Rightarrow i_{\equiv} = bi_1 = ci_2$).

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 2{,}4$ mm và $i_2 = 1{,}6$ mm. Khoảng cách ngắn nhất giữa các vị trí trên màn có 2 vân sáng trùng nhau là

A. 9,6 mm. B. 3,2 mm. C. 1,6 mm. D. 4,8 mm.

Hướng dẫn

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{1{,}6}{2{,}4} = \frac{2}{3} \Rightarrow i_{\equiv} = 2i_1 = 3i_2 = 2.2{,}4 = 4{,}8\,(mm) = \Delta x \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc khoảng vân giao thoa lần lượt là 0,21 mm và 0,15 mm. Lập công thức xác định vị trí trùng nhau của các vân tối của hai bức xạ trên màn (n là số nguyên).

A. x = 1,2.n + 3,375 (mm). B. x = 1,05.n + 4,375 (mm).

C. x = 1,05n + 0,525 (mm). D. x = 3,2.n (mm).

Hướng dẫn

Cách 1:

$$x=(2m_1+1).\frac{0,21}{2}=(2m_2+1).\frac{0,15}{2}\,(mm)\Rightarrow\frac{2m_1+1}{2m_2+1}=\frac{5}{7}\Rightarrow\begin{cases}2m_1+1=5(2n+1)\\2m_2+1=7(2n+1)\end{cases}$$

$$x=5(2n+1).\frac{0,21}{2}=1,05n+0,525\,(mm)\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Cách 2: $\frac{i_2}{i_1}=\frac{0,15}{0,21}=\frac{5}{7}\Rightarrow i_{\equiv}=5i_1=7i_2=5.0,21=1,05(mm)$

Vì tại gốc tọa độ O không phải là vị trí vân tối trùng và O cách vị trí trùng gần nhất là $x_{min} = 0,5i_{\equiv} = 0,525$ mm nên các vị trí trùng khác: $x = (n + 0,5)i_{\equiv} = 1,05n + 0,525$ mm (với n là số nguyên).

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0,5$ mm và $i_2 = 0,3$ mm. Khoảng cách gần nhất từ vị trí trên màn có 2 vân tối trùng nhau đến vân trung tâm là

A. 0,75 mm B. 3,2 mm C. 1,6 mm D. 1,5 mm

Hướng dẫn

$$\frac{i_2}{i_1}=\frac{0,3}{0,5}=\frac{3}{5}\Rightarrow i_{\equiv}=3i_1=5i_2=3.0,5=1,5(mm)$$

Vì tại gốc tọa độ O không phải là vị trí vân tối trùng và O cách vị trí trùng gần nhất là $x_{min} = 0,5i_{\equiv} = 0,75$ mm $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là 1,35 mm và 2,25 mm. Tại hai điểm gần nhau nhất trên màn là M và N thì các vân tối của hai bức xạ trùng nhau. Tính MN.

A. 3,375 (mm) B. 4,375 (mm) C. 6,75 (mm) D. 3,2 (mm)

Hướng dẫn

$$\frac{i_2}{i_1}=\frac{2,25}{1,35}=\frac{5}{3}\Rightarrow i_{\equiv}=5i_1=3i_2=5.1,35=6,75(mm)=\Delta x=MN$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với hai bức xạ đơn sắc khoảng vân lần lượt: 1,35 mm và 2,25 mm. Tại điểm M trên màn cách vân trung tâm một đoạn b cả hai bức xạ đều cho vân tối tại đó. Hỏi b chỉ có thể nhận giá trị nào trong các giá trị sau?

A. 3,75 mm. B. 5,75 mm. C. 6,75 mm. D. 10,125 mm.

Hướng dẫn

Cách 1: $x=(m_1+0,5).1,35=(m_2+0,5).2,25\,(mm)\Rightarrow\dfrac{2m_1+1}{2m_2+1}=\dfrac{5}{3}$

$$\Rightarrow\begin{cases}2m_1+1=5(2n+1)\Rightarrow m_1=5n+2\\2m_2+1=3(2n+1)\end{cases}$$

$$x=(5n+2+0,5).1,35\,(mm)=6,75n+3,375\,(mm)\Rightarrow\begin{cases}n=1\Rightarrow x=3,375(mm)\\n=2\Rightarrow x=10,125(mm)\end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Cách 2: $\dfrac{i_2}{i_1}=\dfrac{2,25}{1,35}=\dfrac{5}{3}\Rightarrow i_{\equiv}=5i_1=3i_2=5.1,35=6,75(mm)$

Vì tại gốc tọa độ O không phải là vị trí vân tối trùng và O cách vị trí trùng gần nhất là $x_{min}=0,5i_{\equiv}=3,375$ mm nên các vị trí trùng khác: $x=(n+0,5)i_{\equiv}=6,75n+3,375$ mm (với n là số nguyên) $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1=0,5$ mm và $i_2=0,4$ mm. Hai điểm M và N trên màn mà tại các điểm đó hệ 1 cho vân sáng và hệ 2 cho vân tối. Khoảng cách MN nhỏ nhất là

A. 2 mm. B. 1,2 mm. C. 0,8 mm. D. 0,6 mm.

Hướng dẫn

Cách 1: $x=k_1i_1=(2m_2+1)0,5i_2$

$$\Rightarrow\frac{k_1}{2m_2+1}=\frac{0,5i_2}{i_1}=\frac{0,5.0,4}{0,5}=\frac{2}{5}\Rightarrow\begin{cases}k_1=2(2n+1)\\2m_2+1=5(2n+1)\end{cases}$$

$x=2(2n+1)0,5(mm)\Rightarrow x_{n+1}-x_n=2(mm)\Rightarrow$ Chọn A.

* Vân tối của λ_2 trùng với vân sáng λ_1:

$$\frac{i_2}{2i_1}=\frac{0,4}{2.0,5}=\frac{2}{5}\Rightarrow i_{\equiv}=2.2i_1=5i_2=2.2.0,5=2(mm)=\Delta x=MN\Rightarrow\text{Chọn A.}$$

Ví dụ 8: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1=0,3$ mm và $i_2=0,45$ mm. Tìm các vị trí trên màn mà tại đó đó hệ i_2 cho vân sáng và hệ i_1 cho vân tối.

Hướng dẫn

Cách 1:

$$x = k_2 i_2 = (2m_1 + 1)0,5i_1 \Rightarrow \frac{k_2}{2m_1+1} = \frac{0,5i_1}{i_2} = \frac{0,5.0,3}{0,45} = \frac{1}{3} \Rightarrow \begin{cases} k_2 = 1(2n+1) \\ 2m_1 + 1 = 3(2n+1) \end{cases}$$

$x = 1(2n+1)0,45(mm) = 0,9n + 0,45(mm)$, với n là số nguyên.

Cách 2: Vân tối của λ_1 trùng với vân sáng λ_2

$$\frac{i_1}{2i_2} = \frac{0,3}{2.0,45} = \frac{1}{3} \Rightarrow i_{\equiv} = 1.2i_2 = 3i_1 = 2.0,45 = 0,9(mm)$$

Vì tại gốc tọa độ cách vị trí trùng gần nhất là: $x_{min} = 0,5i_{\equiv} = 0,45$ mm nên các vị trí trùng khác: $x = (n - 0,5)i_{\equiv} = 0,9n - 0,45$ (với n là số nguyên).

Chú ý: Hãy kiểm tra các kết luận sau đây (nếu bề rộng trường giao thoa đủ lớn):

1) Luôn tồn tại vị trí để hai vân sáng của hai hệ trùng nhau.

2) $\frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \text{phân số tối giản} = \frac{b}{c}$

* *Nếu b và c đều là số lẻ thì sẽ có vị trí vân tối trùng nhau và không có vị trí vân sáng trùng vân tối.*

* *Nếu b chẵn và c lẻ thì sẽ có vị trí vân sáng hệ 1 trùng vân tối hệ 2, không có vị trí vân tối trùng nhau và không có vị trí vân sáng hệ 2 trùng vân tối hệ 1.*

* *Nếu b lẻ và c chẵn thì sẽ có vị trí vân sáng hệ 2 trùng vân tối hệ 1, không có vị trí vân tối trùng nhau và không có vị trí vân sáng hệ 1 trùng vân tối hệ 2.*

5) Số các vị trí trùng nhau của hai hệ vân

Cách 1: Tìm tọa độ các vị trí trùng nhau của hai hệ vân (sáng trùng nhau, tối trùng nhau, sáng trùng tối) theo số nguyên n. Sau đó thay vào điều kiện giới hạn của x (trong cả trường giao thoa có bề rộng L thì $-0,5L \le x \le 0,5L$ và giữa hai điểm M, N thì $x_M \le x \le x_N$) để tìm số giá trị nguyên n.

Cách 2: Tìm $i_{\equiv}$ cho các trường hợp trùng nhau rồi tính số vị trí trùng. VD: Nếu A là một vị trí trùng thì tổng số vị trí trùng trên AB là $N_{\equiv} = \left[\frac{AB}{i_{\equiv}}\right] + 1$

Ví dụ 1: (ĐH-2009) Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2 m. Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 450$ nm và $\lambda_2 = 600$ nm. Trên màn quan sát, gọi M, N là hai điểm ở cùng một phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 5,5 mm và 22 mm. Trên đoạn MN, số vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ là

A. 4. B. 2. C. 5. D. 3.

Hướng dẫn

Cách 1: $x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} = k_1.1,8 = k_2.2,4\,(mm) \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{4}{3} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 4n \\ k_2 = 3n \end{cases}$

$\Rightarrow x = 7,2.n\,(mm) \xrightarrow{5,5 \le x \le 22} 0,76 \le n \le 3,05 \Rightarrow n = \underbrace{1;...;3}_{\text{có 3 giá trị}}$ ⇒ Chọn D.

Cách 2: $\frac{i_2}{i_1} = \frac{2,4}{1,8} = \frac{4}{3} \Rightarrow i_{\equiv} = 4i_1 = 3i_2 = 4.1,8 = 7,2(mm)$

Vì tại gốc tọa độ O là một vị trí trùng nên các vị trí trùng khác: $x = ni_{\equiv} = 7,2n$ mm (với n là số nguyên)

$\Rightarrow x = 7,2.n\,(mm) \xrightarrow{5,5 \le x \le 22} 0,76 \le n \le 3,05 \Rightarrow n = \underbrace{1;...;3}_{\text{có 3 giá trị}}$ ⇒ Chọn D.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc khoảng vân giao thoa lần lượt là 1,2 mm và 1,8 mm. Bề rộng vùng giao thoa quan sát được trên màn 2,6 cm. Số vị trí mà vân sáng của hai bức xạ trùng nhau trong vùng giao thoa là

A. 5. B. 3. C. 4. D. 7.

Hướng dẫn

$\frac{i_2}{i_1} = \frac{1,8}{1,2} = \frac{3}{2} \Rightarrow i_{\equiv} = 3i_1 = 2i_2 = 3.1,2 = 3,6(mm)$. Vì tại gốc tọa độ O là một vị trí trùng nên các vị trí trùng khác: $x = ni_{\equiv} = 3,6n$ mm (với n là số nguyên)

$\Rightarrow x = 3,6.n\,(mm) \xrightarrow{-13 \le x \le 13} -3,6 \le n \le 3,6 \Rightarrow n = \underbrace{-3;...;3}_{\text{có 7 giá trị}}$ ⇒ Chọn D.

Ví dụ 3: Làm thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe I-âng đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc đơn sắc màu đỏ và màu lục thì khoảng vân giao thoa trên màn lần lượt là 1,5 mm và 1,1 mm. Hai điểm M và N nằm hai bên vân sáng trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 6,4 mm và 26,5 mm. Số vân sáng màu đỏ quan sát được trên đoạn MN là

A. 20. B. 2. C. 28. D. 22.

Hướng dẫn

Cách 1: $\frac{i_1}{i_2} = \frac{1,5}{1,1} = \frac{15}{11} \Rightarrow i_{\equiv} = 11i_1 = 15i_2 = 11.1,5 = 16,5(mm)$

Vị trí vạch sáng trùng:

$x = 16,5n\,(mm) \xrightarrow{-6,4 \le x \le 26,5} -0,39 \le n \le 1,6 \Rightarrow n = \underbrace{0;...;1}_{\text{có 2 giá trị}}$

Vị trí vân sáng màu đỏ:

$x = 1,5n\,(mm) \xrightarrow{-6,4 \le x \le 26,5} -4,26 \le n \le 17,7 \Rightarrow n = \underbrace{-4;...;17}_{\text{có 22 giá trị}}$

Số vân màu đỏ còn lại: 22 – 2 = 20 ⇒ Chọn A.

Cách 2: Số vạch sáng trùng:

$$\begin{cases} x = k_1.i_1 = k_2.i_2 = k_1.1,5 = k_2.1,1\,(mm) \Rightarrow \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{11}{15} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 11n \\ k_2 = 15n \end{cases} \\ x = 11n.1,5\,(mm) = 16,5n\,(mm) \Rightarrow \begin{cases} -6,4 \le x \le 26,5 \Rightarrow -0,4 \le n \le 1,6 \\ \Rightarrow n = 0;1 : \text{số vị trí trùng 2} \end{cases} \end{cases}$$

Số vân sáng của hệ 1:

$-6,4 \le x = k_1.1,5 \le 26,5 \Rightarrow -4,3 \le k_1 \le 17,6 \Rightarrow k_1 = -4,..,17 : \text{số giá trị } k_1 \text{ là } 22$

Số vân màu đỏ còn lại: $22 - 2 = 20 \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là i_1 = 0,5 mm và i_2 = 0,3 mm. Trên màn quan sát, gọi M, N là hai điểm ở cùng một phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 2,25 mm và 6,75 mm. Trên đoạn MN, số vị trí vân tối trùng nhau của hai bức xạ là

A. 6. B. 5. C. 3. D. 4.

Hướng dẫn

Cách 1: $\dfrac{i_2}{i_1} = \dfrac{0,5}{0,3} = \dfrac{5}{3} \Rightarrow i_{\equiv} = 5i_1 = 3i_2 = 5.0,3 = 1,5(mm)$

Vì tại gốc tọa độ O không phải là vị trí vân tối trùng và O cách vị trí trùng gần nhất là $x_{min} = 0,5i_{\equiv}$ = 0,75 mm nên các vị trí trùng khác: $x = (n + 0,5)i_{\equiv} = 1,5n +$ 0,75 mm $\xrightarrow{2,25 \le x \le 6,75} 1 \le n \le 4 \Rightarrow n = \underbrace{1;...;4}_{\text{có 4 giá trị}} \Rightarrow$ Chọn D.

Cách 2:

$$x = (2m_1 + 1).\frac{i_1}{2} = (2m_2 + 1).\frac{i_2}{2} \Rightarrow \frac{2m_1 + 1}{2m_2 + 1} = \frac{3}{5} \Rightarrow \begin{cases} 2m_1 + 1 = 3(2n+1) \\ 2m_2 + 1 = 5(2n+1) \end{cases}$$

$$\Rightarrow x = 3(2n+1).\frac{0,5}{2} = 1,5n + 0,75\,(mm) \xrightarrow{2,25 \le x \le 6,25} \Rightarrow 1 \le n \le 4 \Rightarrow n = 1;2;3;4$$

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc khoảng vân giao thoa trên màn lần lượt là i_1 = 0,8 mm và i_2 = 0,6 mm. Biết bề rộng trường giao thoa là 9,6 mm. Trên trường giao thoa, số vị trí mà vân sáng hệ 2 trùng với vân tối hệ 1 là

A. 6. B. 5. C. 3. D. 4.

Hướng dẫn

Cách 1: Vân tối của λ_1 trùng với vân sáng λ_2

$$\frac{i_1}{2i_2} = \frac{0,8}{2.0,6} = \frac{2}{3} \Rightarrow i_{\equiv} = 2.2i_2 = 3i_1 = 2.2.0,6 = 2,4(mm)$$

Vì tại gốc tọa độ cách vị trí trùng gần nhất là: $x_{min} = 0,5i_{\equiv} = 1,2$ mm nên các vị trí trùng khác: $x = (n - 0,5)i_{\equiv} = 2,4n - 1,2$ (với n là số nguyên).

$$\xrightarrow{-4,8\le x\le 4,8} -1,5 \le n \le 2,5 \Rightarrow n = \underbrace{-1;...;2}_{\text{có 4 giá trị}} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Cách 2:

$$x = k_2 i_2 = (2m_1 + 1)0,5i_1 \Rightarrow \frac{k_2}{2m_1+1} = \frac{0,5i_1}{i_2} = \frac{0,5.0,8}{0,6} = \frac{2}{3} \Rightarrow \begin{cases} k_2 = 2(2n+1) \\ 2m_1 + 1 = 3(2n+1) \end{cases}$$

$$x = 2(2n+1)0,6(mm) \xrightarrow{-4,8\le x\le 4,8} -2,5 \le n \le 1,5 \Rightarrow n = -2;-1;0;1 \Rightarrow \textit{Số vị trí } 4.$$

6) Vạch sáng cùng màu với vạch sáng trung tâm

Khi giao thoa I-âng thực hiện đồng thời với n ánh sáng đơn sắc thì mỗi ánh sáng cho một hệ thống vân giao thoa riêng.

Tại trung tâm là nơi trùng nhau của tất cả các vân sáng bậc 0 và tại đây sẽ có một màu nhất định (chẳng hạn đỏ trùng với vàng sẽ được màu cam).

Nếu tại điểm M trên màn có vạch sáng cùng màu với vạch sáng trung tâm thì tại đây cũng phải trùng đầy đủ các vân sáng của các hệ giống như vân trung tâm:

$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 = ... = k_n i_n$.

a) Trường hợp 2 bức xạ

Đây chính là bài toán liên quan đến hai vân sáng của hai hệ trùng nhau mà ta đã khảo sát. Tuy nhiên, sẽ có nhiều vấn đề mới sẽ được khai thác thêm.

Về mặt phương pháp ta làm theo các bước như đã nói trên:

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{b}{c} \Rightarrow i_{\equiv} = bi_1 = ci_2 \Rightarrow \boxed{x = ni_{\equiv}} \begin{cases} x_M \le ni_{\equiv} \le x_N \\ N_{\equiv} = 2\left[\dfrac{0,5L}{i_{\equiv}}\right] + 1 \end{cases}$$

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc khoảng vân giao thoa lần lượt là 1 mm và 1,5 mm. Xác định vị trí các vạch sáng cùng màu với vạch sáng trung tâm (n là số nguyên)

A. x = 2,5n (mm). B. x = 4n (mm). C. x = 4,5n (mm). D. x = 3n (mm).

Hướng dẫn

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{1,5}{1} = \frac{3}{2} \Rightarrow i_{\equiv} = 3i_1 = 2i_2 = 3.1 = 3(mm) \Rightarrow x = ni_{\equiv} = 3n(mm)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng khoảng cách hai khe là 1,5 mm, khoảng cách giữa mặt phẳng chứa hai khe và màn ảnh E là 2 m. Chiếu đồng thời hai bức xạ đơn sắc $\lambda_1 = 0,48$ (μm) và $\lambda_2 = 0,64$ (μm) vào khe giao thoa. Tìm vị trí gần nhất mà tại đó có vạch sáng cùng màu với vạch sáng trung tâm.

A. ±2,56 (mm). B. ±3,56 (mm). C. ±2,76 (mm). D. ±2,54 (mm).

Hướng dẫn

Cách 1: $i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = 0,64(mm); i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a} = \frac{64}{75}(mm)$

$\frac{i_2}{i_1} = \frac{64/75}{0,64} = \frac{4}{3} \Rightarrow i_{\equiv} = 4i_1 = 3i_2 = 4.0,64 = 2,5(mm) \Rightarrow |x_{\min}| = i_{\equiv} = 2,56(mm)$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2:

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 = k_1.0,64 = k_2.\frac{64}{75}(mm) \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{4}{3} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 4n \\ k_2 = 3n \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 2,56n \\ x_{\min} = 2,56(mm) \end{cases}$$

Ví dụ 3: (ĐH-2008) Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Iâng (Y-âng), khoảng cách giữa hai khe là 2 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 1,2 m. Chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng hỗn hợp gồm hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng 500 nm và 660 nm thì thu được hệ vân giao thoa trên màn. Biết vân sáng chính giữa (trung tâm) ứng với hai bức xạ trên trùng nhau. Khoảng cách từ vân chính giữa đến vân gần nhất cùng màu với vân chính giữa là

A. 4,9 mm. B. 19,8 mm. C. 9,9 mm. D. 29,7 mm.

Hướng dẫn

Cách 1: $i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = 0,3(mm); i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a} = 0,396(mm)$

$\frac{i_2}{i_1} = \frac{0,396}{0,3} = \frac{33}{25} \Rightarrow i_{\equiv} = 33i_1 = 25i_2 = 33.0,3 = 9,9(mm) \Rightarrow$ Chọn C.

Cách 2:

$$\begin{cases} x = k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{33}{25} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 33.n \\ k_2 = 25.n \end{cases} \Rightarrow x = 33.n\frac{\lambda_1 D}{a} = 9,9n\,(mm) \\ \Rightarrow \text{Gần nhất } khi\ n = 1 \Rightarrow x_{\min} = 9,9(\ mm) \end{cases}$$

Chú ý:

1) Nếu bề rộng của trường giao thoa là L thì số vạch sáng cùng màu với vạch sáng trung tâm trên trường giao thoa (kể cả vân trung tâm) là $N_{\equiv} = 2\left[\frac{0,5L}{i_{\equiv}}\right] + 1.$

2) Nếu cho tọa độ của điểm M và N thì số vạch sáng có màu giống với màu của vạch sáng trung tâm trên đoạn MN được xác định từ $x_M \le ni_{\equiv} \le x_N$.

Ví dụ 4: Thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với hai ánh sáng đơn sắc thì khoảng vân giao thoa lần lượt là 1,125 mm và 0,75 mm. Bề rộng trường giao thoa trên màn là 10 mm. Số vạch sáng cùng màu với vạch sáng trung tâm (kể cả vạch sáng trung tâm) là

A. 3. B. 4. C. 5. D. 6.

Hướng dẫn

Cách 1: $\frac{i_2}{i_1}=\frac{0,75}{1,125}=\frac{2}{3}\Rightarrow i_{\equiv}=2i_1=3i_2=2.1,125=2,25(mm)$

$N_{\equiv}=2\left[\frac{0,5L}{i_{\equiv}}\right]+1=2\left[\frac{0,5.10}{2,25}\right]+1=5\Rightarrow$ Chọn C.

Cách 2:

$x=k_1\frac{\lambda_1 D}{a}=k_2\frac{\lambda_2 D}{a}=k_1.1,125=k_2.0,75(mm)\Rightarrow\frac{k_1}{k_2}=\frac{2}{3}\Rightarrow\begin{cases}k_1=2n\\k_2=3n\end{cases}$

$\Rightarrow x=2,25n(mm)\xrightarrow{-5\le x\le 5}\Rightarrow -2,2\le n\le 2,2\Rightarrow n=0;\pm1;\pm2$

Ví dụ 5: Chiếu đồng thời hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,54 μm và 0,72 μm vào hai khe của thí nghiệm Iâng. Biết khoảng cách giữa hai khe 0,8 mm, khoảng cách từ hai khe tới màn 1,8 m. Trong bề rộng trên màn 2 cm (vân trung tâm ở chính giữa), số vân sáng của hai bức xạ không có màu giống màu của vân trung tâm là

A. 20. B. 5. C. 25. D. 30.

Hướng dẫn

Cách 1: $i_1=\frac{\lambda_1 D}{a}=1,215(mm);i_2=\frac{\lambda_2 D}{a}=1,62(mm)$

$\frac{i_2}{i_1}=\frac{1,62}{1,215}=\frac{4}{3}\Rightarrow i_{\equiv}=4i_1=3i_2=4.1,215=4,86(mm)$

$N_{\equiv}=2\left[\frac{0,5L}{i_{\equiv}}\right]+1=2\left[\frac{0,5.20}{4,86}\right]+1=5$

$N_1=2\left[\frac{0,5L}{i_1}\right]+1=2\left[\frac{0,5.20}{1,215}\right]+1=17$

$N_2=2\left[\frac{0,5L}{i_2}\right]+1=2\left[\frac{0,5.20}{1,62}\right]+1=13$

Số vân sáng khác màu với vân trung tâm 17 + 13 – 5 = 25

$\Rightarrow$ Chọn C.

Cách 2: $x=k_1\frac{\lambda_1 D}{a}=k_2\frac{\lambda_2 D}{a}=k_1.1,215=k_2.1,62(mm)\Rightarrow\frac{k_1}{k_2}=\frac{4}{3}\Rightarrow\begin{cases}k_1=4n\\k_2=3n\end{cases}$

$\Rightarrow x=4n.1,215=4,86n\xrightarrow{-10\le x\le 10}-2,05\le n\le 2,05\Rightarrow n=-2;-1;0;1;2\Rightarrow$ có 5 vị trí trùng

$\begin{cases}-10\le x=k_1.1,215\le 10\Rightarrow -8,2\le k_1\le 8,2\Rightarrow k_1=-8;..;8\Rightarrow \text{có 17 vân sáng của hệ 1.}\\-10\le x=k_2.1,62\le 10\Rightarrow -6,2\le k_2\le 6,2\Rightarrow k_2=-6;..;6\Rightarrow \text{có 13 vân sáng của hệ 2.}\end{cases}$

Số vân sáng khác màu với vân trung tâm : 17 + 13 – 5 = 25

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm I-âng, khoảng cách hai khe 1 mm, khoảng cách hai khe đến màn 1 m và bề rộng vùng giao thoa 15 mm. Nếu nguồn phát đồng thời hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 500$ nm, $\lambda_2 = 600$ nm thì số vân sáng trên màn có màu của λ_2 là

A. 20. B. 24. C. 26. D. 30.

Hướng dẫn

Cách 1: $i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = 0,5(mm); i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a} = 0,6(mm)$

$\frac{i_2}{i_1} = \frac{0,6}{0,55} = \frac{6}{5} \Rightarrow i_{\equiv} = 6i_1 = 5i_2 = 6.0,6 = 3,6(mm)$

$N_{\equiv} = 2\left[\frac{0,5L}{i_{\equiv}}\right] + 1 = 2\left[\frac{0,5.15}{3,6}\right] + 1 = 5$; $N_2 = 2\left[\frac{0,5L}{i_2}\right] + 1 = 2\left[\frac{0,5.15}{0,6}\right] + 1 = 25$

Số vân sáng của hệ 2 không trùng $25 - 5 = 20 \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm của Iâng, khoảng cách giữa hai khe là 1,5 mm, khoảng cách giữa hai khe đến màn M là 2 m. Nguồn S chiếu đồng thời hai bức xạ đơn sắc có bước sóng λ_1 và $\lambda_2 = 4/3\ \lambda_1$. Người ta thấy khoảng cách giữa hai vạch sáng liên tiếp có màu giống như màu của vân chính giữa là 2,56 mm. Tìm λ_1.

A. $\lambda_1 = 0,48$ µm. B. $\lambda_1 = 0,75$ µm. C. $\lambda_1 = 0,64$ µm. D. $\lambda_1 = 0,52$ µm.

Hướng dẫn

Cách 1:

$\frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{4}{3} \Rightarrow i_{\equiv} = 4i_1 = 4.\frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow 2,56 = 4.\frac{\lambda_1.2}{1,5.10^{-3}} \Rightarrow \lambda_1 = 0,48.10^{-6}(m)$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2:

$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{4}{3} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 4n \\ k_2 = 3n \end{cases} \Rightarrow x = 4n\frac{\lambda_1 D}{a}$

$\Rightarrow \Delta x = 4\frac{\lambda_1 D}{a} = 2,56(mm) \Rightarrow \lambda_1 = 0,48(\mu m)$

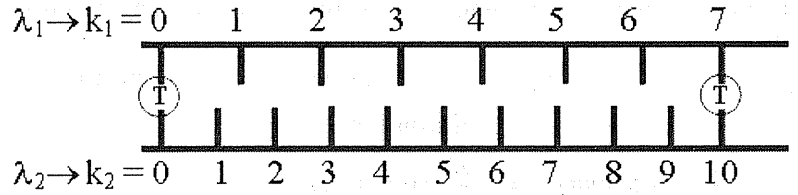
Ví dụ 8: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng hai khe sáng hẹp. Nguồn phát đồng thời hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,6$ µm (màu cam) và $\lambda_2 = 0,42$ µm (màu tím). Tại vạch sáng gần nhất cùng màu với vạch sáng trung tâm là vị trí vân sáng bậc mấy của bức xạ bước sóng λ_1?

A. bậc 7. B. bậc 10. C. bậc 4. D. bậc 6.

Hướng dẫn

$\frac{i_1}{i_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{0,6}{0,42} = \frac{10}{7} \Rightarrow i_{\equiv} = 7i_1 = 10i_2 \Rightarrow$ Chọn A.

Bình luận thêm: Tại O là nơi trùng nhau của các vân sáng bậc 0, vị trí trùng tiếp theo là vân sáng bậc 7 của hệ 1 trùng với vân sáng bậc 10 của hệ 2.



Giữa hai vị trí trùng nhau liên tiếp này có 7 – 1 = 6 vân sáng màu cam và 10 – 1 = 9 vân sáng màu tím.

Từ đó ta rút ra quy trình giải nhanh như sau:

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{b}{c} \begin{cases} (b-1) - \text{vân sáng } \lambda_1 \\ (c-1) - \text{vân sáng } \lambda_2 \end{cases}$$

Ví dụ 9: (ĐH-2012) Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời hai ánh sáng đơn sắc λ_1, λ_2 có bước sóng lần lượt là 0,48 μm và 0,60 μm. Trên màn quan sát, trong khoảng giữa hai vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có

A. 4 vân sáng λ_1 và 3 vân sáng λ_2.
B. 5 vân sáng λ_1 và 4 vân sáng λ_2.
C. 4 vân sáng λ_1 và 5 vân sáng λ_2.
D. 3 vân sáng λ_1 và 4 vân sáng λ_2.

Hướng dẫn

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0,6}{0,48} = \frac{5}{4} \begin{cases} (5-1) = 4 & \text{vân sáng } \lambda_1 \\ (4-1) = 3 & \text{vân sáng } \lambda_2 \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

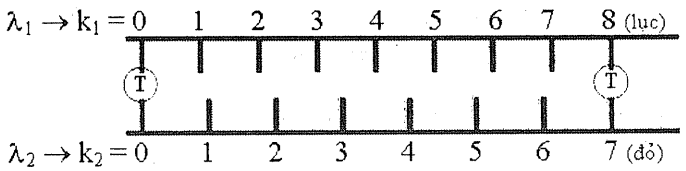
Ví dụ 10: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng I-âng, thực hiện đồng thời với hai bức xạ có bước sóng 560 nm (màu lục) và 640 nm (màu đỏ). M và N là hai vị trí liên tiếp trên màn có vạch sáng cùng màu với vạch sáng trung tâm. Trên đoạn MN có

A. 6 vân màu đỏ, 7 vân màu lục.
B. 2 loại vạch sáng.
C. 14 vạch sáng.
D. 7 vân đỏ, 8 vân màu lục.

Hướng dẫn

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{560}{640} = \frac{7}{8} \begin{cases} (7-1) = 6 & \text{vân sáng } \lambda_1 \\ (8-1) = 7 & \text{vân sáng } \lambda_2 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.



Ví dụ 11: Thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng nguồn phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc $\lambda_1 = 0{,}64$ μm (đỏ), $\lambda_2 = 0{,}48$ μm (lam) trên màn hứng vân giao thoa. Trong đoạn giữa 3 vân sáng liên tiếp cùng màu với vân trung tâm có số vân đỏ và vân lam là

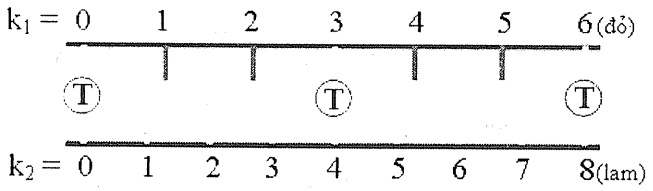
A. 9 vân đỏ, 7 vân lam. B. 7 vân đỏ, 9 vân lam.

C. 4 vân đỏ, 6 vân lam. D. 6 vân đỏ, 4 vân lam.

Hướng dẫn

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0{,}48}{0{,}64} = \frac{3}{4} \begin{cases} (3-1) = 2 & \text{vân sáng } \lambda_1 \\ (4-1) = 3 & \text{vân sáng } \lambda_2 \end{cases}$$

Giữa hai vị trí liên tiếp có 2 vân đỏ và 3 vân lam ⇒ Giữa 3 vị trí liên tiếp có 2.2 = 4 vân đỏ và 2.3 = 6 vân lam ⇒ Chọn C.



Ví dụ 12: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn S phát ra hai ánh sáng đơn sắc: $\lambda_1 = 0{,}64$ μm (màu đỏ), $\lambda_2 = 0{,}48$ μm (màu lam) thì tại M, N và P trên màn là ba vị trí liên tiếp trên màn có vạch sáng cùng màu với màu của vân trung tâm. Nếu giao thoa thực hiện lần lượt với các ánh sáng λ_1, λ_2 thì số vân sáng trên đoạn MP lần lượt là x và y. Chọn đáp số đúng.

A. x = 9 và y = 7. B. x = 7 và y = 9.

C. x = 10 và y = 13. D. x = 13 và y = 9.

Hướng dẫn

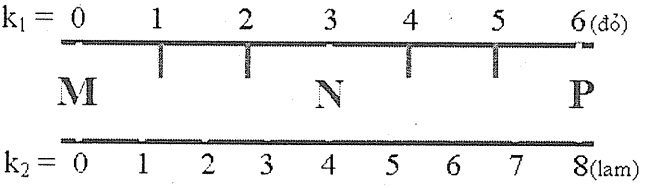
* Khi giao thoa đồng thời với λ_1, λ_2

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0{,}48}{0{,}64} = \frac{3}{4} = \frac{6}{8}$$

Tại O là nơi trùng nhau của các vân sáng bậc 0. Ta chọn P ≡ O;

Vị trí N tiếp theo là vân sáng bậc 3 của hệ 1 trùng với vân sáng bậc 4 của hệ 2.

Vị trí P tiếp nữa là vân sáng bậc 6 của hệ 1 trùng với vân sáng bậc 8 của hệ 2.



* Khi giao thoa lần lượt với λ_1, λ_2 thì số vân sáng của mỗi hệ trên đoạn MN (tính cả M và N) tương ứng là: 6 – 0 + 1 = 7 vân đỏ và 8 – 0 + 1 = 9 vân lam ⇒ Chọn B.

Chú ý: Nếu giữa hai vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có z vân sáng của hệ 2 thì c – 1 = z ⇒ c = z + 1 thay vào $\frac{k_1}{k_2}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{b}{c}$ *tìm được λ theo b. Sau đó thay vào điều kiện giới hạn 0,38 μm ≤ λ ≤ 0,76 μm sẽ tìm được λ.*

Ví dụ 13: (ĐH-2010) Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc, trong đó bức xạ màu đỏ có bước sóng 720 nm và bức xạ màu lục có bước sóng λ (có giá trị trong khoảng từ 500 nm đến 575 nm). Trên màn quan sát, giữa hai vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có 8 vân sáng màu lục. Giá trị của λ là

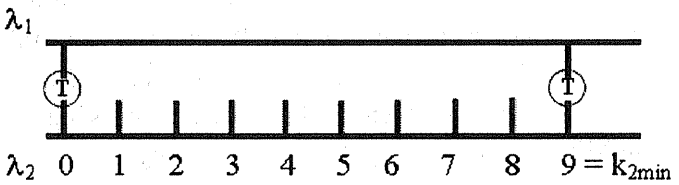
A. 500 nm. B. 520 nm. C. 540 nm. D. 560 nm.

Hướng dẫn

Cách 1: Từ kết quả $x=k_1i_1=k_2i_2\Rightarrow\frac{k_1}{k_2}=\frac{i_2}{i_1}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{b}{c}\begin{cases}(b-1)-\text{vân sáng }\lambda_1\\(c-1)-\text{vân sáng }\lambda_2\end{cases}$

Theo bài ra: c – 1 = 8 nên c = 9. Suy ra: $\lambda_2=\lambda_1\frac{b}{c}=80b(nm)\xrightarrow{500\le\lambda\le575}$

$6,25\le b\le7,1875\Rightarrow b=7\Rightarrow\lambda=560(nm)\Rightarrow$ Chọn D.



Cách 2: Vị trí vân sáng trùng gần vân trung tâm nhất: $x_{\min}=k_{1\min}\frac{\lambda_1D}{a}=k_{2\min}\frac{\lambda_2D}{a}$

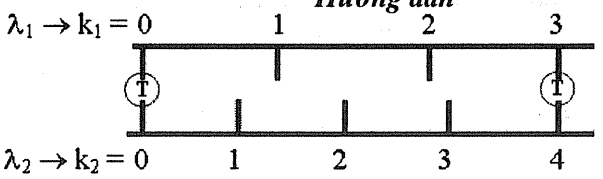
$\Rightarrow k_{1\min}720=k_{2\min}\lambda\xrightarrow{Hình\ vẽ\ suy\ ra:\ k_{2\min}=9}\lambda=80k_{1\min}\xrightarrow{500\le\lambda\le575}$

$\Rightarrow 6,25\le k_{1\min}\le7,1875\Rightarrow k_{1\min}=7\Rightarrow\lambda=560(nm)$

Ví dụ 14: Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng dùng đồng thời hai ánh sáng đơn sắc chiếu vào khe S (bước sóng từ 380 nm đến 760 nm). Một người dùng kính lúp quan sát thì thấy trên màn có hai hệ vân giao thoa, đồng thời giữa hai vạch sáng cùng màu với vạch sáng trung tâm liên tiếp có thêm hai vân sáng thuộc ánh sáng có bước sóng λ_1 và ba vân sáng thuộc ánh sáng có bước sóng λ_2. Biết một trong hai bức xạ có bước sóng là 500 nm. Giá trị của λ_2 bằng

A. 500 nm. B. 667 nm. C. 400 nm. D. 625 nm.

Hướng dẫn



$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = Phân\ số\ tối\ giản = \frac{b}{c}$. Giữa hai vạch sáng cùng màu với vạch sáng trung tâm có $\begin{cases} b-1=2\ vân\ \lambda_1 \Rightarrow b=3 \\ c-1=3\ vân\ \lambda_2 \Rightarrow c=4 \end{cases} \Rightarrow \boxed{3\lambda_1 = 4\lambda_2}$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \lambda_1 = 500 \Rightarrow \lambda_2 = \dfrac{3.500}{4} = 375nm \notin [380;760] \\ \lambda_2 = 500 \Rightarrow \lambda_1 = \dfrac{4.500}{3} = 666,7nm \in [380;760] \end{array}\right. \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: Nếu cho b – 1 ta tìm được c – 1 và ngược lại.

$$\begin{cases} x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = Phân\ số\ tối\ giản = \frac{a}{b} \\ \Rightarrow Giữa\ a\ hai\ vạch\ cùng\ màu\ có\ thêm \begin{cases} a-1\ vân\ \lambda_1 \\ b-1\ vân\ \lambda_2 \end{cases} \\ Cho\ (b-1) \Rightarrow \lambda_2 = \frac{a\lambda_1}{b} \begin{cases} a\ là\ số\ nguyên\ tố\ với\ b \\ \lambda_2 \in (x,y) \Rightarrow a = ? \end{cases} \\ Cho\ (a-1) \Rightarrow \lambda_2 = \frac{a\lambda_1}{b} \begin{cases} b\ là\ số\ nguyên\ tố\ với\ a \\ \lambda_2 \in (x,y) \Rightarrow b = ? \end{cases} \end{cases}$$

Ví dụ 15: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc, trong đó bức xạ màu đỏ có bước sóng 720 nm và bức xạ màu lục có bước sóng λ (có giá trị trong khoảng từ 500 nm đến 575 nm). Trên màn quan sát, người ta thấy giữa hai vân sáng cùng màu với vân sáng chính giữa có 8 vân màu lục, thì trong khoảng này số vân màu đỏ là

A. 5. B. 6. C. 7. D. 8.

Hướng dẫn

$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = Phân\ số\ tối\ giản = \frac{a}{b}$

$\Rightarrow Giữa\ a\ hai\ vạch\ cùng\ màu\ có\ thêm \begin{cases} a-1\ vân\ \lambda_1 \\ b-1\ vân\ \lambda_2 \end{cases}$

$Cho\ (b-1) = 8 \Rightarrow b = 9 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{a\lambda_1}{b} = \frac{a.720}{9} = 80a \xrightarrow{500 \le \lambda_2 \le 575}$

$\Rightarrow 6,25 \le a \le 7,1875 \Rightarrow a = 7 \Rightarrow$ số vân đỏ $a-1 = 6 \Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Nếu bài toán cho vị trí gần nhất O cùng màu với vạch sáng trung tâm, tìm bước sóng ta làm như sau:

Cách 1: $x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = Phân\ số\ tối\ giản = \frac{b}{c}$

$$x_{min} = b.\underbrace{\frac{\lambda_1 D}{a}}_{i_1} = c.\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \begin{cases} b = \dfrac{x_{min}}{i_1} \\ \lambda_2 = \dfrac{b.\lambda_1}{c} \xrightarrow{0,38 \le \lambda \le 0,76} \lambda \end{cases}$$

Cách 2: $x_{min} = k_{1min}.\dfrac{\lambda_1 D}{a} = k_{2min}.\dfrac{\lambda_2 D}{a}$

$$\Rightarrow \begin{cases} k_{1min} = \dfrac{x_{min}}{i_1} \\ k_{2min} = \dfrac{k_{1min}.\lambda_1}{\lambda_2} \text{ là số nguyên tố với } k_{1min} \Rightarrow \text{Thử 4 phương án.} \end{cases}$$

Ví dụ 16: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 là 1 mm. Khoảng cách từ màn quan sát đến mặt phẳng chứa hai khe S_1S_2 là 2 m. Chiếu vào khe S đồng thời hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 = 0,4 μm và 0,5 μm ≤ λ_2 ≤ 0,65 μm. Trên màn, tại điểm M gần vân trung tâm nhất và cách vân trung tâm 5,6 mm có vân sáng cùng màu với vân sáng trung tâm. Bước sóng λ_2 có giá trị là

A. 0,52 μm. B. 0,56 μm. C. 0,60 μm. D. 0,62 μm.

Hướng dẫn

$$x_{min} = b.\underbrace{\frac{\lambda_1 D}{a}}_{i_1} = c\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \begin{cases} b = \dfrac{x_{min}}{i_1} = \dfrac{5,6}{0,8} = 7 \\ \lambda_2 = \dfrac{b.\lambda_1}{c} = \dfrac{2,8}{c}(\mu m) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{0,5 \le \lambda_2 = \frac{2,8}{c} \le 0,65} 4,3 \le c \le 5,6 \Rightarrow c = 5 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{2,8}{5} = 0,56(\mu m) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 17: Trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng I-âng. Nếu làm thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 = 0,6 μm thì trên màn quan sát, ta thấy có 6 vân sáng liên tiếp trải dài trên bề rộng 9 mm. Nếu làm thí nghiệm với ánh sáng hỗn tạp gồm hai bức xạ có bước sóng λ_1 và λ_2 thì người ta thấy: từ một điểm M trên màn đến vân sáng trung tâm có 3 vân sáng cùng màu với vân sáng trung tâm và tại M là một trong 3 vân đó. Biết M cách vân trung tâm 10,8 mm, bước sóng của bức xạ λ_2 có thể là

A. 0,38 μm. B. 0,4 μm. C. 0,76 μm. D. 0,45 μm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} x_{min} = \dfrac{10,8}{3} = 3,6(mm) \\ i_1 = \dfrac{\Delta s}{n-1} = \dfrac{9}{6-1} = 1,8(mm) \end{cases}$$

Cách 1: $x_{min} = b.\underbrace{\frac{\lambda_1 D}{a}}_{i_1} = c\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \begin{cases} b = \frac{x_{min}}{i_1} = \frac{3,6}{1,8} = 2 \\ \lambda_2 = \frac{b.\lambda_1}{c} = \frac{1,2}{c}(\mu m) \end{cases}$

$\xrightarrow{0,38 \le \lambda_2 = \frac{1,2}{c} \le 0,76} 1,57 \le c \le 3,15 \Rightarrow c = 3 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{1,2}{3} = 0,4(\mu m) \Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2:

$$x_{min} = k_{1min}.\frac{\lambda_1 D}{a} = k_{2min}.\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \begin{cases} k_{1min} = \frac{x_{min}}{i_1} = \frac{3,6}{1,8} = 2 \\ k_{2min} = \frac{k_{1min}.\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1,2}{\lambda_2} \text{ là số nguyên tố với } k_{1min} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ *Thử 4 phương án* $\Rightarrow \lambda_2 = 0,4 \Rightarrow k_{2min} = 3 \Rightarrow B.$

b) Trường hợp 3 bức xạ

Khi giao thoa I-âng thực hiện đồng thời với 3 ánh sáng đơn sắc thì mỗi ánh sáng cho một hệ thống vân giao thoa riêng.

Tại trung tâm là nơi trùng nhau của 3 vân sáng bậc 0 của ba hệ vân và tại đây sẽ có một màu nhất định (chẳng hạn đỏ, lục lam chồng lên nhau sẽ được màu trắng).

Nếu tại điểm M trên màn có vạch sáng cùng màu với vạch sáng trung tâm thì tại đây ba vân sáng của 3 hệ trùng nhau.

$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 = k_3 i_3$.

Về mặt phương pháp ta có thể làm theo hai cách sau:

Cách 1: $\begin{cases} \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{b_1}{c_1} = \frac{b}{c} \\ \frac{k_3}{k_2} = \frac{i_2}{i_3} = \frac{b_2}{c_2} = \frac{d}{c} \end{cases} \Rightarrow i_{\equiv} = bi_1 = ci_2 = di_3 \Rightarrow \boxed{x = ni_{\equiv}} \begin{cases} x_M \le ni_{\equiv} \le x_N \\ N_{\equiv} = 2\left[\frac{0,5L}{i_{\equiv}}\right] + 1 \end{cases}$

(Ở trên ta đã quy đồng các phân số $\frac{b_1}{c_1}$ *và* $\frac{b_2}{c_2}$ *để được các phân số có cùng mẫu số* $\frac{b_1}{c_1} = \frac{b}{c}$ *và* $\frac{b_2}{c_2} = \frac{d}{c}$*).*

Cách 2:

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 = k_3 i_3 \Rightarrow \begin{cases} \frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{b_1}{c_1} = \frac{b}{c} \\ \frac{k_3}{k_2} = \frac{i_2}{i_3} = \frac{b_2}{c_2} = \frac{d}{c} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = bn \\ k_2 = cn \Rightarrow x = bni_1 = cni_2 = dni_3 \\ k_3 = dn \end{cases}$$

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, thực hiện đồng thời với ba bức xạ đơn sắc thì khoảng vân lần lượt là: 0,48 (mm); 0,54 (mm) và 0,64 (mm). Hãy xác định vị trí gần vân trung tâm nhất mà tại đó có vạch sáng cùng mầu với vạch sáng tại O.

A. ±22,56 (mm). B. ±17,28 (mm). C. ±24,56 (mm). D. ±28,56 (mm).

Hướng dẫn

Cách 1: $\begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{i_2}{i_1}=\dfrac{9}{8}=\dfrac{36}{32} \\ \dfrac{k_3}{k_2}=\dfrac{i_2}{i_3}=\dfrac{27}{32} \end{cases} \Rightarrow i_{\equiv}=36\underbrace{i_1}_{0,48}=32i_2=27i_3=17,28(mm)$

$\Rightarrow |x_{\min}|=i_{\equiv}=17,28(mm)$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Cách 2: $x=k_1i_1=k_2i_2=k_3i_3=k_1.0,48=k_2.0,54=k_3.0,64(mm)$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{0,54}{0,48}=\dfrac{36}{32} \\ \dfrac{k_3}{k_2}=\dfrac{0,54}{0,64}=\dfrac{27}{32} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1=36n \\ k_2=32n \\ k_3=27n \end{cases} \Rightarrow x=k_1i_1=17,28n \Rightarrow |x_{\min}|=17,28(mm)$$

Ví dụ 2: Chiếu đồng thời ba bức xạ đơn sắc $\lambda_1 = 0,4$ µm; $\lambda_2 = 0,52$ µm và $\lambda_3 = 0,6$ µm vào hai khe của thí nghiệm Iâng. Biết khoảng cách giữa hai khe là 1mm, khoảng cách từ hai khe tới màn là 2 m. Khoảng cách gần nhất giữa hai vị trí có màu cùng màu với vân sáng trung tâm là

A. 31,2 mm. B. 15,6 mm. C. 7,8 mm. D. 5,4 mm.

Hướng dẫn

Cách 1: $\begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{i_2}{i_1}=\dfrac{\lambda_2}{\lambda_1}=\dfrac{13}{10}=\dfrac{39}{30} \\ \dfrac{k_3}{k_2}=\dfrac{i_2}{i_3}=\dfrac{\lambda_2}{\lambda_3}=\dfrac{13}{15}=\dfrac{26}{30} \end{cases} \Rightarrow i_{\equiv}=39\underbrace{i_1}_{\frac{\lambda_1 D}{a}=0,8}=30i_2=26i_3=31,2(mm)$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2: $x=k_1\dfrac{\lambda_1 D}{a}=k_2\dfrac{\lambda_2 D}{a}=k_3\dfrac{\lambda_3 D}{a}=k_1.0,8=k_2.1,04=k_3.1,2(mm)$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{1,04}{0,8}=\dfrac{13}{10}=\dfrac{39}{30} \\ \dfrac{k_3}{k_2}=\dfrac{1,04}{1,2}=\dfrac{13}{15}=\dfrac{26}{30} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1=39n \\ k_2=30n \\ k_3=26n \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x=31,2n \\ x_{\min}=31,2(mm) \end{cases}$$

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng khe young khoảng cách giữa 2 khe là a = 1,5 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là D = 1,5 m. Ánh sáng sử dụng gồm 3 bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,4$ μm, $\lambda_2 = 0,56$ μm, $\lambda_3 = 0,6$ μm. Bề rộng miền giao thoa là 4 cm, đối xứng qua trung tâm, số vân sáng cùng màu với vân sáng trung tâm (không tính vân trung tâm) là

A. 2. B. 5. C. 4. D. 1.

Hướng dẫn

Cách 1: $\begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{i_2}{i_1}=\dfrac{\lambda_2}{\lambda_1}=\dfrac{7}{5}=\dfrac{21}{15} \\ \dfrac{k_3}{k_2}=\dfrac{i_2}{i_3}=\dfrac{\lambda_2}{\lambda_3}=\dfrac{14}{15} \end{cases} \Rightarrow i_{\equiv}=21\underbrace{i_1}_{\frac{\lambda_1 D}{a}=0,4}=15i_2=14i_3=8,4(mm)$

$\Rightarrow N_{\equiv}=2\left[\dfrac{0,5L}{i_{\equiv}}\right]+1=2\left[\dfrac{0,5.40}{8,4}\right]+1=5 \Rightarrow$ trừ vân trung tâm còn 4 $\Rightarrow$ Chọn C.

Cách 2: $x=k_1\dfrac{\lambda_1 D}{a}=k_2\dfrac{\lambda_2 D}{a}=k_3\dfrac{\lambda_3 D}{a}=k_1.0,4=k_2.0,56=k_3.0,6(mm)$

$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{0,56}{0,4}=\dfrac{7}{5}=\dfrac{21}{15} \\ \dfrac{k_3}{k_2}=\dfrac{0,56}{0,6}=\dfrac{14}{15} \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} k_1=21n \\ k_2=15n \Rightarrow x=8,4n \xrightarrow{-20\le x\le 20} \Rightarrow -2,38\le n\le 2,38 \Rightarrow n=0;\pm1;\pm2 \\ k_3=14n \end{cases}$

Chú ý: Tại O là nơi trùng nhau của ba vân sáng bậc 0, vị trí trùng tiếp theo M là nơi trùng nhau của vân sáng bậc $k_1 = b$ của hệ 1, vân sáng bậc $k_2 = c$ của hệ 2 và vân sáng bậc $k_3 = d$ của hệ 3 với $\begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{i_2}{i_1}=\dfrac{b_1}{c_1}=\dfrac{b}{c} \\ \dfrac{k_3}{k_2}=\dfrac{i_2}{i_3}=\dfrac{b_2}{c_2}=\dfrac{d}{c} \end{cases}$

1) Bây giờ nếu giao thoa lần lượt với các bức xạ λ_1, λ_2 và λ_3 thì số vân sáng tương ứng trong khoảng OM (trừ O và M) lần lượt là x = b – 1, y = c – 1 và z = d – 1 (nếu tính cả O và M tức là trên đoạn OM thì cộng thêm 2).

2) Bây giờ lại giao thoa đồng thời với ba bức xạ đó thì tại O và M là nơi trùng nhau của 3 vân sáng của ba hệ và trong khoảng OM có thể có sự trùng nhau cục bộ $\lambda_1 \equiv \lambda_2$; $\lambda_2 \equiv \lambda_3$ và $\lambda_3 \equiv \lambda_1$. Để biết có bao nhiêu vị trí trùng nhau cục bộ của $\lambda_1 \equiv \lambda_2$ chẳng hạn, ta phân tích phân số b/c thành các phân số rút gọn.

Ví dụ 4: Thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng thực hiện đồng thời với ba bức xạ đỏ, lục và lam có bước sóng lần lượt là: $\lambda_1 = 0{,}72$ μm, $\lambda_2 = 0{,}54$ μm và $\lambda_3 = 0{,}48$ μm. Vân sáng đầu tiên kể từ vân sáng trung tâm có cùng màu với vân sáng trung tâm ứng với vị trí vân sáng bậc mấy của vân sáng màu đỏ?

A. 6. B. 8. C. 9. D. 4.

Hướng dẫn

$$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} = k_3\frac{\lambda_3 D}{a} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \dfrac{0{,}54}{0{,}72} = \dfrac{3}{4} = \dfrac{6}{8} \\ \dfrac{k_3}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_3} = \dfrac{0{,}54}{0{,}48} = \dfrac{9}{8} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 6 \\ k_2 = 8 \\ k_3 = 9 \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng đồng thời với ba ánh sáng đơn sắc: $\lambda_{1(\text{tím})} = 0{,}4$ μm, $\lambda_{2(\text{lam})} = 0{,}48$ μm và $\lambda_{3(\text{đỏ})} = 0{,}72$ μm thì tại M và N trên màn là hai vị trí liên tiếp trên màn có vạch sáng cùng màu với màu của vân trung tâm. Nếu giao thoa thực hiện lần lượt với các ánh sáng $\lambda_{1(\text{tím})}$, $\lambda_{2(\text{lam})}$ và $\lambda_{3(\text{đỏ})}$ thì số vân sáng trên khoảng MN (không tính M và N) lần lượt là x, y và z. Chọn đáp số đúng.

A. x = 18. B. x - y = 4. C. y + z = 25. D. x + y + z = 40.

Hướng dẫn

$$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} = k_3\frac{\lambda_3 D}{a} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \dfrac{0{,}48}{0{,}4} = \dfrac{6}{5} = \dfrac{18}{15} \\ \dfrac{k_3}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_3} = \dfrac{0{,}48}{0{,}72} = \dfrac{2}{3} = \dfrac{10}{15} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 18-1 = 17 \\ y = 15-1 = 14 \\ z = 10-1 = 9 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn S phát ra ba ánh sáng đơn sắc: $\lambda_1 = 0{,}4$ μm (màu tím), $\lambda_2 = 0{,}48$ μm (màu lam) và $\lambda_3 = 0{,}6$ μm (màu cam) thì tại M và N trên màn là hai vị trí trên màn có vạch sáng cùng màu với màu của vân trung tâm. Nếu giao thoa thực hiện lần lượt với các ánh sáng λ_1, λ_2 và λ_3 thì số vân sáng trên khoảng MN (không tính M và N) lần lượt là x, y và z. Nếu x = 17 thì

A. y = 11 và z = 14. B. y = 14 và z = 11.

C. y = 15 và z = 12. D. y = 12 và z = 15.

Hướng dẫn

$$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} = k_3\frac{\lambda_3 D}{a} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \dfrac{0{,}48}{0{,}4} = \dfrac{6}{5} = \dfrac{18}{15} \\ \dfrac{k_3}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_3} = \dfrac{0{,}48}{0{,}6} = \dfrac{4}{5} = \dfrac{12}{15} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 18-1 = 17 \\ y = 15-1 = 14 \\ z = 12-1 = 11 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn S phát ra ba ánh sáng đơn sắc: $\lambda_1 = 0,4$ μm (màu tím), $\lambda_2 = 0,48$ μm (màu lam) và $\lambda_3 = 0,6$ μm (màu cam) thì tại M và N trên màn là hai vị trí trên màn có vạch sáng cùng màu với màu của vân trung tâm. Nếu giao thoa thực hiện lần lượt với các ánh sáng λ_1, λ_2 và λ_3 thì số vân sáng trên khoảng MN (không tính M và N) lần lượt là x, y và z. Nếu x = 23 thì

A. y = 20 và z = 15.
B. y = 14 và z = 11.
C. y = 19 và z = 15.
D. y = 12 và z = 15.

Hướng dẫn

$$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} = k_3\frac{\lambda_3 D}{a} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \dfrac{0,48}{0,4} = \dfrac{6}{5} = \dfrac{18}{15} = \dfrac{24}{20} \\ \dfrac{k_3}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_3} = \dfrac{0,48}{0,6} = \dfrac{4}{5} = \dfrac{12}{15} = \dfrac{16}{20} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 24-1 = 23 \\ y = 20-1 = 19 \\ z = 16-1 = 15 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 8: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn S phát ra ba ánh sáng đơn sắc: $\lambda_1 = 0,405$ μm (màu tím), $\lambda_2 = 0,54$ μm (màu lục) và $\lambda_3 = 0,756$ μm (màu đỏ). Giữa hai vạch sáng liên tiếp có màu giống như màu của vân trung tâm có

A. 25 vạch màu tím.
B. 12 vạch màu lục.
C. 52 vạch sáng.
D. 14 vạch màu đỏ.

Hướng dẫn

$$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} = k_3\frac{\lambda_3 D}{a} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{0,54}{0,405} = \dfrac{4}{3} = \dfrac{28}{21} \\ \dfrac{k_3}{k_2} = \dfrac{0,54}{0,756} = \dfrac{5}{7} = \dfrac{15}{21} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 28 \\ k_2 = 21 \\ k_3 = 15 \end{cases}$$

Nếu không có trùng nhau cục bộ thì giữa hai vạch sáng liên tiếp cùng màu với vạch sáng trung tâm có: $\begin{cases} 28-1 = 27 \text{ vân màu tím} \\ 21-1 = 20 \text{ vân màu lục} \\ 15-1 = 14 \text{ vân màu đỏ} \end{cases}$

Nhưng thực tế thì có sự trùng nhau cục bộ nên số vân sẽ ít hơn, cụ thể như sau:

$$\left.\begin{array}{l} \text{Hệ 1 trùng với hệ 2 ở 6 vị trí khác}: \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{4}{3} = \dfrac{8}{6} = \dfrac{12}{9} = \dfrac{16}{12} = \dfrac{20}{15} = \dfrac{24}{18} \\ \text{Hệ 1 trùng với hệ 3 ở 0 vị trí khác}: \dfrac{k_1}{k_3} = \dfrac{28}{15} \\ \text{Hệ 2 trùng với hệ 3 ở 2 vị trí khác}: \dfrac{k_3}{k_2} = \dfrac{5}{7} = \dfrac{10}{14} \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\text{Hệ 1 chỉ còn } 27-6-0=21\,(\text{tím})\\ \text{Hệ 2 chỉ còn } 20-6-2=12\,(\text{lục})\\ \text{Hệ 3 chỉ còn } 14-2-0=12\,(\text{đỏ})\end{cases}\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn S phát ra ba ánh sáng đơn sắc: $\lambda_1 = 0{,}42$ μm (màu tím), $\lambda_2 = 0{,}56$ μm (màu lục) và $\lambda_3 = 0{,}70$ μm (màu đỏ). Giữa hai vạch sáng liên tiếp có màu giống như màu của vân trung tâm có

A. 19 vạch màu tím.
B. 14 vạch màu lục.
C. 44 vạch sáng.
D. 6 vạch màu đỏ.

Hướng dẫn

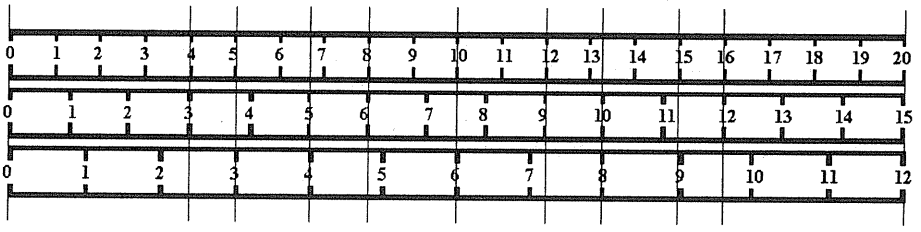
$$x=k_1\frac{\lambda_1 D}{a}=k_2\frac{\lambda_2 D}{a}=k_3\frac{\lambda_3 D}{a}\Rightarrow\begin{cases}\dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{0{,}56}{0{,}42}=\dfrac{4}{3}=\dfrac{20}{15}\\ \dfrac{k_3}{k_2}=\dfrac{0{,}56}{0{,}7}=\dfrac{4}{5}=\dfrac{12}{15}\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}k_1=20\Rightarrow \textit{Nếu không trùng có 19}\\ k_2=15\Rightarrow \textit{Nếu không trùng có 14}\\ k_3=12\Rightarrow \textit{Nếu không trùng có 11}\end{cases}$$

$$\left.\begin{array}{l}\textit{Hệ 1 trùng với hệ 2 ở 4 vị trí khác}: \dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{4}{3}=\dfrac{8}{6}=\dfrac{12}{9}=\dfrac{16}{12}\\ \textit{Hệ 1 trùng với hệ 3 ở 3 vị trí khác}: \dfrac{k_1}{k_3}=\dfrac{5}{3}=\dfrac{10}{6}=\dfrac{15}{9}\\ \textit{Hệ 2 trùng với hệ 3 ở 2 vị trí khác}: \dfrac{k_3}{k_2}=\dfrac{4}{5}=\dfrac{8}{10}\end{array}\right\}$$

$$\begin{cases}\text{Hệ 1 chỉ còn } 19-7=12\,(\text{màu tím})\\ \text{Hệ 2 chỉ còn } 14-6=8\,(\text{màu lục})\\ \text{Hệ 3 chỉ còn } 11-5=6\,(\text{màu đỏ})\end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.



Ví dụ 10: Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời 3 bức xạ đơn sắc $\lambda_1 = 0,6$ μm, $\lambda_2 = 0,45$ μm và λ_3 (có giá trị trong khoảng từ 0,62 μm đến 0,76 μm). Trên màn quan sát, trong khoảng giữa 2 vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm chỉ có một vị trí trùng nhau của các vân sáng ứng với hai bức xạ λ_1 và λ_2. Giá trị của λ_3 là

A. 0,72 μm. B. 0,70 μm. C. 0,64 μm. D. 0,68 μm.

Hướng dẫn

$$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} = k_3\frac{\lambda_3 D}{a}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \dfrac{3}{4} = \dfrac{6}{8}\left(vì\ chỉ\ 1\ vị\ trí\ trùng!\right) \\ \dfrac{k_3}{k_2} = \dfrac{0,45}{\lambda_3} = \dfrac{n}{8} \Rightarrow \lambda_3 = \dfrac{3,6}{n} \xrightarrow{0,62\le\lambda_3\le 0,76} n = 5 \Rightarrow \lambda_3 = 0,72(\mu m) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 11: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời 3 bức xạ đơn sắc $\lambda_1 = 0,6$ μm, $\lambda_2 = 0,45$ μm và λ_3 (có giá trị trong khoảng từ 0,62 μm đến 0,76 μm). Trên màn quan sát, trong khoảng giữa 2 vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có hai vị trí trùng nhau của các vân sáng ứng với hai bức xạ λ_1 và λ_2. Giá trị của λ_3 là

A. 0,720 μm. B. 0,675 μm. C. 0,640 μm. D. 0,685 μm.

Hướng dẫn

$$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} = k_3\frac{\lambda_3 D}{a}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \dfrac{3}{4} = \dfrac{6}{8} = \dfrac{9}{12}\left(vì\ 2\ vị\ trí\ trùng!\right) \\ \dfrac{k_3}{k_2} = \dfrac{0,45}{\lambda_3} = \dfrac{n}{12} \Rightarrow \lambda_3 = \dfrac{5,4}{n} \xrightarrow{0,62\le\lambda_3\le 0,76} n = 8 \Rightarrow \lambda_3 = 0,675(\mu m) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 12: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y-âng, nguồn S phát đồng thời ba bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,4$ μm, $\lambda_2 = 0,5$ μm và $\lambda_3 = 0,75$ μm. Giữa hai vân sáng gần nhau nhất cùng màu với vân trung tâm còn quan sát thấy có bao nhiêu loại vân sáng?

A. 4. B. 7. C. 5. D. 6.

Hướng dẫn

$$x = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} = k_3\frac{\lambda_3 D}{a} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{0,5}{0,4} = \dfrac{5}{4} = \dfrac{15}{12} \\ \dfrac{k_3}{k_2} = \dfrac{0,5}{0,75} = \dfrac{2}{3} = \dfrac{8}{12} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 15 \\ k_2 = 12 \\ k_3 = 8 \end{cases}$$

$$\left.\begin{array}{l} \text{Hệ 1 trùng hệ 2 ở 2 vị trí khác vì : } \dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{5}{4}=\dfrac{10}{8}<\dfrac{15}{12} \\ \text{Hệ 2 trùng hệ 3 ở 3 vị trí khác vì : } \dfrac{k_3}{k_2}=\dfrac{2}{3}=\dfrac{4}{6}=\dfrac{6}{9}<\dfrac{8}{12} \\ \text{Hệ 1 trùng hệ 3 ở 0 vị trí khác vì : } \dfrac{k_1}{k_3}=\dfrac{15}{8} \end{array}\right\}$$

$\Rightarrow$ *Có 5 loại vân sáng :* $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_1 \equiv \lambda_2, \lambda_2 \equiv \lambda_3$

$\Rightarrow$ Chọn C.

7) Giao thoa với ánh sáng trắng

Khi giao thoa thực hiện đồng thời với n ánh sáng đơn sắc thì mỗi ánh sáng cho một hệ thống vân giao thoa riêng, các vị trí trùng nhau giữa các vân sáng sẽ cho ta các vạch sáng mới. Số loại vạch sáng quan sát được tối đa là $2^n - 1$.

Ánh sáng trắng là tập hợp nhiều ánh sáng đơn sắc khác nhau có bước sóng biến thiên liên tục từ $\lambda_t = 0{,}38$ μm đến $\lambda_t = 0{,}76$ μm.

Mỗi ánh sáng đơn sắc cho một hệ thống vân giao thoa riêng không chồng khít lên nhau. Tại trung tâm tất cả các ánh sáng đơn sắc đều cho vân sáng bậc 0 nên vân trung tâm là vân màu trắng.

Các vân sáng bậc 1, 2, 3,...n của các ánh sáng đơn sắc không còn chồng khít lên nhau nữa nên chúng tạo thành các vạch sáng viền màu sắc tím trong và đỏ ngoài.

Độ rộng quang phổ bậc k là khoảng cách từ vân sáng đỏ bậc k đến vân sáng tím bậc k (cùng một phía đối với vân trung tâm): $\Delta_k = x_{d(k)} - x_{t(k)} = k\dfrac{D}{a}\left(\lambda_d - \lambda_t\right)$.

Để tìm số bức xạ cho vân sáng vân tối tại một điểm nhất định trên màn ta làm như sau:

$$\begin{cases} \text{Vân sáng : } x_M = k\dfrac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \dfrac{ax_M}{kD} \\ \text{Vân tối : } x_M = \left(m+0{,}5\right)\dfrac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \dfrac{ax_M}{\left(m+0{,}5\right)D} \\ \text{Điều kiện giới hạn : } 0{,}38 \le \lambda < 0{,}76 \Rightarrow k = ? \end{cases}$$

Ví dụ 1: Khi giao thoa I-âng thực hiện đồng thời với năm ánh sáng đơn sắc nhìn thấy có bước sóng khác nhau thì trên màn ảnh ta thấy có tối đa mấy loại vạch sáng có màu sắc khác nhau?

A. 27. B. 32. C. 15. D. 31.

Hướng dẫn

$2^n - 1 = 2^5 - 1 = 31 \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: Quan sát một lớp váng dầu trên mặt nước ta thấy những quầng màu khác nhau, đó là do:

A. Ánh sáng trắng qua lớp dầu bị tán sắc.

B. Màng dầu có thể dầy không bằng nhau, tạo ra những lăng kính có tác dụng là cho ánh sáng bị tán sắc.

C. Màng dầu có khả năng hấp thụ và phản xạ khác nhau đối với các ánh sáng đơn sắc trong ánh sáng trắng.

D. Mỗi ánh sáng đơn sắc trong ánh sáng trắng sau khi phản xạ ở mặt trên và mặt dưới của màng dầu giao thoa với nhau tạo ra những vân màu đơn sắc.

Hướng dẫn

Mỗi ánh sáng đơn sắc trong ánh sáng trắng sau khi phản xạ ở mặt trên và mặt dưới của váng dầu giao thoa với nhau tạo ra những vân màu đơn sắc $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, khoảng cách giữa hai khe 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn 1 m. Nguồn sáng S phát ánh sáng trắng có bước sóng nằm trong khoảng từ 0,38 μm đến 0,76 μm. Thí nghiệm thực hiện trong không khí.

1) Tính bề rộng của quang phổ bậc 3.

2) Hỏi tại điểm M trên màn cách vân sáng trung tâm 4 mm những bức xạ nào cho vân sáng? Cho vân tối ?

3) Khoét tại M trên màn một khe nhỏ song song với vân sáng trung tâm. Đặt sau M, khe của ống chuẩn trực của một máy quang phổ. Hãy cho biết trong máy quang phổ ta thấy được một quang phổ như thế nào?

Hướng dẫn

1) Bề rộng quang phổ bậc 3 trên màn tính theo công thức:

$$\Delta_3 = 3\frac{D}{a}\left(\lambda_d - \lambda_t\right) = 1{,}14\left(mm\right).$$

2) Tại điểm M bức xạ λ cho vân sáng thì $x_M = k\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax_M}{kD} = \frac{4}{k}\left(\mu m\right)$

$$0{,}38 \le \lambda = \frac{4}{k} \le 0{,}76 \Rightarrow 5{,}26 \le k \le 10{,}5 \Rightarrow k = 6;\ldots;10.$$

k	6	7	8	9	10
λ (μm)	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10

* Tại điểm M bức xạ λ cho vân tối thì $x_M = \left(m + 0{,}5\right)\frac{\lambda D}{a}$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{ax_M}{\left(m + 0{,}5\right)D} = \frac{4}{m + 0{,}5}\left(\mu m\right)$$

$$0{,}38 \le \lambda = \frac{4}{m + 0{,}5} < 0{,}76 \Rightarrow 4{,}7 \le m \le 10{,}02 \Rightarrow m = 5;\ldots;10$$

m	5	6	7	8	9	10
λ (μm)	4/5,5	4/6,5	4/7,5	4/8,5	4/9,5	4/10,5

3) Trên tấm kính buồng ảnh của máy quang phổ sẽ thu được quang phổ vạch gồm 5 vạch sáng có màu khác nhau tương ứng với các ánh sáng đơn sắc có bước sóng lần lượt là 4/6 (μm), 4/7 (μm), 4/8 (μm), 4/9 (μm), 4/10 (μm), xen kẽ 6 vạch sáng yếu hơn tương ứng với các ánh sáng đơn sắc có bước sóng lần lượt là 4/5,5 (μm), 4/6,5 (μm), 4/7,5 (μm), 4/8,5 (μm), 4/9,5 (μm), 4/10,5 (μm). Hai bên các vạch sáng là các vạch tối.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm Iâng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe 0,3mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát 2 m. Hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng. Khoảng cách từ vân sáng bậc 1 màu đỏ (bước sóng 0,76 μm) đến vân sáng bậc 1 màu tím (bước sóng 0,4 μm) cùng phía so với vân trung tâm là

A. 1,8 mm B. 2,7 mm C. 1,5 mm D. 2,4 mm

Hướng dẫn

$$\Delta_1 = x_{1d} - x_{1t} = \frac{(\lambda_d - \lambda_t)D}{a} = 2,4.10^{-3}(m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 5: Thực hiện giao thoa ánh sáng với thiết bị của Y-âng, khoảng cách giữa hai khe a = 2 mm, từ hai khe đến màn D = 2 m. Người ta chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng trắng (0,4 μm ≤ λ ≤ 0,75 μm). Quan sát điểm A trên màn ảnh, cách vân sáng trung tâm 3,3 mm. Hỏi tại A bức xạ cho vân tối có bước sóng ngắn nhất bằng bao nhiêu?

A. 0,440 μm. B. 0,508 μm. C. 0,400 μm. D. 0,490 μm.

Hướng dẫn

$$x_M = (m+0,5)\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax_M}{(m+0,5)D} = \frac{3,3}{m+0,5}(\mu m) \xrightarrow{0,4 \le \lambda = \frac{3,3}{m+0,5} < 0,75}$$

$$\Rightarrow 3,9 \le m \le 7,75 \Rightarrow m = 4;5;6;7 \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{3,3}{7+0,5} = 0,44(\mu m)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng thực hiện với ánh sáng trắng có bước sóng từ 0,38 (μm) đến 0,76 (μm). Có bao nhiêu bức xạ đơn sắc cho vân sáng trùng vân sáng bậc 3 của bức xạ có bước sóng 0,76 (μm)

A. 2. B. 3. C. 4. D. 5.

Hướng dẫn

$$x_M = k\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax_M}{kD} = \frac{2,28}{k}(\mu m) \xrightarrow{0,38 \le \lambda = \frac{2,28}{k}(\mu m) < 0,76} 3 < k \le 6 \Rightarrow k = 4;5;6$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 7: (ĐH-2010) Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ 380 nm đến 760 nm. Khoảng cách giữa hai khe là 0,8 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2 m. Trên màn, tại vị trí cách vân trung tâm 3 mm có vân sáng của các bức xạ với bước sóng

A. 0,48 μm và 0,56 μm. B. 0,40 μm và 0,60 μm.

C. 0,40 μm và 0,64 μm. D. 0,45 μm và 0,60 μm.

Hướng dẫn

$$x_M = k\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax_M}{kD} = \frac{1,2}{k}(\mu m) \xrightarrow{0,38 \le \lambda = \frac{1,2}{k}(\mu m) \le 0,76} 1,58 \le k \le 3,16 \Rightarrow k = 2;3$$

$$\Rightarrow \lambda = 0,6(\mu m); 0,4(\mu m) \qquad \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 8: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng khoảng cách hai khe là 1 mm, khoảng cách giữa mặt phẳng chứa hai khe và màn ảnh là 1 m. Nguồn sáng S phát ánh sáng trắng có bước sóng nằm trong khoảng từ 0,38 (μm) đến 0,76 (μm). Tại điểm M cách vân sáng trung tâm 4 mm bức xạ ứng với bước sóng KHÔNG cho vân sáng là

A. 2/3 μm. B. 4/9 μm. C. 0,5 μm. D. 5/7 μm.

Hướng dẫn

$$x_M = k\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax_M}{kD} = \frac{4}{k}(\mu m) \xrightarrow{0,38 \le \lambda = \frac{4}{k} \le 0,76} 5,26 \le k \le 10,5 \Rightarrow k = 6;7;8;9;10$$

$$\begin{cases} k = 6 \Rightarrow \lambda = \frac{2}{3}(\mu m); k = 7 \Rightarrow \lambda = \frac{4}{7}(\mu m) \\ k = 8 \Rightarrow \lambda = 0,5(\mu m); k = 9 \Rightarrow \lambda = \frac{4}{9}(\mu m) \Rightarrow \text{Chọn D.} \\ k = 10 \Rightarrow \lambda = 0,4(\mu m) \end{cases}$$

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm giao thoa áng sáng dùng khe I-âng, khoảng cách 2 khe là 1 mm, khoảng cách hai khe tới màn 2 m. Chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ 0,39 μm đến 0,76 μm. Khoảng cách gần nhất từ nơi có hai vạch màu đơn sắc khác nhau trùng nhau đến vân sáng trung tâm ở trên màn là

A. 3,24 mm. B. 2,34 mm. C. 2,40 mm. D. 1,64 mm.

Hướng dẫn

Gọi M là điểm gần vân trung tâm nhất mà tại M có hai vạch màu đơn sắc khác nhau trùng nhau. Như vậy, tại M có vân sáng bậc k của 1 ánh sáng đơn sắc không phải màu tím (có bước sóng nhỏ nhất) trùng với vân sáng bậc k+1 của ánh sáng đơn sắc màu tím (bước sóng nhỏ nhất):

$$x = k\frac{\lambda D}{a} = (k+1)\frac{\lambda_{tim} D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{k+1}{k}.0,39 \xrightarrow{0,39 < \lambda \le 0,76} k \ge 1,05 \Rightarrow k_{\min} = 2$$

$$x_{\min} = (2+1)\frac{\lambda_{tim} D}{a} = 3.\frac{0,39.10^{-6}.2}{10^{-3}} = 2,34.10^{-3}(m) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

3. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN GIAO THOA I-ÂNG THAY ĐỔI CẤU TRÚC

Phương pháp giải

Giao thoa I-âng nguyên bản, được thực hiện trong không khí (chiết suất $n_k = 1$) và khe S cách đều hai khe S_1 và S_2.

Có thể thay đổi cấu trúc bằng cách: cho giao thoa trong môi trường chiết suất n; cho khe S dịch chuyển; đặt thêm bản thủy tinh...

1) Giao thoa trong môi trường chiết suất n.

Chỉ bước sóng giảm n lần (nên khoảng vân giảm n lần i' = i/n) còn tất cả các kết quả giống giao thoa trong không khí.

Vị trí vân sáng: x = ki' = ki/n.

Vị trí vân tối: x = (m – 0,5)i' = (m – 0,5)i/n.

Giả sử lúc đầu tại M là vân sáng sau đó cho giao thoa trong môi trường chiết suất n muốn biết M là vân sáng hay vân tối ta làm như sau:

x_M = ki = kni' (nếu kn là số nguyên thì vân sáng, còn số bán nguyên thì vân tối).

Nếu lúc đầu tại M là vân tối: ***x_M = (m – 0,5)i = (m – 0,5)ni'*** (nếu (m – 0,5)n là số nguyên thì vân sáng, còn số bán nguyên thì vân tối).

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng của ánh sáng đơn sắc. Khi tiến hành trong không khí người ta đo được khoảng vân 2 mm. Đưa toàn bộ hệ thống trên vào nước có chiết suất n = 4/3 thì khoảng vân đo được là

A. 2 mm. B. 2,5 mm. C. 1,25 mm. D. 1,5 mm.

Hướng dẫn

$$i' = \frac{\lambda' D}{a} = \frac{\lambda D}{na} = \frac{i}{n} = \frac{2}{4/3} = 1,5(mm) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Khi thực hiện giao thoa với ánh sáng đơn sắc trong không khí, tại điểm M trên màn ta có vân sáng bậc 3. Nếu đưa thí nghiệm trên vào trong nước có chiết suất 4/3 thì tại điểm M đó ta có

A. vân sáng bậc 4. B. vân sáng bậc 2. C. vân sáng bậc 5. D. vân tối.

Hướng dẫn

$$x_M = 3i = 3ni' = 4i' \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 3: Khi thực hiện giao thoa với ánh sáng đơn sắc trong không khí, tại điểm M trên màn ta có vân sáng bậc 4. Nếu đưa thí nghiệm trên vào môi trường trong suốt có chiết suất 1,625 thì tại điểm M đó ta có

A. vân sáng bậc 5. B. vân sáng bậc 6. C. vân tối thứ 7. D. vân tối thứ 6.

Hướng dẫn

$$x_M = 4i = 4ni' = 6,5i' \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 4: Giao thoa I-âng với ánh sáng đơn sắc trong không khí, tại hai điểm M và N trên màn có vân sáng bậc 10. Nếu đưa thí nghiệm trên vào môi trường có chiết suất 1,4 thì số vân sáng và vân tối trên đoạn MN là

A. 29 sáng và 28 tối. B. 28 sáng và 26 tối.

C. 27 sáng và 29 tối. D. 26 sáng và 27 tối.

Hướng dẫn

OM = ON = 10i = 10.ni' = 14i' $\Rightarrow$ Tại M và N là hai vân sáng bậc 14 nên trên đoạn MN có 29 vân sáng và 28 vân tối $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 5: (ĐH-2012) Một sóng âm và một sóng ánh sáng truyền từ không khí vào nước thì bước sóng

A. Của sóng âm tăng còn bước sóng của sóng ánh sáng giảm.

B. Của sóng âm giảm còn bước sóng của sóng ánh sáng tăng.

C. Của sóng âm và sóng ánh sáng đều giảm.

D. Của sóng âm và sóng ánh sáng đều tăng.

Hướng dẫn

Tốc độ truyền sóng âm tăng nên bước sóng tăng, còn tốc độ truyền sóng ánh sáng giảm nên bước sóng giảm $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 6: (ĐH-2012) Một ánh sáng đơn sắc màu cam có tần số f được truyền từ chân không vào một chất lỏng có chiết suất là 1,5 đối với ánh sáng này. Trong chất lỏng trên, ánh sáng này có

A. Màu tím và tần số f. B. Màu cam và tần số 1,5f.

C. Màu cam và tần số f. D. Màu tím và tần số 1,5f.

Hướng dẫn

Tần số không đổi và màu sắc không đổi $\Rightarrow$ Chọn C.

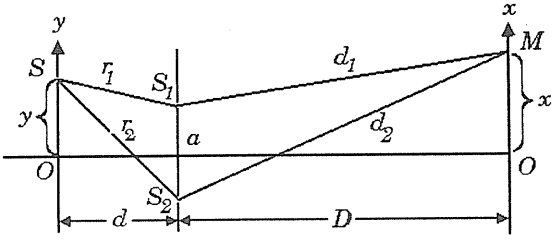
2) Sự dịch chuyển khe S

Hiệu đường đi của hai sóng kết hợp tại M:

$$\Delta L = (r_2 + d_2) - (r_1 + d_1) = (r_2 - r_1) + (d_2 - d_1) = \frac{ay}{d} + \frac{ax}{D}$$

Tại M là vân sáng nếu $\Delta L = k\lambda$, là vân tối nếu $\Delta L = (m - 0,5)\lambda$.

$$\begin{cases} \text{Vân sáng}: \dfrac{ay}{d} + \dfrac{ax}{D} = k\lambda \\ \text{Vân tối}: \dfrac{ay}{d} + \dfrac{ax}{D} = (m - 0,5)\lambda \end{cases}$$



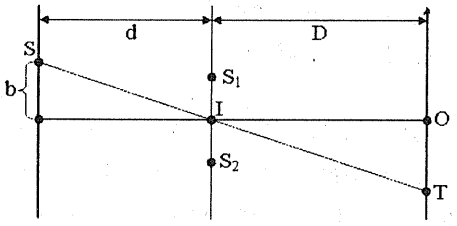
Vị trí vân sáng trung tâm:

$$\frac{ay}{d} + \frac{ax_0}{D} = 0.\lambda \Rightarrow x_0 = -\frac{Dy}{d}$$

Từ kết quả này ta có thể rút ra quy trình giải nhanh:

* Vân trung tâm cùng với toàn bộ hệ vân dịch chuyển ngược chiều với chiều dịch chuyển của khe S, sao cho vân trung tâm nằm trên đường thẳng kéo dài SI.

$\frac{OT}{b}=\frac{D}{d}\Rightarrow OT=b\frac{D}{d}$



+ Vị trí vân trung tâm: $x_0=\pm OT$
(S dịch lên T dịch xuống lấy dấu trừ, S dịch xuống T dịch lên lấy dấu cộng).
+ Vị trí vân sáng bậc k: $x=x_0\pm ki$.
+ Vị trí vân tối thứ m: $x=x_0\pm(m-0,5)i$.

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm của Young, cách giữa hai khe S_1S_2 là 1,2 mm. Nguồn S phát ra ánh sáng đơn sắc đặt cách mặt phẳng hai khe một khoảng d và phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,5 μm. Nếu dời S theo phương song song với S_1S_2 một đoạn 2 mm thì hệ vân dịch chuyển một đoạn bằng 20 khoảng vân. Giá trị d là

A. 0,24 m. B. 0,26 m. C. 2,4 m. D. 2,6 m.

Hướng dẫn

Áp dụng $\frac{OT}{b}=\frac{D}{d}\Rightarrow OT=b\frac{D}{d}$

$\Rightarrow 20\frac{\lambda D}{a}=b\frac{D}{d}\Rightarrow d=b\frac{a}{20\lambda}=\frac{2.10^{-3}.1,2.10^{-3}}{20.0,5.10^{-6}}=0,24(m)\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách hai khe đến màn là D thì khoảng vân giao thoa là 2 mm. Khoảng cách từ khe S đến mặt phẳng hai khe là d = D/4. Cho khe S dịch chuyển theo phương song song với màn theo chiều dương một đoạn 2 mm thì vân sáng bậc 2 nằm ở toạ độ nào trong số các toạ độ sau?

A. -5 mm. B. + 4 mm. C. +8 mm. D. -12 mm.

Hướng dẫn

Áp dụng $OT=b\frac{D}{d}=2.4=8(mm)$. Khe S dịch xuống, hệ vân dịch lên nên tọa độ vân trung tâm: $x_0 = +OT = 8$ mm.

Tọa độ vân sáng bậc 2: $x = x_0 \pm 2i \Rightarrow x = 12$ mm hoặc $x = 4$ mm

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách hai khe đến màn là D thì khoảng vân giao thoa là 2 mm. Khoảng cách từ khe S đến mặt phẳng hai khe là d = D/5. Cho khe S dịch chuyển theo phương song song với màn theo chiều dương một đoạn 1,6 mm thì vân thứ 2 nằm ở toạ độ nào trong số các toạ độ sau?

A. -5 mm. B. + 11 mm. C. +12 mm. D. -12 mm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \text{Vị trí vân trung tâm : } x_0 = -OT = -b\dfrac{D}{d} = -8(mm) \\ \text{Vị trí vân tối thứ 2 : } x = x_0 \pm 1,5i = -8 \pm 1,5.2 = \begin{bmatrix} -11(mm) \\ -5(mm) \end{bmatrix} \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Trước khi dịch chuyển, vân sáng trung tâm nằm tại O. Sau khi dịch chuyển, vân trung tâm dịch đến T. Lúc này:

* *nếu O là vân sáng bậc k thì hiệu đường đi tại O bằng kλ và*

$$OT = b\frac{D}{d} = ki \Rightarrow OT_{min} = b_{min}\frac{D}{d} = i$$

* *nếu O là vân tối thứ n thì hiệu đường đi tại O bằng (n – 0,5)λ và*

$$OT = b\frac{D}{d} = (n-0,5)i \Rightarrow OT_{min} = b_{min}\frac{D}{d} = 0,5i$$

Ví dụ 4: Thí nghiệm giao thoa Iâng khoảng cách hai khe 0,75 mm. Khoảng cách từ khe S đến mặt phẳng hai khe 80 cm. Giao thoa với ánh sáng đơn sắc có 0,75 μm. Cho khe S dịch chuyển theo phương song song với màn một đoạn tối thiểu bằng bao nhiêu để vị trí của vân sáng trung tâm ban đầu vẫn là vân sáng.

A. 1 mm. B. 0,8 mm. C. 0,6 mm. D. 0,4 mm.

Hướng dẫn

$$OT = b\frac{D}{d} = ki \Rightarrow OT_{min} = b_{min}\frac{D}{d} = i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow b_{min} = \frac{\lambda d}{a} = 0,8(mm)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 5: Thí nghiệm giao thoa Iâng khoảng cách hai khe 0,3 mm. Khoảng cách từ khe S đến mặt phẳng hai khe 40 cm. Giao thoa với ánh sáng đơn sắc có 0,6 μm. Cho khe S dịch chuyển theo phương song song với màn một đoạn tối thiểu bằng bao nhiêu để vị trí của vân sáng trung tâm ban đầu chuyển thành vân tối.

A. 1 mm. B. 0,8 mm. C. 0,6 mm. D. 0,4 mm.

Hướng dẫn

$$OT = b\frac{D}{d} = (n-0,5)i \Rightarrow OT_{min} = b_{min}\frac{D}{d} = 0,5i = 0,5\frac{\lambda D}{a}$$

$$\Rightarrow b_{min} = 0,5\frac{\lambda d}{a} = 0,4(mm) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, với nguồn sáng đơn sắc chiếu vào S. Dịch chuyển S song song với hai khe sao cho hiệu số khoảng cách từ nó đến hai khe bằng λ/2. Hỏi cường độ sáng tại O là tâm màn ảnh thay đổi thế nào?

A. Luôn luôn cực tiểu. B. Luôn luôn cực đại.

C. Từ cực đại sang cực tiểu. D. Từ cực tiểu sang cực đại.

Hướng dẫn

Lúc đầu, hiệu đường đi của hai sóng kết hợp tại O là $0\lambda \Rightarrow$ Vân sáng trung tâm nằm tại O. Sau đó, hiệu đường đi của hai sóng kết hợp tại O là $0,5\lambda \Rightarrow$ Vân tối thứ nhất nằm tại O $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 7: Thí nghiệm giao thoa Iâng khoảng cách hai khe 0,6 mm. Khoảng cách từ khe S đến mặt phẳng hai khe 80 cm. Giao thoa với ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6 μm. Cho khe S dịch chuyển theo phương song song với màn một đoạn bằng b thì có 3 khoảng vân dịch chuyển qua gốc tọa độ O và lúc này O vẫn là vị trí của vân sáng. Tính b.

A. 1 mm. B. 0,8 mm. C. 1,6 mm. D. 2,4 mm.

Hướng dẫn

$$OT = b\frac{D}{d} = 3i = 3\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow b = \frac{3\lambda d}{a} = 2,4(mm) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 8: Thí nghiệm giao thoa Iâng khoảng cách hai khe 0,54 mm. Khoảng cách từ khe S đến mặt phẳng hai khe 50 cm. Giao thoa với ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,54 μm. Cho khe S dịch chuyển theo phương song song với màn một đoạn 1,25 mm thì gốc tọa độ O là

A. vân tối thứ 3. B. vân tối thứ 2. C. vân sáng bậc 3. D. vân sáng bậc 2.

Hướng dẫn

$$OT = b\frac{D}{d} = \frac{ba}{\lambda d}\frac{\lambda D}{a} = \frac{1,25.10^{-3}.0,54.10^{-3}}{0,54.10^{-6}.0,5}.i = 2,5i \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Giả sử lúc đầu tại điểm M trên màn không phải là vị trí của vân sáng hay vân tối. Yêu cầu phải dịch S một khoảng tối thiểu bằng bao nhiêu theo chiều nào để M trở thành vân sáng (tối)? Để giải quyết bài toán này ta làm như sau:

Gọi x_{min} là khoảng cách từ M đến vân sáng (tối) gần nhất.

Nếu vân này ở trên M thì phải đưa vân này xuống, khe S dịch lên một đoạn b sao cho $OT = b\frac{D}{d} = x_{min}$.

Nếu vân này ở dưới M thì phải đưa vân này lên, khe S dịch xuống một đoạn b sao cho $OT = b\frac{D}{d} = x_{min}$.

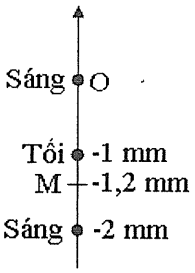
Ví dụ 9: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng khoảng cách hai khe 0,6 mm. Khoảng cách từ mặt phẳng hai khe đến màn 2 m. Khoảng cách từ khe S đến mặt phẳng hai khe 80 cm. Giao thoa thực hiện với ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6 μm. Cho khe S dịch chuyển theo phương song song với màn một đoạn tối thiểu bằng bao nhiêu và theo chiều nào để tại vị trí trên màn có toạ độ x = -1,2 mm chuyển thành vân tối.

A. 0,4 mm theo chiều âm. B. 0,08 mm theo chiều âm.

C. 0,4 mm theo chiều dương. D. 0,08 mm theo chiều dương.

Hướng dẫn

Khoảng vân $i = \frac{\lambda D}{a} = 2(mm)$



Vân tối nằm gần M nhất là vân nằm phía trên M và cách M là x_{min} = 0,2 mm. Ta phải dịch vân tối này xuống, khe S phải dịch lên một đoạn b (dịch theo chiều dương) sao cho: $OT = b\frac{D}{d} = x_{min}$

$\Rightarrow b\frac{2}{0,8} = 0,2.10^{-3} \Rightarrow b = 0,08.10^{-3}(m) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 10: Trong thí nghiệm giao thoa lâng khoảng cách hai khe 0,6 mm. Khoảng cách từ mặt phẳng hai khe đến màn 2 m. Khoảng cách từ khe S đến mặt phẳng hai khe 80 cm. Giao thoa thực hiện với ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6 μm. Cho khe S dịch chuyển theo phương song song với màn một đoạn tối thiểu bằng bao nhiêu và theo chiều nào để tại vị trí trên màn có toạ độ x = -1,2 mm chuyển thành vân sáng.

A. 0,32 mm theo chiều âm. B. 0,08 mm theo chiều âm.

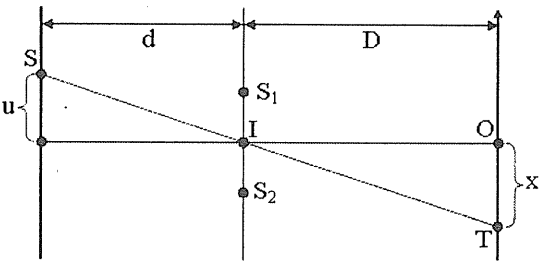
C. 0,32 mm theo chiều dương. D. 0,08 mm theo chiều dương.

Hướng dẫn

Vân sáng nằm gần M nhất là vân nằm phía dưới M và cách M là x_{min} = 0,8 mm. Ta phải dịch vân sáng này lên, khe S phải dịch xuống một đoạn b (dịch theo chiều âm) sao cho:

$OT = b\frac{D}{d} = x_{min} \Rightarrow b\frac{2}{0,8} = 0,8.10^{-3} \Rightarrow b = 0,32.10^{-3}(m) \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Nếu cho nguồn S dao động điều hòa theo phương song song với S_1S_2 với phương trình $u = A_0\cos\omega t$ thì hệ vân giao thoa dao động dọc theo trục Ox với phương trình $x = u\frac{D}{d} = \underbrace{A_0\frac{D}{d}}_{A}\cos\omega t$.



Trong thời gian T/2 hệ vân giao thoa dịch chuyển được quãng đường 2A, trên đoạn này có số vân sáng $n_s = 2\left[\frac{A}{i}\right] + 1$.

Suy ra, số vân sáng dịch chuyển qua O sau khoảng thời gian T/2, T, 1 (s) và t (s) lần lượt là n_s, $2n_s$, $f.2n_s$ *và* $t.f.2n_s$.

Ví dụ 11: Trong thí nghiệm Iâng về giao thoa ánh sáng đơn sắc cho vân giao thoa trên màn E với khoảng vân đo được là 1,5 mm. Biết khe S cách mặt phẳng hai khe S_1S_2 một khoảng d và mặt phẳng hai khe S_1S_2 cách màn E một khoảng D = 3d. Nếu cho nguồn S dao động điều hòa theo quy luật u = 1,5cos3πt (mm) (t đo bằng giây) theo phương song song với trục Ox thì khi đặt mắt tại O sẽ thấy có bao nhiêu vân sáng dịch chuyển qua trong 1 giây?

A. 21. B. 28. C. 25. D. 14.

Hướng dẫn

$$x = u\frac{D}{d} = 4,5\cos 2\pi t\,(mmm) \Rightarrow n_s = 2\left[\frac{A}{i}\right] + 1 = 7$$

Số vân sáng dịch chuyển qua O trong 1 giây là t.f.$2n_s = 21 \Rightarrow$ Chọn A.

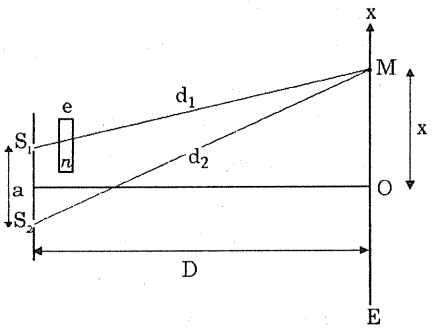
3) Bản thủy tinh đặt trước một trong hai khe S_1 hoặc S_2

Quãng đường ánh sáng đi từ S_1 đến M: $(d_1 - e) + ne$.

Quãng đường ánh sáng đi từ S_2 đến M: d_2.

Hiệu đường đi hai sóng kết hợp tại M:

$$\Delta L = d_2 - \left[(d_1 - e) + ne\right] = \frac{ax}{D} - (n-1)e$$



Để tìm vị trí vân trung tâm ta cho ΔL = 0 $\Rightarrow x = \dfrac{(n-1)eD}{a}$

Vân trung tâm cùng với hệ vân dịch về phía có đặt bản thủy tinh (đặt ở S_1 dịch về S_1 một đoạn $\dfrac{(n-1)eD}{a}$, đặt ở S_2 dịch về S_2 một đoạn $\dfrac{(n-1)eD}{a}$).

Vị trí vân sáng bậc k: $x = x_0 \pm ki$.

Vị trí vân tối thứ m: $x = x_0 \pm (m - 0,5)i$.

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách giữa hai khe 1 mm, khoảng cách hai khe đến màn 1 m. Người ta đặt một bản thủy tinh có bề dày 12 (μm) có chiết suất 1,5 trước khe S_1. Hỏi hệ thống vân giao thoa dịch chuyển trên màn như thế nào?

A. về phía S_2 là 3 mm. B. về phía S_2 là 6 mm.

C. về phía S_1 là 6 mm. D. về phía S_1 là 3 mm.

Hướng dẫn

Đặt trước S_1 nên hệ vân dịch về phía S_1.

Hiệu đường đi thay đổi một lượng $(n-1)e = \dfrac{a\Delta x_1}{D}$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{(n-1)eD}{a} = \frac{(1,5-1).12.10^{-6}.1}{10^{-3}} = 6.10^{-3}(m) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 2: Quan sát vân giao thoa trong thí nghiệm Iâng với ánh sáng có bước sóng 0,68 μm. Ta thấy vân sáng bậc 3 cách vân sáng trung tâm một khoảng 5 mm. Khi đặt sau khe S_2 một bản mỏng, bề dày 20 μm thì vân sáng này dịch chuyển một đoạn 3 mm. Chiết suất của bản mỏng

A. 1,5000. B. 1,1257. C. 1,0612. D. 1,1523.

Hướng dẫn

Vị trí vân sáng bậc 3: $x_3 = 3i$ nên $i = 5/3$ mm

Khi đặt bản thủy tinh sau S_2 thì hiệu đường đi thay đổi một lượng $(n-1)e = \frac{a\Delta x}{D}$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{(n-1)e}{\lambda}\frac{\lambda D}{a} = \frac{(n-1)}{\lambda}i \Rightarrow 3.10^{-3} = \frac{(n-1).20.10^{-6}}{0,68.10^{-6}}.\frac{5}{3}.10^{-3} \Rightarrow n = 1,0612$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng của Iâng, các khe được chiếu bởi ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Đặt ngay sau khe S_1 một bản thủy tinh có bề dày 20 (μm) và có chiết suất 1,5 ta thấy vân trung tâm ở vị trí I_1, còn khi đặt ngay sau khe S_2 thì vân trung tâm ở vị trí I_2. Khi không dùng bản thủy tinh, ta thấy có 41 vân sáng trong khoảng I_1I_2, trong đó có hai vân sáng nằm đúng tại I_1 và I_2. Tìm bước sóng λ.

A. 0,5 μm. B. 0,45 μm. C. 0,4 μm. D. 0,6 μm.

Hướng dẫn

$$I_1I_2 = 2\frac{(n-1)eD}{a} \Rightarrow (41-1)\frac{\lambda D}{a} = 2.\frac{(n-1)eD}{a}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{(n-1)e}{20} = \frac{(1,5-1).20(\mu m)}{20} = 0,5(\mu m) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, khoảng cách giữa hai khe 1,5 mm, khoảng cách hai khe đến màn 3 m. Giao thoa thực hiện với ánh sáng đơn sắc 0,44 μm. Người ta đặt một bản thủy tinh có bề dày 2 (μm) có chiết suất 1,5 trước khe S_2. Vị trí nào sau đây là vị trí vân sáng bậc 5.

A. x = 0,88 mm. B. x = 1,32 mm. C. x = 2,88 mm. D. x = 2,4 mm.

Hướng dẫn

Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = 0,88(mm)$

Vị trí vân trung tâm: $x_0 = -\frac{(n-1)eD}{a} = -2(mm)$

Vị trí vân sáng bậc 5: $x = x_0 \pm 5i = \begin{bmatrix} -6,4(mm) \\ 2,4(mm) \end{bmatrix} \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 5: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, khoảng cách giữa hai khe 0,5 mm, khoảng cách hai khe đến màn 1 m. Giao thoa thực hiện với ánh sáng đơn sắc 0,44 μm. Người ta đặt một bản thủy tinh có bề dày 2 (μm) có chiết suất 1,5 trước khe S_2. Vị trí nào sau đây là vị trí vân tối thứ 5.

A. x = 1,96 mm. B. x = -5,96 mm. C. x = 2,88 mm. D. x = 2,4 mm.

Hướng dẫn

Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = 0,88(mm)$

Vị trí vân trung tâm: $x_0 = -\frac{(n-1)eD}{a} = -2(mm)$

Vị trí vân sáng bậc 5: $x = x_0 \pm 4,5i = \begin{bmatrix} -5,96(mm) \\ 1,96(mm) \end{bmatrix} \Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Đặt bản thủy tinh sau S_1 thì hệ vân dịch về phía S_1 một đoạn $\Delta x = \frac{(n-1)eD}{a}$. *Dịch S theo phương song song với S_1S_2 về phía S_1 thì hệ vân dịch chuyển về S_2 một đoạn* $OT = b\frac{D}{d}$. *Để cho hệ vân trở về vị trí ban đầu thì* $OT = \Delta x$.

Ví dụ 6: Một khe hẹp S phát ra ánh sáng đơn sắc chiếu sáng hai khe S_1 và S_2 song song, cách đều S và cách nhau một khoảng 0,6 mm. Khoảng cách từ mặt phẳng hai khe đến S là 0,5 m. Chắn khe S_2 bằng một bản mỏng thủy tinh có độ dày 0,005 mm chiết suất 1,6. Khe S phải dịch chuyển theo chiều nào và bằng bao nhiêu để đưa hệ vân trở lại trí ban đầu như khi chưa đặt bản mỏng

A. Khe S dịch về S_1 một đoạn 2,2 cm. B. Khe S dịch về S_1 một đoạn 2,5 mm.

D. Khe S dịch về S_2 một đoạn 2,2 mm. D. Khe S dịch về S_2 một đoạn 2,5 mm.

Hướng dẫn

Đặt bản thủy tinh sau S_2 thì hệ vân dịch về phía S_2 một đoạn $\Delta x = \frac{(n-1)eD}{a}$.

Dịch S theo phương song song với S_1S_2 về phía S_2 thì hệ vân dịch chuyển về S_1 một đoạn $OT = b\frac{D}{d}$. Để cho hệ vân trở về vị trí ban đầu thì OT = Δx hay

$b = \frac{(n-1)ed}{a} = \frac{(1,6-1).0,005.10^{-3}.0,5}{0,6.10^{-3}} = 0,0025(m) = 2,5(mm) \Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Giả sử lúc đầu tại điểm M trên màn không phải là vị trí của vân sáng hay vân tối. Yêu cầu phải đặt bản thủy tinh có bề dày nhỏ nhất (hoặc chiết suất nhỏ nhất) bằng bao nhiêu và đặt ở khe nào để M trở thành vân sáng (tối)? Để giải quyết bài toán này ta làm như sau:

Gọi x_{min} là khoảng cách từ M đến vân sáng (tối) gần nhất.

Nếu vân này ở trên M thì phải đưa vân này xuống, bản thủy tinh đặt ở S_2 sao cho $\Delta x = \frac{(n-1)eD}{a} = x_{min}$.

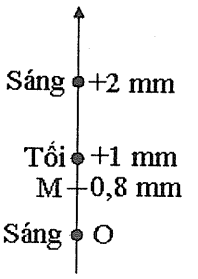
Nếu vân này ở dưới M thì phải đưa vân này lên, bản thủy tinh đặt ở S_1 sao cho $\Delta x = \frac{(n-1)eD}{a} = x_{min}$.

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, khoảng cách giữa hai khe 0,75 mm, khoảng cách hai khe đến màn 3 m. Giao thoa thực hiện với ánh sáng đơn sắc 0,5 μm. Hỏi phải đặt một bản thủy tinh có chiết suất 1,5 có bề dày nhỏ nhất bao nhiêu và đặt ở S_1 hay S_2 thì tại vị trí x = +0,8 mm (chiều dương cùng chiều với chiều từ S_2 đến S_1) trở thành vị trí của vân sáng?

A. Đặt S_1 dày 0,4 μm. B. Đặt S_2 dày 0,4 μm.

C. Đặt S_1 dày 1,5 μm. D. Đặt S_2 dày 1,5 μm.

Hướng dẫn



Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = 2(mm)$

Vân sáng nằm gần M nhất là vân nằm phía dưới M và cách M là x_{min} = 0,8 mm. Ta phải dịch vân sáng này lên, bản thủy tinh phải đặt ở khe S_1 sao cho: $\Delta x = \frac{(n-1)eD}{a} = x_{min}$

$\Rightarrow \frac{(1,5-1)e.3}{0,75.10^{-3}} = 0,8.10^{-3} \Rightarrow e = 0,4.10^{-6}(m) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 8: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, khoảng cách giữa hai khe 0,75 mm, khoảng cách hai khe đến màn 3 m. Giao thoa thực hiện với ánh sáng đơn sắc 0,5 μm. Hỏi phải đặt một bản thủy tinh có chiết suất 1,5 có bề dày nhỏ nhất bao nhiêu và đặt ở S_1 hay S_2 thì tại vị trí x = +0,8 mm (chiều dương cùng chiều với chiều từ S_2 đến S_1) trở thành vị trí của vân tối?

A. Đặt S_1 dày 0,4 μm. B. Đặt S_2 dày 0,4 μm.

C. Đặt S_1 dày 0,1 μm. D. Đặt S_2 dày 0,1 μm.

Hướng dẫn

Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = 2(mm)$

Vân sáng nằm gần M nhất là vân nằm phía trên M và cách M là x_{min} = 0,2 mm. Ta phải dịch vân sáng này xuống, bản thủy tinh phải đặt ở khe S_2 sao cho:

$\Delta x = \frac{(n-1)eD}{a} = x_{min} \Rightarrow \frac{(1,5-1)e.3}{0,75.10^{-3}} = 0,2.10^{-3} \Rightarrow e = 0,1.10^{-6}(m) \Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Khi đặt bản thủy tinh sau một trong hai khe thì hiệu đường đi thay đổi một lượng $\Delta L = (n-1)e$.

Khi hiệu đường đi thay đổi một bước sóng thì hệ thống vân dịch chuyển một khoảng vân. Do đó nếu hệ thống vân giao thoa dịch chuyển m khoảng vân thì hiệu đường đi sẽ thay đổi một khoảng bằng $m\lambda$, *hay* $(n-1)e = m\lambda$.

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm giao thoa lâng, thực hiện với ánh sáng đơn sắc bước sóng 0,45 μm. Người ta đặt một bản thủy tinh có bề dày e có chiết suất 1,5 trước trước một trong hai khe I-âng thì quan sát thấy có 5 khoảng vân dịch chuyển qua gốc tọa độ. Bề dày của bản thuỷ tinh là

A. 1 μm. B. 4,5 μm. C. 0,45 μm. D. 0,5 μm.

Hướng dẫn

$$\Delta L = (n-1)e = m\lambda \Rightarrow e = \frac{m\lambda}{(n-1)} = 4,5(\mu m) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 10: Trong thí nghiệm giao thoa lâng, thực hiện với ánh sáng đơn sắc bước sóng 0,64 μm. Nếu đặt một bản thủy tinh có chiết suất 1,64 và có bề dày 4 μm trước một trong hai khe I-âng thì qua sát thấy có bao nhiêu khoảng vân dịch qua gốc tọa độ?

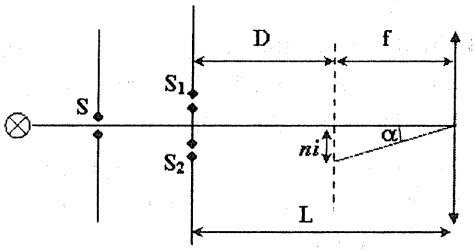
A. 3. B. 5. C. 4. D. 7.

Hướng dẫn

$$\Delta L = (n-1)e = m\lambda \Rightarrow m = \frac{(n-1)e}{\lambda} = \frac{(1,64-1)4}{0,64} = 4 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

4) Dùng kính lúp quan sát vân giao thoa

Nếu người mắt không có tật dùng kính lúp (có tiêu cự f) để quan sát các vân giao thoa trong trạng thái không điều tiết thì mặt phẳng tiêu diện vật của kính lúp đóng vai trò là màn ảnh giao thoa nên D = L – f ⇒ i = λD/a.



Góc trông n khoảng vân: $\alpha \approx \tan\alpha = \frac{ni}{f}$

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm I-âng với hai khe S_1, S_2 cách nhau một khoảng a = 0,96 mm, các vân được quan sát qua một kính lúp, tiêu cự f = 4 cm, đặt cách mặt phẳng của hai khe một khoảng L = 40 cm. Trong kính lúp (ngắm chừng vô cực) người ta đếm được 15 vân sáng. Khoảng cách giữa tâm của hai vân sáng ngoài cùng đo được là 2,1 mm. Tính góc trông khoảng vân và bước sóng của bức xạ.

A. $3,5.10^{-3}$ rad; 0,5 μm. B. $3,75.10^{-3}$ rad; 0,4 μm.

C. $37,5.10^{-3}$ rad; 0,4 μm. D. 35.10^{-3} rad; 0,5 μm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} i = \dfrac{2,1}{15-1} = 0,15(mm) \\ D = L - f = 0,4 - 0,04 = 0,36(m) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha \approx \tan\alpha = \dfrac{i}{f} = \dfrac{0,15.10^{-3}}{0,04} = 3,75.10^{-3}(rad) \\ \lambda = \dfrac{ai}{D} = \dfrac{0,96.10^{-3}.0,15.10^{-3}}{0,36} = 0,4.10^{-6}(m) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ, khoảng cách hai khe a = 1 mm. Vân giao thoa được nhìn qua một kính lúp có tiêu cự 5 cm đặt cách mặt phẳng hai khe một khoảng L = 45 cm. Một người có mắt bình thường đặt mắt sát kính lúp và quan sát hệ vân trong trạng thái không điều tiết thì thấy góc trông khoảng vân là 15'. Bước sóng λ của ánh sáng là

A. 0,62 μm. B. 0,50 μm. C. 0,58 μm. D. 0,55 μm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} D = L - f = 0,45 - 0,05 = 0,4(m) \\ \tan\alpha = \dfrac{i}{f} \Rightarrow i = 2,18.10^{-4}(m) \end{cases} \Rightarrow \lambda = \frac{ai}{D} = \frac{10^{-3}.2,18.10^{-3}}{0,4} = 0,55.10^{-6}(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 3: Trong một thí nghiệm Iâng, hai khe S_1, S_2 cách nhau một khoảng 1,8 mm. Hệ vân quan sát được qua một kính lúp, dùng một thước đo cho phép ta đo khoảng vân chính xác tới 0,01 mm. Ban đầu, đo 5 khoảng vân được giá trị 2,4 mm. Dịch chuyển kính lúp ra xa thêm 40 cm cho khoảng vân rộng thêm và đo 7 khoảng vân được giá trị 4,2 mm. Tính bước sóng của bức xạ.

A. 0,45 μm. B. 0,54 μm. C. 0,432 μm. D. 0,75 μm.

Hướng dẫn

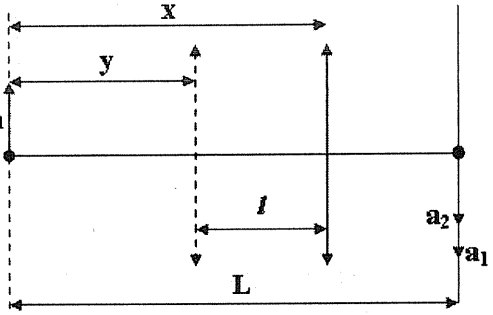
$$\begin{cases} \Delta x = 5\dfrac{\lambda D}{a} = 2,5.10^{-3} \\ \Delta x' = 7\dfrac{\lambda(D+0,4)}{a} = 4,2.10^{-3} \end{cases} \begin{matrix} \times 7 \\ \times 5 \end{matrix} \Rightarrow 35\frac{\lambda.0,4}{1,8.10^{-3}} = 3,5.10^{-3} \Rightarrow \lambda = 0,45.10^{-6}(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

5) Liên quan đến ảnh và vật qua thấu kính hội tụ

Với bài toán ảnh thật của vật qua thấu kính hội tụ, nếu giữ cố định vật và màn cách nhau một khoảng L, di chuyển thấu kính trong khoảng giữa vật và màn mà có hai vị trí thấu kính cách nhau một khoảng l đều cho ảnh rõ nét trên màn thì:

$$\begin{cases} x+y=L \\ x-y=l \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x=\dfrac{L+l}{2} \\ y=\dfrac{L-l}{2} \end{cases}$$



$$\Rightarrow \begin{cases} \text{ảnh lớn}: a_1 = a\dfrac{x}{y} \\ \text{ảnh nhỏ}: a_2 = a\dfrac{y}{x} \end{cases} \Rightarrow a=\sqrt{a_1 a_2}$$

Ví dụ 1: Một tấm nhôm mỏng, trên có rạch hai khe hẹp song song F_1 và F_2 đặt trước một màn M một khoảng 1,2 m. Đặt giữa màn và hai khe một thấu kính hội tụ, người ta tìm được hai vị trí của thấu kính, cách nhau một khoảng 72 cm cho ta ảnh rõ nét của hai khe trên màn. Ở vị trí mà ảnh bé hơn thì khoảng cách giữa hai ảnh F'_1 và F'_2 là 0,4 mm. Bỏ thấu kính ra rồi chiếu sáng hai khe bằng một nguồn điểm S phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0{,}6\ \mu m$. Tính khoảng vân giao thoa trên màn.

A. 0,45 mm. B. 0,85 mm. C. 0,83 mm. D. 0,4 mm.

Hướng dẫn

$$HD: \begin{cases} x+y=L \\ x-y=l \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x=\dfrac{L+l}{2} \\ y=\dfrac{L-l}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{ảnh lớn}: a_1 = a\dfrac{x}{y} \\ \text{ảnh nhỏ}: a_2 = a\dfrac{y}{x} \end{cases} \Rightarrow 0{,}4 = a.\dfrac{1{,}2-0{,}72}{1{,}2+0{,}72}$$

$$\Rightarrow a = 1{,}6(mm) \Rightarrow i = \frac{\lambda D}{d} = 0{,}45(mm) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa khe I-âng, khoảng cách từ 2 khe đến màn là 1,5 m. Đặt trong khoảng giữa 2 khe và màn một thấu kính hội tụ sao cho trục chính của thấu kính vuông góc với mặt phẳng chứa 2 khe và cách đều 2 khe. Di chuyển thấu kính dọc theo trục chính, người ta thấy có 2 vị trí của thấu kính cho ảnh rõ nét cả 2 khe trên màn, đồng thời ảnh của 2 khe trong hai trường hợp cách nhau các khoảng lần lượt là 0,9 mm và 1,6 mm. Bỏ thấu kính đi, chiếu sáng 2 khe bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0{,}72\ \mu m$ ta thu được hệ vân giao thoa trên màn có khoảng vân là

A. 0,48 mm. B. 0,56 mm. C. 0,72 mm. D. 0,90 mm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} x=\dfrac{L+l}{2} \\ y=\dfrac{L-l}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{ảnh lớn}: a_1 = a\dfrac{x}{y} \\ \text{ảnh nhỏ}: a_2 = a\dfrac{y}{x} \end{cases} \Rightarrow a=\sqrt{a_1 a_2} = 1{,}2(mm) \Rightarrow i = \frac{\lambda D}{a} = 0{,}9(mm)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Chủ đề 9. QUANG PHỔ. CÁC TIA

1) Câu hỏi định tính

Ở chủ đề này chủ yếu là các câu hỏi trắc nghiệm định tính liên quan đến định nghĩa, bản chất, tính chất, tác dụng, phương pháp phát và thu các bức xạ điện từ.

Ví dụ 1: (CĐ-2010) Chiếu ánh sáng trắng do một nguồn nóng sáng phát ra vào khe hẹp F của một máy quang phổ lăng kính thì trên tấm kính ảnh (hoặc tấm kính mờ) của buồng ảnh sẽ thu được

A. Ánh sáng trắng

B. Một dải có màu từ đỏ đến tím nối liền nhau một cách liên tục.

C. Các vạch màu sáng, tối xen kẽ nhau.

D. Bảy vạch sáng từ đỏ đến tím, ngăn cách nhau bằng những khoảng tối.

Hướng dẫn

Ánh sáng trắng phát quang phổ liên tục $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 2: (ĐH-2010) Quang phổ vạch phát xạ

A. Của các nguyên tố khác nhau, ở cùng một nhiệt độ thì như nhau về độ sáng tỉ đối của các vạch.

B. Do các chất rắn, chất lỏng hoặc chất khí có áp suất lớn phát ra khi bị nung nóng.

C. Là một dải có màu từ đỏ đến tím nối liền nhau một cách liên tục.

D. Là một hệ thống những vạch sáng (vạch màu) riêng lẻ, ngăn cách nhau bởi những khoảng tối.

Hướng dẫn

Quang phổ chia thành: quang phổ phát xạ và quang phổ hấp thụ.

Quang phổ phát xạ gồm 2 loại: quang phổ liên tục (là một dải sáng có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím) và quang phổ vạch phát xạ (là một hệ thống những vạch sáng (vạch màu) riêng lẻ, ngăn cách nhau bởi những khoảng tối) $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 3: (TN-2009) Phát biểu nào sau đây **sai**?

A. Sóng ánh sáng là sóng ngang.

B. Các chất rắn, lỏng và khí ở áp suất lớn khi bị nung nóng phát ra quang phổ vạch.

C. Tia hồng ngoại và tia tử ngoại đều là sóng điện từ.

D. Ria Rơn-ghen và tia gamma đều không thuộc vùng ánh sáng nhìn thấy.

Hướng dẫn

Các chất rắn, lỏng và khí ở áp suất lớn khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 4: (CĐ-2009) Khi nói về quang phổ, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Các chất rắn bị nung nóng thì phát ra quang phổ vạch.

B. Mỗi nguyên tố hóa học có một quang phổ vạch đặc trưng của nguyên tố ấy.

C. Các chất khí ở áp suất lớn bị nung nóng thì phát ra quang phổ vạch.

D. Quang phổ liên tục của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố đó.

Hướng dẫn

Mỗi nguyên tố hóa học có một quang phổ vạch đặc trưng của nguyên tố ấy ⇒ Chọn B.

Ví dụ 5: (ĐH-2009) Quang phổ liên tục

A. Phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát mà không phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát.

B. Phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của nguồn phát.

C. Không phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của nguồn phát.

D. Phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát mà không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát.

Hướng dẫn

Quang phổ liên tục phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát mà không phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát ⇒ Chọn A.

Ví dụ 6: (ĐH-2009) Phát biểu nào sau đây là đúng ?

A. Chất khí hay hơi ở áp suất thấp được kích thích bằng nhiệt hay bằng điện cho quang phổ liên tục.

B. Chất khí hay hơi được kích thích bằng nhiệt hay bằng điện luôn cho quang phổ vạch.

C. Quang phổ liên tục của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố ấy.

D. Quang phổ vạch của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố ấy.

Hướng dẫn

Mỗi nguyên tố hóa học có một quang phổ vạch đặc trưng riêng cho chính nó ⇒ Chọn D.

Ví dụ 7: (ĐH-2008) Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về quang phổ?

A. Quang phổ hấp thụ là quang phổ của ánh sáng do một vật rắn phát ra khi vật đó được nung nóng.

B. Để thu được quang phổ hấp thụ thì nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải cao hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.

C. Quang phổ liên tục của nguồn sáng nào thì phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng ấy.

D. Mỗi nguyên tố hoá học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.

Hướng dẫn

Mỗi nguyên tố hoá học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó ⇒ Chọn D.

Ví dụ 8: (CĐ-2007) Quang phổ liên tục của một nguồn sáng J

A. Không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng J, mà chỉ phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng đó.

B. Phụ thuộc vào cả thành phần cấu tạo và nhiệt độ của nguồn sáng J.

C. Không phụ thuộc vào cả thành phần cấu tạo và nhiệt độ của nguồn sáng J.

D. Không phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng J, mà chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng đó.

Hướng dẫn

Quang phổ liên tục của một nguồn sáng J không phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng J, mà chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng đó ⇒ Chọn D.

Ví dụ 9: (TN-2007) Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về quang phổ liên tục?

A. Quang phổ liên tục là quang phổ gồm nhiều dải sáng, màu sắc khác nhau, nối tiếp nhau một cách liên tục.

B. Quang phổ liên tục của một vật phát sáng chỉ phụ thuộc nhiệt độ của vật đó.

C. Các chất khí hay hơi có khối lượng riêng nhỏ (ở áp suất thấp) khi bị kích thích (bằng nhiệt hoặc điện) phát ra quang phổ liên tục.

D. Quang phổ của ánh sáng trắng là quang phổ liên tục.

Hướng dẫn

Các chất khí hay hơi có khối lượng riêng nhỏ (ở áp suất thấp) khi bị kích thích (bằng nhiệt hoặc điện) phát ra quang phổ vạch phát xạ ⇒ Chọn C.

Ví dụ 10: (ĐH-2012) Khi nói về tính chất của tia tử ngoại, phát biểu nào sau đây là **sai?**

A. Tia tử ngoại làm iôn hóa không khí.

B. Tia tử ngoại kích thích sự phát quang của nhiều chất.

C. Tia tử ngoại tác dụng lên phim ảnh.

D. Tia tử ngoại không bị nước hấp thụ.

Hướng dẫn

Tia tử ngoại không bị thủy tinh nước hấp thụ mạnh ⇒ Chọn D.

Ví dụ 11: (CĐ-2010) Trong các nguồn bức xạ đang hoạt động: hồ quang điện, màn hình máy vô tuyến, lò sưởi điện, lò vi sóng; nguồn phát ra tia tử ngoại mạnh nhất là

A. Màn hình máy vô tuyến. B. Lò vi sóng.

C. Lò sưởi điện. D. Hồ quang điện.

Hướng dẫn

Nguồn phát ra tia tử ngoại phổ biến là Mặt trời, hồ quang điện, đèn thủy ngân ⇒ Chọn D.

Ví dụ 12: (CĐ-2010) Trong các loại tia: Rơn-ghen, hồng ngoại, tử ngoại, đơn sắc màu lục; tia có tần số nhỏ nhất là

A. Tia tử ngoại. B. Tia hồng ngoại.

C. Tia đơn sắc màu lục. D. Tia Rơn-ghen.

Hướng dẫn

Sắp xếp theo bước sóng giảm dần (tần số tăng dần): hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia X, tia γ ⇒ Chọn B.

Ví dụ 13: (ĐH-2009) Trong chân không, các bức xạ được sắp xếp theo thứ tự bước sóng giảm dần là:

A. Tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.

B. Tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia Rơn-ghen, tia tử ngoại.

C. Ánh sáng tím, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.

D. Tia Rơn-ghen, tia tử ngoại, ánh sáng tím, tia hồng ngoại.

Hướng dẫn

Sắp xếp theo bước sóng giảm dần (tần số tăng dần): hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia X, tia $\gamma \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 14: (CĐ-2010) Khi nói về tia hồng ngoại, phát biểu nào dưới đây là **sai?**

A. Tia hồng ngoại cũng có thể biến điệu được như sóng điện từ cao tần.

B. Tia hồng ngoại có khả năng gây ra một số phản ứng hóa học.

C. Tia hồng ngoại có tần số lớn hơn tần số của ánh sáng đỏ.

D. Tác dụng nổi bật nhất của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

Hướng dẫn

Tia hồng ngoại có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ, tức là tia hồng ngoại có tần số nhỏ hơn tần số của ánh sáng đỏ $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 15: (ĐH-2010) Tia tử ngoại được dùng

A. Để tìm khuyết tật bên trong sản phẩm bằng kim loại.

B. Để tìm vết nứt trên bề mặt sản phẩm bằng kim loại.

C. Trong y tế để chụp điện, chiếu điện.

D. Để chụp ảnh bề mặt Trái Đất từ vệ tinh.

Hướng dẫn

Tia tử ngoại có tác dụng làm phát quang nhiều chất nên được ứng dụng để tìm vết nứt trên bề mặt sản phẩm bằng kim loại $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 16: (TN-2009) Tia hồng ngoại

A. Không truyền được trong chân không. B. Là ánh sáng nhìn thấy, có màu hồng.

C. Không phải là sóng điện từ. D. Được ứng dụng để sưởi ấm.

Hướng dẫn

Tia hồng ngoại có tác dụng nhiệt rất mạnh nên được ứng dụng để sưởi ấm $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 17: (ĐH-2009) Khi nói về tia hồng ngoại, phát biểu nào sau đây là **sai**?

A. Tia hồng ngoại có bản chất là sóng điện từ.

B. Các vật ở nhiệt độ trên 2000^0C chỉ phát ra tia hồng ngoại.

C. Tia hồng ngoại có tần số nhỏ hơn tần số của ánh sáng tím.

D. Tác dụng nổi bật của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

Hướng dẫn

Các vật ở nhiệt độ trên 2000^0C không chỉ phát ra tia hồng ngoại mà còn phát ra các bức xạ điện từ khác như ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại.. $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 18: (ĐH-2008) Tia Rơnghen có

A. Cùng bản chất với sóng vô tuyến.

B. Cùng bản chất với sóng âm.

C. Điện tích âm.

D. Bước sóng lớn hơn bước sóng của tia hồng ngoại.

Hướng dẫn

Tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia X, tia γ đều có cùng bản chất là sóng điện từ giống như sóng vô tuyến ⇒ Chọn A.

Ví dụ 19: (CĐ-2008) Tia hồng ngoại là những bức xạ có

A. Khả năng đâm xuyên mạnh, có thể xuyên qua lớp chì dày cỡ cm.

B. Bản chất là sóng điện từ.

C. Bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.

D. Khả năng ion hoá mạnh không khí.

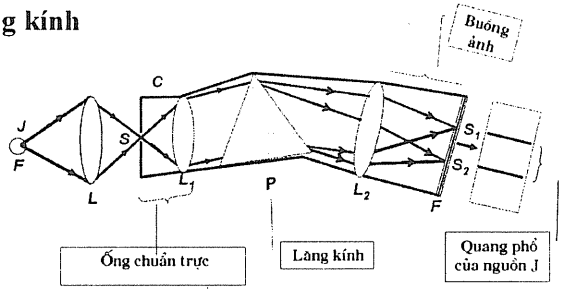
Hướng dẫn

Tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia X, tia γ đều có cùng bản chất là sóng điện từ ⇒ Chọn B.

2) Bài tập về máy quang phổ lăng kính

+ Sử dụng công thức lăng kính:

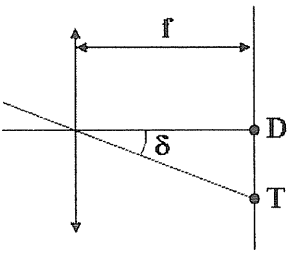
$$\begin{cases} \sin i_1 = n.\sin r_1 \\ \sin i_2 = n.\sin r_2 \\ A = r_1 + r_2 \\ D = (i_1 + i_2) - A \end{cases}$$



+ Góc lệch cực tiểu

$$\leftrightarrow i_1 = i_2 \Rightarrow r_1 = r_2 = \frac{A}{2}$$

$$\Rightarrow \sin i_1 = \sin\frac{D_{\min} + A}{2} = n\sin\frac{A}{2}.$$



+ Góc hợp bởi các tia ló

$$\begin{cases} \text{Tia đỏ}: \begin{cases} \sin i_1 = n_d \sin r_{1d} \\ r_{1d} + r_{2d} = A \\ \sin i_{2d} = n_d \sin r_{2d} \end{cases} \\ \text{Tia tím}: \begin{cases} \sin i_1 = n_t \sin r_{1t} \\ r_{1t} + r_{2t} = A \\ \sin i_{2t} = n_t \sin r_{2t} \end{cases} \end{cases} \Rightarrow \delta = i_{2t} - i_{2d}$$

+ Khoảng cách hai vệt quang phổ $DT = f.\tan\delta$

Ví dụ 1: Một máy quang phổ có lăng kính thuỷ tinh góc chiết quang 40^0. Chiếu đồng thời bức xạ màu lục và màu tím vào máy quang phổ. Biết chiết suất của chất làm lăng kính đối với bức xạ màu tím là 1,635. Lăng kính được đặt sao cho bức xạ tím cho góc lệch cực tiểu. Tính góc tới của chùm sáng tới lăng kính.

A. $47,9^0$. B. 39^0. C. $45,9^0$. D. 34^0.

Hướng dẫn

$$\sin i_1 = \sin\frac{D_{\min}+A}{2} = n\sin\frac{A}{2} \Rightarrow \sin i_1 = 1,635\sin\frac{40^0}{2} \Rightarrow i_1 = 34^0 \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Một máy quang phổ có lăng kính thuỷ tinh góc chiết quang 65^0. Chiếu đồng thời các bức xạ màu đỏ, màu tím mà chiết suất của chất làm lăng kính đối với các bức xạ đó lần lượt là: 1,6383 và 1,6896. Lăng kính được đặt sao cho chùm sáng chiếu vào lăng kính với góc tới 55^0. Tính góc hợp bởi tia tím và tia đỏ ló ra khỏi lăng kính.

A. $2,7^0$. B. $2,6^0$. C. $13,3^0$. D. $2,8^0$.

Hướng dẫn

Tia đỏ: $\begin{cases} \sin i_1 = n_d \sin r_{1d} \Rightarrow \sin 55^0 = 1,6383\sin r_{1d} \Rightarrow r_{1d} = 30^0 \\ r_{1d} + r_{2d} = A = 65^0 \Rightarrow r_{2d} = 35^0 \\ \sin i_{2d} = n_d \sin r_{2d} \Rightarrow \sin i_{2d} = 1,6383\sin 35^0 \Rightarrow i_{2d} = 70^0 \end{cases}$

Tia tím: $\begin{cases} \sin i_1 = n_t \sin r_{1t} \Rightarrow \sin 55^0 = 1,6896\sin r_{1t} \Rightarrow r_{1t} = 29^0 \\ r_{1t} + r_{2t} = A = 65^0 \Rightarrow r_{2t} = 36^0 \\ \sin i_{2t} = n_t \sin r_{2t} \Rightarrow \sin i_{2t} = 1,6896\sin 36^0 \Rightarrow i_{2t} = 83,3^0 \end{cases}$

$\Rightarrow \delta = i_{2t} - i_{2d} = 13,3^0 \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Một máy quang phổ có lăng kính thuỷ tinh góc chiết quang 65^0. Chiếu đồng thời các bức xạ màu đỏ, màu tím mà chiết suất của chất làm lăng kính đối với các bức xạ đó lần lượt là: 1,6383 và 1,6896. Lăng kính được đặt sao cho chùm sáng chiếu vào lăng kính với góc tới 55^0. Cho biết tiêu cự của thấu kính buồng ảnh là 10 cm. Tính khoảng cách giữa 2 vệt sáng màu đỏ và màu tím trên mặt phẳng tiêu diện của thấu kính buồng ảnh.

A. 2,36 cm. B. 1,86 cm. C. 1,88 cm. D. 1,78 cm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \delta = i_{2t} - i_{2d} = 13,3^0 \\ DT = f.\tan\delta = 10\tan 13,3^0 \approx 2,36(cm) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa Iâng, khoảng cách giữa hai khe 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn 1 m. Nguồn sáng S phát ánh sáng trắng có bước sóng nằm trong khoảng từ 0,38 (μm) đến 0,76 (μm). Tại điểm M trên màn cách vân sáng trung tâm 4,5 (mm), khoét một khe rất hẹp song song với vân sáng trung tâm. Đặt sau M, khe của ống chuẩn trực của một máy quang

phổ. Hãy cho biết trong máy quang phổ **không** có ánh sáng đơn sắc nào sau đây?

A. 13/22 (μm). B. 0,75 (μm). C. 0,45 (μm). D. 9/14 (μm).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} x_M = k\dfrac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \dfrac{ax_M}{kD} = \dfrac{4,5}{k}(\mu m) \\ 0,38 \le \lambda = \dfrac{4,5}{k} \le 0,76 \Rightarrow 5,9 \le k \le 11,8 \Rightarrow k = 6;7;8;9;10;11 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} k = 6 \Rightarrow \lambda = 0,75(\mu m); k = 7 \Rightarrow \lambda = \dfrac{9}{14}(\mu m) \\ k = 8 \Rightarrow \lambda = 0,5625(\mu m); k = 9 \Rightarrow \lambda = 5(\mu m) \\ k = 10 \Rightarrow \lambda = 0,45(\mu m); k = 11 \Rightarrow \lambda = \dfrac{9}{22}(\mu m) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

3) Bài tập về giao thoa với các tia hồng ngoại, tử ngoại, Rơnghen

Trên màn vẫn xuất hiện các cực đại, cực tiểu nhưng mắt không quan sát được. Có thể phát hiện các cực đại, cực tiểu này bằng cách dùng pin nhiệt điện hoặc phim chụp hoặc đối với tia tử ngoại và tia X có thể phủ lên màn ảnh một chất phát quang.

Ví dụ 1: Giả sử làm thí nghiệm I-âng với hai khe cách nhau một khoảng a = 3 mm, màn quan sát cách hai khe D = 0,45 m, thí nghiệm với bức xạ tử ngoại. Đặt một tấm giấy ảnh lên trước màn quan sát thì sau khi tráng trên giấy hiện một loạt vạch đen song song, cách đều nhau. Khoảng cách giữa vạch đen thứ nhất đến vạch đen thứ 37 cùng phía so với vạch chính giữa là 1,39 mm. Bước sóng của bức xạ là

A. 833 nm. B. 288 nm. C. 257 nm. D. 756 nm.

Hướng dẫn

$$i = \frac{1,39.10^{-3}}{37-1} = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda \approx 257.10^{-9}(m) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 2: Giả sử làm thí nghiệm I-âng với hai khe cách nhau một khoảng a, màn quan sát cách hai khe D. Dịch chuyển một mối hàn của cặp nhiệt điện trên màn theo một đường vuông góc với hai khe, thì thấy cứ sau 0,5 mm thì kim điện kế lại lệch nhiều nhất. Nếu tăng a gấp đôi và tăng D thêm 0,3 m, lặp lại thí nghiệm thì thấy cứ sau 0,3 mm thì kim điện kế lại lệch nhiều nhất. Tính D.

A. 2 m. B. 1,2 m. C. 1,5 m. D. 2,5 m.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} i = \dfrac{\lambda D}{a} = 0,5.10^{-3} \\ i' = \dfrac{\lambda D'}{a'} = \dfrac{\lambda(D+0,3)}{2a} = 0,3.10^{-3} \end{cases} \Rightarrow \frac{(D+0,3)}{D} = 1,2 \Rightarrow D = 1,5(m) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chủ đề 10. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN VẬN DỤNG CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG ĐIỆN

Phương pháp giải

1) Sự truyền phôtôn

Năng lượng phôtôn: $\varepsilon = hf = \dfrac{hc}{\lambda}$

Gọi N là số phôtôn chiếu vào hay phát ra trong 1 giây thì công suất của chùm sáng: $P = N\varepsilon \Rightarrow N = \dfrac{P}{\varepsilon} = \dfrac{P}{hf} = \dfrac{P\lambda}{hc}$

Ví dụ 1: Công suất của một nguồn sáng là P = 2,5 W. Biết nguồn phát ra ánh sáng đơn sắc đơn sắc có bước sóng λ = 0,3 μm. Cho hằng số Plăng $6{,}625.10^{-34}$ Js và tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 m/s. Số phôtôn phát ra từ nguồn sáng trong một phút là

A. $2{,}26.10^{20}$. B. $5{,}8.10^{18}$. C. $3{,}8.10^{19}$. D. $3{,}8.10^{18}$.

Hướng dẫn

Số phôtôn phát ra từ nguồn sáng trong 1 giây:

$$N = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{2{,}5.0{,}3.10^{-6}}{19{,}875.10^{-26}} \approx 3{,}77.10^{18}$$

Số phôtôn phát ra từ nguồn sáng trong 1 phút:

$60.N = 60.3{,}77.10^{18} \approx 2{,}26.10^{20} \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Trong công thức $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda}$, với λ là bước sóng ánh sáng đơn sắc trong chân không.

Nếu cho bước sóng truyền trong môi trường có chiết suất n là λ' thì $\lambda = n\lambda'$ và $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} = \dfrac{hc}{n\lambda'}$

Ví dụ 2: Một bức xạ hồng ngoại truyền trong môi trường có chiết suất 1,4 thì có bước sóng 3 μm và một bức xạ tử ngoại truyền trong môi trường có chiết suất 1,5 có bước sóng 0,14 μm. Tỉ số năng lượng photon 2 và photon 1 là

A. 24 lần. B. 50 lần. C. 20 lần. D. 230 lần.

Hướng dẫn

$$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{\dfrac{hc}{\lambda_2}}{\dfrac{hc}{\lambda_1}} = \frac{\dfrac{hc}{n_2\lambda'_2}}{\dfrac{hc}{n_1\lambda'_1}} = \frac{n_1\lambda'_1}{n_2\lambda'_2} = \frac{3.1{,}4}{0{,}14.1{,}5} = 20 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 3: (CĐ-2008) Trong chân không, ánh sáng đỏ có bước sóng 720 nm, ánh sáng tím có bước sóng 400 nm. Cho hai ánh sáng này truyền trong một môi trường trong suốt thì chiết suất tuyệt đối của môi trường đó đối với hai ánh sáng này lần lượt là 1,33 và 1,34. Tỉ số năng lượng của photon đỏ và năng lượng photon tím trong môi trường trên là

A. 133/134. B. 5/9. C. 9/5. D. 2/3.

Hướng dẫn

$$\frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_t}=\frac{\frac{hc}{\lambda_d}}{\frac{hc}{\lambda_t}}=\frac{\lambda_t}{\lambda_d}=\frac{400}{720}=\frac{5}{9}\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 4: Nếu trong một môi trường ta biết được bước sóng của lượng tử bằng λ và năng lượng là ε, thì chiết suất tuyệt đối của môi trường đó bằng bao nhiêu? (Biết h là hằng số Plăng, c là tốc độ ánh sáng trong chân không).

A. $n=\frac{hc}{\lambda\varepsilon}$ B. $n=\frac{h\varepsilon}{\lambda c}$ C. $n=\frac{h\varepsilon}{\lambda}$ D. $n=\frac{h\varepsilon}{c}$

Hướng dẫn

Bước sóng truyền trong môi trường có chiết suất n là λ thì bước sóng trong chân không $\lambda_0 = n\lambda$ nên $\varepsilon=\frac{hc}{\lambda_0}=\frac{hc}{n\lambda}\Rightarrow n=\frac{hc}{\varepsilon\lambda}\Rightarrow$ Chọn A.

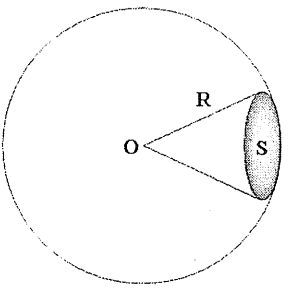
Ví dụ 5: (ĐH-2012) Laze A phát ra chùm bức xạ có bước sóng 0,45 μm với công suất 0,8W. Laze B phát ra chùm bức xạ có bước sóng 0,60 μm với công suất 0,6 W. Tỉ số giữa số phôtôn của laze B và số phôtôn của laze A phát ra trong mỗi giây là

A. 1. B. 20/9. C. 2. D. 3/4.

Hướng dẫn

$$P=N\varepsilon=N\frac{hc}{\lambda}\Rightarrow\frac{P_B}{P_A}=\frac{N_B\frac{hc}{\lambda_B}}{N_A\frac{hc}{\lambda_A}}\Rightarrow\frac{N_B}{N_A}=\frac{P_B}{P_A}.\frac{\lambda_B}{\lambda_A}=1\Rightarrow\text{Chọn A.}$$

Ví dụ 6: (ĐH-2012) Theo thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào sau đây là **sai?**



A. Trong chân không, phôtôn bay với tốc độ c = 3.10^8 m/s dọc theo các tia sáng.

B. Phôtôn của các ánh sáng đơn sắc khác nhau thì mang năng lượng khác nhau.

C. Năng lượng của một phôtôn không đổi khi truyền trong chân không.

D. Phôtôn tồn tại trong cả trạng thái đứng yên và trạng thái chuyển động.

Hướng dẫn

Phôtôn chỉ tồn tại trong trạng thái chuyển động. Không có phôtôn đứng yên $\Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Nếu nguồn sáng phát ra từ O với công suất P (số phô tôn phát ra trong 1 giây là N = P/ε) phân bố đều theo mọi hướng thì số phôtôn đập vào diện tích S đặt cách O một khoảng R là $n = \dfrac{N}{4\pi R^2} S$. *Nếu S có dạng hình tròn bán kính r hoặc đường kính d thì* $S = \pi r^2 = \pi d^2/4$.

Ví dụ 7: Một nguồn sáng có công suất 3,58 W, phát ra ánh sáng tỏa ra đều theo mọi hướng mà mỗi phô tôn có năng lượng $3{,}975.10^{-19}$ J. Một người quan sát đứng cách nguồn sáng 300 km. Bỏ qua sự hấp thụ ánh sáng bởi khí quyển. Tính số phôtôn lọt vào mắt người quan sát trong mỗi giây. Coi bán kính con ngươi là 2 mm.

A. 70. B. 80. C. 90. D. 100.

Hướng dẫn

$$n = \frac{N}{4\pi R^2}.S = \frac{P}{\varepsilon}\frac{1}{4\pi R^2}\pi r^2 = \frac{3{,}58}{3{,}975.10^{-19}.4\pi.300000^2}\pi.4.10^{-6} \approx 100 \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 8: Một nguồn sáng có công suất 2,4 W, phát ra ánh sáng có bước sóng 0,6 μm tỏa ra đều theo mọi hướng. Hãy xác định khoảng cách xa nhất người còn trông thấy được nguồn sáng này. Biết rằng mắt còn cảm nhận được ánh sáng khi có ít nhất 100 phôtôn lọt vào mắt trong mỗi giây. Cho hằng số Plăng $6{,}625.10^{-34}$ Js và tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 m/s. Coi đường kính con ngươi vào khoảng 4 mm. Bỏ qua sự hấp thụ ánh sáng bởi khí quyển.

A. 470 km. B. 274 km. C. 220 m. D. 269 km.

Hướng dẫn

$$P = N\frac{hc}{\lambda} \Rightarrow N = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{n}{S}.4\pi R^2 \Rightarrow \frac{2{,}4.0{,}6.10^{-6}}{19{,}875.10^{-26}} = \frac{100}{\pi\left(2.10^{-3}\right)^2}4\pi R^2$$

$$\Rightarrow R \approx 269.10^3\,(m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Cường độ sáng (I – đơn vị W/m²) là năng lượng được ánh sáng truyền trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền: $I = \dfrac{A(J)}{S(m^2)t(s)} = \dfrac{P}{S} \Leftrightarrow P = IS \Leftrightarrow N\varepsilon = IS$

Ví dụ 9: Ánh sáng đơn sắc với bước sóng $0{,}39.10^{-6}$ m chiếu vuông góc vào một diện tích 4 cm². Cho hằng số Plăng $6{,}625.10^{-34}$ Js và tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 m/s. Nếu cường độ ánh sáng bằng 0,15 (W/m²) thì số photon đập lên diện tích ấy trong một đơn vị thời gian là

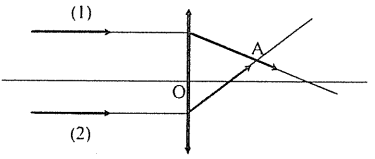
A. $5{,}8.10^{13}$. B. $1{,}888.10^{14}$. C. $3{,}118.10^{14}$. D. $1{,}177.10^{14}$.

Hướng dẫn

$$IS = P = N\frac{hc}{\lambda} \Rightarrow N = \frac{IS\lambda}{hc} = \frac{0,15.4.10^{-4}.0,39.10^{-6}}{19,875.10^{-26}} \approx 1,177.10^{14}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 10: Có hai tia sáng đơn sắc khác nhau (1) và (2) cùng chiếu tới một thấu kính lồi (làm bằng thuỷ tinh) theo phương song song với trục chính (hình vẽ). Phát biểu nào sau đây là chính xác:



A. Chiết suất của thuỷ tinh đối với ánh sáng ứng với tia sáng (1) lớn hơn chiết suất của thuỷ tinh đối với ánh sáng ứng với tia sáng (2).

B. Năng lượng của photon ứng với tia sáng (1) nhỏ hơn năng lượng của photon ứng với tia sáng (2) .

C. Tiêu điểm chung cua thấu kính cho cả hai tia sáng là A.

D. Ánh sáng ứng với tia sáng (1) có bước sóng ngắn hơn ánh sáng ứng với tia sáng (2).

Hướng dẫn

Tia 1 hội tụ tại điểm xa thấu kính hơn nên chiết suất của nó bé hơn, tức là bước sóng lớn hơn. Do đó, năng lượng phôtôn nhỏ hơn $\Rightarrow$ Chọn B.

2) Điều kiện để xảy ra hiện tượng quang điện

Để xảy ra hiện tượng quang điện thì $\lambda \le \lambda_0 \Leftrightarrow \varepsilon \ge A$

$$\begin{cases} \varepsilon = hf = \dfrac{hc}{\lambda} \\ \lambda_0 = \dfrac{hc}{\lambda} \end{cases} \Big| hc = 19,875.10^{-26}\,(Jm)$$

Ví dụ 1: (CĐ 2007): Công thoát êlectrôn (electron) ra khỏi một kim loại là A = 1,88 eV. Biết hằng số Plăng h = $6,625.10^{-34}$ J.s, vận tốc ánh sáng trong chân không c = 3.10^8 m/s và 1 eV = $1,6.10^{-19}$ J. Giới hạn quang điện của kim loại đó là

A. 0,33 μm. B. 0,22 μm. C. 0,66. 10^{-19} μm. D. 0,66 μm.

Hướng dẫn

Cách 1: $\lambda_0 = \dfrac{hc}{A} = \dfrac{19,875.10^{-26}}{1,88.1,6.10^{-19}} = 0,66.10^{-6}\,(m) \Rightarrow$ Chọn D.

Cách 2:

Ta có công thức $\lambda_0 = \dfrac{hc}{A} = \dfrac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{A(eV).1,6.10^{-19}} = \dfrac{1,242.10^{-6}}{A(eV)} = \boxed{\dfrac{1,242}{A(eV)}(\mu m)}$

$$\Rightarrow \lambda_0 = \frac{1,242}{1,88} = 0,66(\mu m)$$

Ví dụ 2: Công thoát của một kim loại là 4,5 eV. Trong các bức xạ $\lambda_1 = 0{,}180$ μm; $\lambda_2 = 0{,}440$ μm; $\lambda_3 = 0{,}280$ μm; $\lambda_4 = 0{,}210$ μm; $\lambda_5 = 0{,}320$ μm, những bức xạ nào gây ra hiện tượng quang điện nếu chiếu vào bề mặt kim loại trên? Cho hằng số Plăng $6{,}625.10^{-34}$ Js, tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 m/s và 1eV = $1{,}6.10^{-19}$ J.

A. λ_1, λ_4 và λ_3.
B. λ_1 và λ_4.
C. λ_2 , λ_5 và λ_3.
D. Không có bức xạ nào.

Hướng dẫn

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{19{,}875.10^{-26}}{4{,}5.1{,}6.10^{-19}} \approx 0{,}276.10^{-6}(m) \Rightarrow \lambda_1 < \lambda_4 < \lambda_0 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: (ĐH-2012) Biết công thoát êlectron của các kim loại: canxi, kali, bạc và đồng lần lượt là: 2,89 eV; 2,26 eV; 4,78 eV và 4,14 eV. Chiếu ánh sáng có bước sóng 0,33 μm vào bề mặt các kim loại trên. Hiện tượng quang điện **không** xảy ra với các kim loại nào sau đây?

A. Kali và đồng. B. Canxi và bạc. C. Bạc và đồng. D. Kali và canxi.

Hướng dẫn

$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{19{,}875.10^{-26}}{0{,}33.10^{-6}} \times \frac{1eV}{1{,}6.10^{-19}} \approx 3{,}76(eV) > A_{Ca} > A_K$: Gây ra hiện tượng quang điện cho Ca, K và không gây hiện tượng quang điện cho Bạc và Đồng $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm Hécxơ, nếu chiếu ánh sáng hồng ngoại vào lá kẽm tích điện âm thì

A. Điện tích âm của lá kẽm mất đi. B. Tấm kẽm sẽ trung hòa về điện.
C. Điện tích của tấm kẽm không thay đổi. D. Tấm kẽm tích điện dương.

Hướng dẫn

Các kim loại thông thường có giới hạn quang điện ngoài nằm trong vùng tử ngoại (trừ các kim loại kiềm và một vài kiềm thổ nằm trong vùng nhìn thấy). Tia hồng ngoại không gây được hiện tượng quang điện ngoài nên điện tích của tấm kẽm không thay đổi $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: Khi chiếu chùm tia tử ngoại liên tục vào tấm kẽm tích điện âm thì thấy tấm kẽm:

A. Mất dần êlectrôn và trở thành mang điện dương.
B. Mất dần điện tích âm và trở nên trung hòa điện.
C. Mất dần điện tích dương.
D. Vẫn tích điện âm.

Hướng dẫn

Tia tử ngoại làm bứt electron ra khỏi tấm kẽm làm cho tấm kẽm mất dần điện tích âm đến khi tấm kẽm trung hòa điện vẫn chưa dừng lại, electron tiếp tục bị bứt ra làm cho tấm kém tích điện dương $\Rightarrow$ Chọn A.

3) Công thức Anhxtanh

♣ Công thức Anhxtanh: $\varepsilon = A + W_{0d}$ với $W_{0d} = |eU_h| = \frac{mv_{0\max}^2}{2}$

Cường độ dòng quang điện bão hoà: $I_{bh} = n|e|$ (n là số electron bị bứt ra trong 1 giây).

♣ Vì chương trình cơ bản không học công thức Anhxtanh nên muốn ra đề dạng bài toán này thì phải kèm theo giả thiết "năng lượng phô tôn = công thoát + động năng ban đầu cực đại của electron" hay "động năng ban đầu cực đại của electron = năng lượng phô tôn - công thoát"

Ví dụ 1: Chiếu chùm photon có năng lượng $5,678.10^{-19}$ (J) vào tấm kim loại có công thoát $3,975.10^{-19}$ (J) thì động năng ban đầu cực đại của êlectrôn quang điện là

A. $1,703.10^{-19}$ J. B. $17,00.10^{-19}$ J. C. $0,76.10^{-19}$ J. D. $70,03.10^{-19}$ J.

Hướng dẫn

$W_{od} = \varepsilon - A = 5,678.10^{-19} - 3,975.10^{-19} = 1,703.10^{-19}(J) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Chiếu chùm photon có năng lượng $9,9375.10^{-19}$ (J) vào tấm kim loại có công thoát $8,24.10^{-19}$ (J). Biết động năng cực đại của electron bằng hiệu năng lượng của phôtôn và công thoát, khối lượng của êlectron là $9,1.10^{-31}$ kg. Tốc độ cực đại electron khi vừa bứt ra khỏi bề mặt là

A. $0,4.10^6$ (m/s). B. $0,8.10^6$ (m/s). C. $0,6.10^6$ (m/s). D. $0,9.10^6$ (m/s).

Hướng dẫn

$$\varepsilon = A + \frac{mv_{0\max}^2}{2} \Rightarrow v_{0\max} = \sqrt{\frac{2}{m}(\varepsilon - A)} \approx 0,6.10^6 (m/s) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 3: Cho hằng số Plăng $6,625.10^{-34}$ Js và tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 m/s. Chiếu vào tấm kim loại có công thoát electron là 1,88 eV, ánh sáng bước sóng 0,489 μm. Cho rằng năng lượng mà quang electron hấp thụ một phần dùng để giải phóng nó, phần còn lại hoàn toàn biến thành động năng của nó. Động năng đó bằng

A. $3,927.10^{-19}$ (J). B. $1,056.10^{-19}$ (J). C. $2,715.10^{-19}$ (J). D. $1,128.10^{-19}$ (J).

Hướng dẫn

$$W_{0\max} = \frac{hc}{\lambda} - A = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,489.10^{-6}} - 1,88.1,6.10^{-19} = 1,056.10^{-19}(J) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý:

1) *Khi dòng quang điện bắt đầu triệt tiêu thì* $U_{AK} = -|U_h|$.

2) *Khi chiếu đồng thời nhiều bức xạ thì ta chỉ cần tính với phôtôn có năng lượng lớn nhất.*

Ví dụ 4: Hai tấm kim loại A và K đặt song song đối diện nhau và nối với nguồn điện một chiều. Tấm kim loại K có công thoát electron 2,26 eV, được chiếu đồng thời hai bức xạ đơn sắc có bước sóng lần lượt là 0,45 μm và 0,25 μm, làm bứt các electron bay về phía tấm A. Cho hằng số Plăng $6{,}625.10^{-34}$ Js, tốc độ ánh sáng 3.10^8 m/s và điện tích electron là $-1{,}6.10^{-19}$ C. Hiệu điện thế U_{AK} đủ để không có electron đến được tấm A là

A. $U_{AK} = -2{,}5$ V. B. $U_{AK} = -2{,}7$ V. C. $U_{AK} = -2{,}4$ V. D. $U_{AK} = -2{,}3$ V.

Hướng dẫn

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_0^2}{2} = A + |eU_h| \Rightarrow |U_h| = \frac{1}{|e|}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)$$

$$\Rightarrow |U_h| == \frac{1}{1{,}6.10^{-19}}\left(\frac{19{,}875.10^{-26}}{0{,}25.10^{-6}} - 2{,}26.1{,}6.10^{-19}\right) \approx 2{,}7(V) \Rightarrow U_{AK} = -2{,}7(V)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Catốt là nơi phôtôn chiếu vào làm bứt electron và anốt là nơi electron có thể đến.

Ví dụ 5: Hai tấm kim loại P và Q đặt song song đối diện nhau và nối với nguồn điện một chiều. Tấm kim loại P có công thoát electron 2 eV, được chiếu sáng bằng bức xạ có bước sóng 0,3975 μm làm bứt các electron bay về phía tấm Q. Cho hằng số Plăng $6{,}625.10^{-34}$ Js, tốc độ ánh sáng 3.10^8 m/s và điện tích của electron là $-1{,}6.10^{-19}$ C. Hiệu điện thế U_{PQ} đủ để không có eletron đến được tấm Q là

A. –1,125 V. B. +1,125 V. C. +2,5 V. D. –2,5 V.

Hướng dẫn

P là catốt và Q là anốt nên $U_{PQ} = -U_{QP} = -U_{AK}$

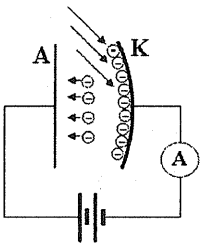
$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_0^2}{2} = A + |eU_h| \Rightarrow |U_h| = \frac{1}{|e|}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right) \approx 1{,}125(V)$$

$$\Rightarrow U_{AK} = -1{,}125(V) \Rightarrow U_{PQ} = +1{,}125(V) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

4) Tế bào quang điện

♣ Gọi N, n và n' lần lượt là số phô tôn chiếu vào K trong 1 s, số eclectron bứt ra khỏi K trong 1 s và số electron đến A trong s:

$$\begin{cases} P = N.\varepsilon = N.\dfrac{hc}{\lambda} \\ I_{bh} = n|e| \\ I = n'|e| \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} H = \dfrac{n}{N} \\ h = \dfrac{n'}{n} \end{cases} \Rightarrow hH = \frac{n'}{N}$$



Trong đó, H gọi là hiệu suất lượng tử và h là phần trăm electron đến được A.

♣ Vì chương trình cơ bản không học tế bào quang điện nên khi ra đề dạng bài toán này thì người ra đề thường thay thế cụm từ "tế bào quang điện" bằng cụm từ "hai điện cực kim loại A và K đặt trong chân không được nối kín bằng nguồn điện 1 chiều, chùm sáng chiếu vào K làm bứt electron, các electron bay về phía A".

Ví dụ 1: *(Dành cho hs học ban nâng cao)* Một tế bào quang điện, khi chiếu bức xạ thích hợp và điện áp giữa anot và catot có một giá trị nhất định thì chỉ có 30% quang electron bứt ra khỏi catot đến được anot. Người ta đo được cường độ dòng điện chạy qua tế bào lúc đó là 3 mA. Cường độ dòng quang điện bão hòa là

A. 6 mA. B. 1 mA. C. 9 mA. D. 10 mA.

Hướng dẫn

$$h=\frac{30}{100}=\frac{n'}{n}=\frac{I'}{I_{bh}}\Rightarrow I=10(mA)\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Hai tấm kim loại phẳng A và B đặt song song đối diện nhau và được nối kín bằng một ampe kế. Chiếu chùm bức xạ vào tấm kim loại A, làm bứt các quang electron và chỉ có 25% bay về tấm B. Nếu số chỉ của ampe kế là 1,4 μA thì electron bứt ra khỏi tấm A trong 1 giây là

A. $1,25.10^{12}$. B. 35.10^{11}. C. 35.10^{12}. D. 35.10^{13}.

Hướng dẫn

$$h=\frac{n'}{n}=\frac{I}{|e|n}\Rightarrow n=\frac{I}{|e|h}=\frac{1,4.10^{-6}}{1,6.10^{-19}.0,25}=35.10^{12}\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 3: Hai tấm kim loại phẳng A và B đặt song song đối diện nhau và được nối kín bằng một ămpe kế. Chiếu chùm bức xạ công suất là 3 mW mà mỗi phôtôn có năng lượng $9,9.10^{-19}$ (J) vào tấm kim loại A, làm bứt các quang electron. Cứ 10000 phôtôn chiếu vào catôt thì có 94 electron bị bứt ra và chỉ một số đến được bản B. Nếu số chỉ của ampe kế là 3,375 μA thì có bao nhiêu phần trăm electron không đến được bản B?

A. 74%. B. 30%. C. 26%. D. 19%.

Hướng dẫn

$$hH=\frac{n'}{N}=\frac{\frac{I}{|e|}}{\frac{P}{\varepsilon}}=\frac{I\varepsilon}{|e|P}\Rightarrow h\frac{94}{10000}=\frac{3,375.10^{-6}.9,9.10^{-19}}{1,6.10^{-19}.3.10^{-3}}\Rightarrow h\approx 0,74=74\%$$

$\Rightarrow$ Phần trăm không đến được B là 100% - 74% = 26% $\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Động năng cực đại khi electron đập vào A là $W_A=(\varepsilon-A)+|e|U_{AK}$ *(nếu* $W_A<0$ *thì electron không đến được A). Suy ra, tốc độ cực đại khi electron đập vào A là* $\frac{mv_A^2}{2}=W_A=(\varepsilon-A)+|e|U_{AK}\Rightarrow v_A=\sqrt{\frac{2}{m}(\varepsilon-A+|e|U_{AK})}$

Ví dụ 4: Hai tấm kim loại A và K đặt song song đối diện nhau và nối với nguồn điện một chiều. Tấm kim loại K có giới hạn quang điện là 0,66 μm, được chiếu ánh sáng có bước sóng 0,33 μm thì động năng cực đại của electron quang điện khi đập vào tấm A là $1,41.10^{-19}$ (J). Cho hằng số Plăng và tốc độ ánh sáng là $h = 6,625.10^{-34}$ Js, $c = 3.10^8$ (m/s). Hiệu điện thế U_{AK} giữa tấm A và tấm K là

A. 2 (V). B. 1,5 (V). C. - 1 (V). D. 0,5 (V).

Hướng dẫn

$$W_A = W_{od} + |e|U_{AK} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} + |e|U_{AK} \Rightarrow U_{AK} = \frac{1}{|e|}\left(W_{amot} - \frac{hc}{\lambda} + \frac{hc}{\lambda_0}\right) \approx -1(V)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: Một tụ điện phẳng có hai bản là M và N làm bằng kim loại có công thoát electron là 1,4 eV. Chiếu một chùm bức xạ điện từ mỗi phôtôn có năng lượng 2,25 eV vào một bản M. Đối với các electron bứt ra có động năng ban đầu cực đại thì động năng đó bằng năng lượng phôtôn hấp thụ được trừ cho công thoát. Hiệu điện thế U_{MN} bằng bao nhiêu để electron thoát ra trên bản M bay trong khoảng chân không giữa hai bản tụ và dừng ngay trên bản N.

A. $U_{MN} = -1,7$ (V). B. $U_{MN} = 1,7$ (V). C. $U_{MN} = -0,85$ (V). D. $U_{MN} = 0,85$ (V).

Hướng dẫn

$$\frac{mv_N^2}{2} = \frac{mv_{0\max}^2}{2} + |e|U_{NM} = \varepsilon - A - |e|U_{MN} = 0$$

$$\Rightarrow U_{MN} = \frac{(\varepsilon - A)}{|e|} = \frac{(2,25eV - 1,4eV)}{|e|} = +0,85(V) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

5) Điện thế cực đại của vật dẫn trung hoà đặt cô lập

Khi các photon có bước sóng thích hợp ($\lambda \le \lambda_0$) chiếu vào điện cực làm bứt các electron ra điện cực và điện cực tích điện dương, do đó điện cực hút các electron quang điện (làm cản trở chuyển động của các electron quang điện). Càng mất nhiều electron, điện tích và do đó điện thế của điện cực càng tăng, lực cản trở lên chuyển động của các electron càng lớn.

Khi điện thế của điện cực đạt giá trị cực đại V_{max} thì trong cùng một đơn vị thời gian có bao nhiêu electron bứt ra khỏi bề mặt do phôtôn cung cấp năng lượng thì có bấy nhiêu electron bị điện cực tích điện dương hút về, và điện thế của điện cực không tăng nữa. Lúc này động năng ban đầu cực đại của electron quang điện bằng thế năng của điện trường, tức là:

$$|e|V_{\max} = W_{0d} = \frac{mv_{0\max}^2}{2} = \varepsilon - A = |eU_h| \Rightarrow V_{\max} = |U_h|$$

Điện lượng cực đại của vật: $Q_{max} = CV_{max}$.

Khi nối vật với đất bằng dây dẫn có điện trở R thì dòng điện cực đại chạy qua: $I_{max} = V_{max}/R$.

Điện lượng cực đại chạy qua điện trở sau thời gian t: $q_{max} = I_{max}t$.

Ví dụ 1: Công thoát êlectrôn của quả cầu kim loại là 2,36 eV. Chiếu ánh sáng kích thích mà photon có năng lượng 4,78 eV vào quả cầu kim loại trên đặt cô lập thì điện thế cực đại của quả cầu là:

A. 2,11 V. B. 2,42 V. C. 1,1 V. D. 11 V.

Hướng dẫn

$$\varepsilon = A + |e|V_{max} \Rightarrow 4,78eV = 2,36eV + |e|V_{max} \Rightarrow V_{max} = 2,42(V) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 2: Chiếu bức xạ điện từ có bước sóng λ vào tấm kim loại có giới hạn quang điện 0,3624 μm (được đặt cô lập và trung hoà điện) thì điện thế cực đại của nó là 3 (V). Cho hằng số Plăng, tốc độ ánh sáng trong chân không và điện tích electron lần lượt là $6,625.10^{-34}$ Js, 3.10^8 (m/s) và $-1,6.10^{-19}$ (C). Tính bước sóng λ.

A. 0,1132 μm. B. 0,1932 μm. C. 0,4932 μm. D. 0,0932 μm.

Hướng dẫn

$$\varepsilon = A + |e|V_{max} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + |e|V_{max} \Rightarrow \lambda \approx 0,1932(\mu m) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: Chiếu chùm photon có năng lượng 10 eV vào một quả cầu bằng kim loại có công thoát 3 (eV) đặt cô lập và trung hòa về điện. Sau khi chiếu một thời gian quả cầu nối với đất qua một điện trở 2 (Ω) thì dòng điện cực đại qua điện trở là

A. 1,32 A. B. 2,34 A. C. 2,64 A. D. 3,5 A.

Hướng dẫn

$$V_{max} = |U_h| = \frac{1}{|e|}(\varepsilon - A) = 7(V) \Rightarrow I = \frac{V_{max}}{R} = 3,5(A) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 4: Chiếu đồng thời ba bức xạ có bước sóng lần lượt 0,2 μm, 0,18 μm và 0,25 μm vào một quả cầu kim loại (có công thoát electron là $7,23.10^{-19}$ (J)) đặt cô lập và trung hòa về điện. Cho hằng số Plăng, tốc độ ánh sáng trong chân không và điện tích electron lần lượt là $6,625.10^{-34}$ Js, 3.10^8 (m/s) và $-1,6.10^{-19}$ (C). Sau khi chiếu một thời gian điện thế cực đại của quả cầu đạt được là

A. 2,38 V. B. 4,07 V. C. 1,69 V. D. 0,69 V.

Hướng dẫn

Khi chiếu đồng thời nhiều bức xạ thì ta chỉ cần tính với phôtôn có năng lượng lớn nhất, bước sóng nhỏ nhất (λ = 0,18 μm).

$$V_{max} = |U_h| = \frac{1}{|e|}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right) \approx 2,38(V) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 5: Khi chiếu bức xạ có tần số f_1 vào một quả cầu kim loại đặt cô lập và trung hòa về điện thì xảy ra hiện tượng quang điện với điện thế cực đại của quả cầu là V_1 và động năng ban đầu cực đại của electron quang điện đúng bằng công thoát của kim loại. Chiếu tiếp bức xạ có tần số $f_2 = f_1 + f$ vào quả cầu này thì điện thế

cực đại của nó là $5V_1$. Hỏi chiếu riêng bức xạ có tần số f vào quả cầu nói trên đang trung hòa về điện thì điện thế cực đại của quả cầu là

A. $4V_1$. B. $2,5V_1$. C. $2V_1$. D. $3V_1$.

Hướng dẫn

Áp dụng công thức $\varepsilon = A + |e|V_{\max} \Rightarrow \begin{cases} hf_1 = A + |e|V_1 \\ h(f_1 + f) = A + |e|5V_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = |e|V_1 \\ hf = 4|e|V_1 \end{cases}$

$hf = A + |e|V_{max} \Rightarrow V_{max} = 3V_1 \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 6: Khi chiếu bức xạ có bước sóng λ_1 vào một quả cầu kim loại đặt cô lập và trung hòa về điện thì xảy ra hiện tượng quang điện với điện thế cực đại của quả cầu là V_1 và động năng ban đầu cực đại của electron quang điện đúng bằng nửa công thoát của kim loại. Chiếu tiếp bức xạ có bước sóng $\lambda_2 = \lambda_1 - \lambda$ vào quả cầu này thì điện thế cực đại của nó là $5V_1$. Hỏi chiếu riêng bức xạ có bước sóng λ vào quả cầu nói trên đang trung hòa về điện thì điện thế cực đại của quả cầu là

A. $4V_1$. B. $2,5V_1$. C. $2V_1$. D. $3,25V_1$.

Hướng dẫn

$$\frac{hc}{\lambda} = A + |e|V \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{A + |e|V} \begin{cases} \lambda_1 = \dfrac{hc}{A + |e|V_1} \\ \lambda_1 - \lambda = \dfrac{hc}{A + |e|V_2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{hc}{A + |e|V_1} - \frac{hc}{A + |e|V_2} \overset{A = 2|e|V_1}{=} \frac{4hc}{21|e|V_1} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{21}{4}|e|V_1$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A + |e|V_2 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{21}{4}|e|V_1 = 2|e|V_1 + |e|V_2 \Rightarrow V_2 = 3,25V_1$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

6) Quãng đường đi được tối đa trong điện trường cản

Sau khi bứt ra khỏi bề mặt điện cực electron có một động năng ban đầu cực đại W_{0d}, nhờ có động năng này mà electron tiếp tục chuyển động. Khi đi trong điện trường cản thì electron mất dần động năng và electron chỉ dừng lại khi mất hết động năng (sau khi đi được quãng đường S).

Động năng cực đại ban đầu của electrôn (ε - A) = công của điện trường cản (A_c = F_cS = |e|E_cS), tức là: $S = \dfrac{\varepsilon - A}{|e|E_c} = \dfrac{|U_h|}{E_c}$.

Bây giờ, ta nhớ lại $V_{max} = |U_h|$ và $S = |U_h|/E_c$. Viết chung một công thức:

$$\varepsilon = A + |eU_{\max}| = A + |e|V_{\max} = A + |e|E_cS$$

Ví dụ 1: Một điện cực phẳng làm bằng kim loại có công thoát $3,2.10^{-19}$ (J) được chiếu bởi bức xạ photon có năng lượng $4,8.10^{-19}$ (J). Cho điện tích của electron là $-1,6.10^{-19}$ (C). Hỏi electron quang điện có thể rời xa bề mặt một khoảng tối đa bao nhiêu nếu bên ngoài điện cực có một điện trường cản là 5 (V/m).

A. 0,2 m. B. 0,4 m. C. 0,1 m. D. 0,3 m.

Hướng dẫn

$$\varepsilon = A + W_{od} = A + |e|E_c S \Rightarrow S = \frac{\varepsilon - A}{|eE_{can}|} = \frac{1,6.10^{-19}}{1,6.10^{-19}.5} = 0,2(m) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 2: Một quả cầu bằng nhôm được chiếu bởi bức xạ tử ngoại có bước sóng 83 nm xảy ra hiện tượng quang điện. Biết giới hạn quang điện của nhôm là 332 nm. Cho hằng số Plăng $h = 6,625.10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8$ m/s. Hỏi electron quang điện có thể rời xa bề mặt một khoảng tối đa bao nhiêu nếu bên ngoài điện cực có một điện trường cản là 7,5 (V/cm).

A. 0,018 m. B. 1,5 m. C. 0,2245 m. D. 0,015 m.

Hướng dẫn

$$\varepsilon = A + |e|E_c S \Rightarrow S = \frac{\varepsilon - A}{|e|E_c} = \frac{hc}{|e|E_c}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = 0,015(m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN CHUYỂN ĐỘNG CỦA ELECTRON TRONG ĐIỆN TỪ TRƯỜNG

Phương pháp giải

1) Chuyển động trong từ trường đều theo phương vuông góc

Chùm hẹp các electron quang điện có tốc độ v_0 và hướng nó vào một từ trường đều có cảm ứng từ B theo hướng vuông góc với từ trường thì lực Lorenx đóng vai trò lực hướng tâm làm cho hạt chuyển động tròn đều: $|e|v_0 B = \frac{mv_0^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv_0}{|e|B}$.

Ví dụ 1: Cho chùm hẹp các electron quang điện có tốc độ $7,31.10^5$ (m/s) và hướng nó vào một từ trường đều có cảm ứng từ $9,1.10^{-5}$ (T) theo hướng vuông góc với từ trường. Biết khối lượng và điện tích của electron lần lượt là $9,1.10^{-31}$ (kg) và $-1,6.10^{-19}$ (C). Xác định bán kính quỹ đạo các electron đi trong từ trường.

A. 6 cm. B. 4,5 cm. C. 5,7 cm. D. 4,6 cm.

Hướng dẫn

$$r = \frac{mv_0}{|e|B} \approx 0,046(m) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Cho chùm hẹp các electron quang điện và hướng nó vào một từ trường đều cảm ứng từ $B = 10^{-4}$ T theo phương vuông góc với từ trường. Biết khối lượng và điện tích của electron lần lượt là $9,1.10^{-31}$ (kg) và $-1,6.10^{-19}$ (C). Tính chu kì của electron trong từ trường.

A. 1 μs. B. 2 μs. C. 0,26 μs. D. 0,36 μs.

Hướng dẫn

$$r=\frac{mv_0}{|e|B}\Rightarrow\omega=\frac{v_0}{r}=\frac{|e|B}{m}\Rightarrow T=\frac{2\pi}{\omega}=0,36.10^{-6}(s)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

2) Chuyển động trong điện trường

a) Chuyển động trong điện trường dọc theo đường sức

Electron chuyển động trong điện trường đều từ M đến N:

$$W_N=W_M+|e|U_{NM}\Leftrightarrow\frac{mv_N^2}{2}=\frac{mv_M^2}{2}+|e|U_{NM}$$

Để dễ nhớ công thức trên ta có thể thay M là K và N là A trong công thức:

$$W_A=W_K+|e|U_{AK}$$

Electron chuyển động biến đổi đều dọc theo đường sức, với vận tốc ban đầu v_0 và gia tốc có độ lớn: $a=\frac{eE}{m}=\frac{eU}{md}$.

* Nếu electron chuyển động cùng hướng với đường sức thì lực điện cản trở chuyển động nên nó chuyển động chậm dần đều.

Quãng đường đi được: $S=v_0t-\frac{1}{2}at^2$.

Vận tốc tại thời điểm t: $\left[\begin{array}{l}v=v_0-at\\v=\sqrt{v_0^2-2aS}\end{array}\right.$

* Nếu electron chuyển động ngược hướng với đường sức thì lực điện cùng chiều với chiều chuyển động nên nó chuyển động nhanh dần đều.

Quãng đường đi được: $S=v_0t+\frac{1}{2}at^2$.

Vận tốc tại thời điểm t: $\left[\begin{array}{l}v=v_0+at\\v=\sqrt{v_0^2+2aS}\end{array}\right.$

Ví dụ 1: Khi chiếu một photon có năng lượng 5,5 eV vào tấm kim loại có công thoát 2 eV. Cho rằng năng lượng mà quang electron hấp thụ một phần dùng để giải phóng nó, phần còn lại hoàn toàn biến thành động năng của nó. Tách ra một electron rồi cho bay từ M đến N trong một điện trường với hiệu điện thế $U_{NM}=-2$ (V). Động năng của electron tại điểm N là

A. 1,5 (eV). B. 2,5 (eV). C. 5,5 (eV). D. 3,5 (eV).

Hướng dẫn

$$W_N=W_M+|e|U_{NM}\Rightarrow W_N=\varepsilon-A+|e|U_{NM}=1,5(eV)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Khi chiếu một bức xạ có bước sóng 400 (nm) vào bề mặt catốt của một tế bào quang điện có công thoát 2 (eV). Dùng màn chắn tách ra một chùm hẹp các electron quang điện có tốc độ lớn nhất rồi cho bay từ M đến N trong một điện trường mà hiệu điện thế $U_{MN} = -5$ (V). Tính tốc độ của electron tại điểm N.

A. $1{,}245.10^6$ (m/s). B. $1{,}236.10^6$ (m/s).

C. $1{,}465.10^6$ (m/s). D. $2{,}125.10^6$ (m/s).

Hướng dẫn

$$\frac{mv_N^2}{2} = \frac{mv_{0\max}^2}{2} + |e|U_{NM} \Rightarrow \frac{mv_N^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A - |e|U_{MN}$$

$$\Rightarrow v_N = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{hc}{\lambda} - A - |e|U_{MN}\right)} \approx 1{,}465.10^6\,(m/s) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 3: Cho chùm hẹp các electron quang điện có tốc độ 10^6 (m/s) bay dọc theo đường sức trong một điện trường đều có cường độ 9,1 (V/m) sao cho hướng của vận tốc ngược hướng với điện trường. Tính quãng đường đi được sau thời gian 1000 ns. Biết khối lượng và điện tích của êlectron lần lượt là $9{,}1.10^{-31}$ kg và $-1{,}6.10^{-19}$ C.

A. 1,6 (m). B. 1,8 (m). C. 0,2 (m). D. 2,5 (m).

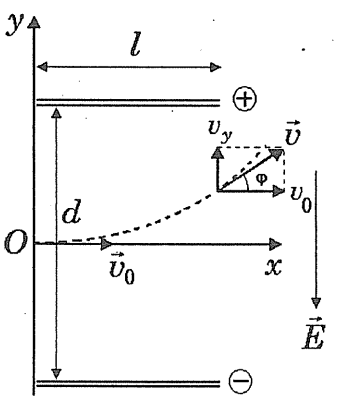
Hướng dẫn

Hạt chuyển động nhanh dần đều với gia tốc: $a = \frac{F}{m} = \frac{|e|E}{m} = 1{,}6.10^{12}\,(m/s^2)$

$$\Rightarrow S = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 10^6.1000.10^{-9} + \frac{1}{2}1{,}6.10^{12}.\left(1000.10^{-9}\right)^2 = 1{,}8(m) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

b) Chuyển động trong điện trường theo phương vuông góc với đường sức

+ Chọn hệ trục toạ độ vuông góc Oxy, gốc O trùng với vị trí lúc hạt đi vào tụ điện, trục Ox có phương song song với hai bản tụ có chiều cùng với chiều chuyển động của hạt và trục Oy có phương chiều trùng với phương chiều của lực điện tác dụng lên hạt.



+ Phân tích chuyển động thành hai thành phần:

+ Theo phương Ox: chuyển động quán tính với vận tốc v_0, còn theo phương Oy: chuyển động biến đổi đều với vận tốc ban đầu bằng 0 và gia tốc có độ lớn: $a = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{md} > 0$.

+ Vì vậy phương trình chuyển động của electron trong điện trường là: $\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \dfrac{at^2}{2} \end{cases}$

+ Phương trình quỹ đạo: $y = \dfrac{a}{2v_0^2}x^2$ (Parabol).

+ Vận của hạt ở thời điểm t: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(x')^2 + (y')^2} = \sqrt{v_0^2 + (at)^2}$.

+ Gọi τ là thời gian chuyển động trong điện trường, hai trường hợp có thể xảy ra:

– Nếu hạt đi được ra khỏi tụ tại điểm D có toạ độ (x_D, y_D) thì:

$$\begin{cases} x_D = v_0\tau = l \\ y_D = \dfrac{a\tau^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \tau_1 = \frac{l}{v_0}$$

– Nếu hạt chạm vào bản dương tại điểm C có toạ độ (x_C, y_C) thì:

$$\begin{cases} x_C = v_0\tau \\ y_C = \dfrac{a\tau^2}{2} = h \end{cases} \Rightarrow \tau_2 = \sqrt{\frac{2h}{a}}$$

Vì vậy, $\tau = \min\left(\dfrac{l}{v_0}, \sqrt{\dfrac{2h}{a}}\right)$.

+ Gọi φ là góc lệch của phương chuyển động của hạt tại điểm M có hoành độ x thì có thể tính bằng một trong hai cách sau:

- Đó chính là góc hợp bởi tiếp tuyến tại điểm đó so với trục hoành, tức là:

$$\tan\varphi = \frac{y'}{x'} \Leftrightarrow \tan\varphi = \frac{ax}{v_o^2}$$

- Đó là góc hợp bởi véctơ vận tốc và trục Ox tại thời điểm *t*:

$$\tan\varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{y'}{x'} = \frac{at}{v_0} = \frac{ax}{v_0^2}.$$

+ Vận tốc tại mỗi điểm trên quỹ đạo có thể được phân tích thành hai thành phần:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}_y \Rightarrow \begin{cases} v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} \\ \tan\varphi = \dfrac{v_y}{v_0} \quad \text{với } v_y = at \text{ (nếu tính ở lúc ra khỏi tụ thì lấy t = } \tau_1, \\ \cos\varphi = \dfrac{v_0}{v_y} \end{cases}$$

còn lúc đập vào bản dương thì t = τ_2).

Ví dụ 1: Hai bản kim loại phẳng có độ dài 30 cm đặt nằm ngang, song song cách nhau một khoảng 16 cm. Giữa hai bản tụ có một hiệu điện thế 4,55 (V). Hướng một chùm hẹp các electron quang điện có tốc độ 10^6 (m/s) theo phương ngang

vào giữa hai bản tại điểm O cách đều hai bản. Khối lượng của electron là $9,1.10^{-31}$ kg. Tính thời gian electron chuyển động trong tụ.

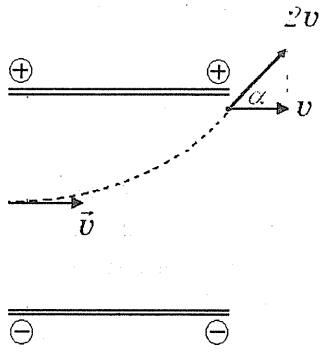
A. 100 (ns). B. 50 (ns). C. 179 (ns). D. 300 (ns).

Hướng dẫn

$$a=\frac{F}{m}=\frac{|e|U}{md}=5.10^{12}\left(m/s^2\right)\Rightarrow\begin{cases}t_1=\dfrac{l}{v_0}=\dfrac{0,3}{10^6}=300.10^{-9}\left(s\right)\\ t_2=\sqrt{\dfrac{2.h}{a}}=\sqrt{\dfrac{2.0,08}{5.10^{12}}}\approx 179.10^{-9}\left(s\right)\end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: Hai bản kim loại phẳng đặt nằm ngang, đối diện, song song cách nhau một khoảng d tạo thành một tụ điện phẳng. Giữa hai bản tụ có một hiệu điện thế U. Hướng một chùm hẹp các electron quang điện có tốc độ v theo phương ngang đi vào giữa hai bản tại điểm O cách đều hai bản thì khi nó vừa ra khỏi hai bản nó có tốc độ 2v. Khi vừa ra khỏi tụ điện vec tơ vận tốc hợp với véc tơ vận tốc ban đầu một góc



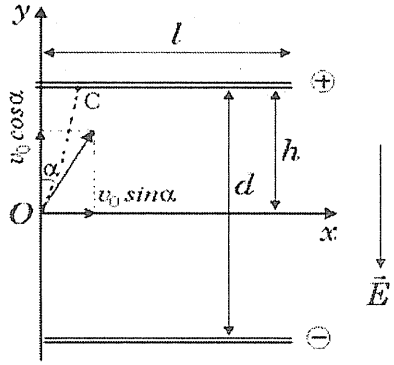
A. 30^0. B. 60^0. C. 45^0. D. 90^0.

Hướng dẫn

$$\cos\alpha=\frac{v_0}{v}=\frac{v_0}{2v_0}\Rightarrow\alpha=60^0\Rightarrow\text{Chọn B.}$$

c) Chuyển động trong điện trường theo phương bất kì

* *Trường hợp* $\vec{v}_0$ và *Oy hợp với nhau một góc* $0^0<\alpha<90^0$



+ Chọn hệ trục toạ độ vuông góc Oxy, gốc O trùng với vị trí lúc hạt đi vào tụ điện, trục Ox có phương song song với hai bản tụ có chiều cùng với chiều chuyển động của hạt và trục Oy có phương chiều trùng với phương chiều của lực điện tác dụng lên hạt.
+ Phân tích chuyển động thành hai thành phần:
+ Theo phương Ox: chuyển động quán tính với vận tốc $v_{0x}=v_0\sin\alpha$, còn theo phương Oy, chuyển động biến đổi đều với vận tốc ban $v_{0y}=v_0\cos\alpha$ và với gia tốc có độ lớn: $a=\dfrac{|e|E}{m}=\dfrac{|e|U}{md}$.

+ Vì vậy phương trình chuyển động là: $\begin{cases} x = (v_0 \sin\alpha)t \\ y = (v_0 \cos\alpha)t + \dfrac{at^2}{2} \end{cases}$

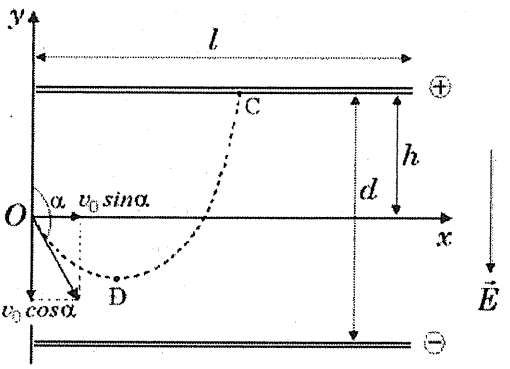
+ Phương trình quỹ đạo: $y = \dfrac{a}{2v_0^2 \sin^2\alpha} x^2 + (ctan\alpha)x$ (Parabol)

+ Gọi τ thời gian chuyển động thì $y = h \Leftrightarrow (v_0 \cos\alpha)\tau + \dfrac{a\tau^2}{2} = h$

+ Hạt đập vào bản dương tại điểm C có toạ độ: $\begin{cases} x_C = (v_0 \sin\alpha)\tau \\ y_C = (v_0 \sin\alpha)\tau + \dfrac{a\tau^2}{2} \end{cases}$

* *Trường hợp* $\vec{v}_0$ và *Oy hợp với nhau một góc* $90^0 < \alpha < 180^0$

+ Chọn hệ trục toạ độ vuông góc Oxy, gốc O trùng với vị trí lúc hạt đi vào tụ điện, trục Ox có phương song song với hai bản tụ có chiều cùng với chiều chuyển động của hạt và trục Oy có phương chiều trùng với phương chiều của lực điện tác dụng lên hạt.



+ Phân tích chuyển động thành hai thành phần:

+ Theo phương Ox, chuyển động quán tính với vận tốc $v_{0x} = v_0 sin\alpha$, còn theo phương Oy, chuyển động biến đổi đều với vận tốc ban đầu $v_{0y} = v_0 cos\alpha$ và với gia tốc có độ lớn: $a = \dfrac{|e|E}{m} = \dfrac{|e|U}{md}$.

+ Vì vậy phương trình chuyển động là: $\begin{cases} x = (v_0 \sin\alpha)t \\ y = -(v_0 \cos\alpha)t + \dfrac{at^2}{2} \end{cases}$

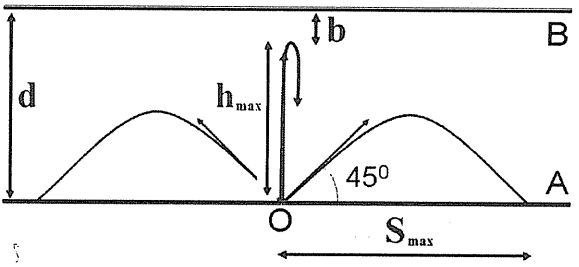
+ Phương trình quỹ đạo: $y = \dfrac{a}{2v_0^2 \sin^2\alpha} x^2 - (cotan\alpha)x$ (Parabol)

+ Toạ độ đỉnh: $\begin{cases} x_D = \dfrac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2a} \\ y_D = -\dfrac{v_0^2 \cos^2\alpha}{2a} \end{cases}$

+ Gọi τ thời gian chuyển động thì $y = h \Leftrightarrow -(v_0 \cos\alpha)\tau + \frac{a\tau^2}{2} = h$

+ Hạt đập vào bản dương tại điểm C có toạ độ: $\begin{cases} x_C = (v_0 \sin\alpha)\tau \\ y_C = -(v_0 \sin\alpha)\tau + \frac{a\tau^2}{2} \end{cases}$

Bài toán tổng quát 1: Hai bản cực A, B của một tụ điện phẳng rất rộng làm bằng kim loại đặt song song và đối diện nhau. Đặt giữa hai bản A và B một hiệu điện thế $U_{AB} > 0$. Chiếu vào tâm O của bản A một bức xạ đơn sắc thích hợp làm bứt các electron ra khỏi bề mặt (xem hình). Tính h_{max}, S_{max} và b.



Hướng dẫn

Ta nhớ lại, đối với trường hợp ném thẳng đứng từ dưới lên với vận tốc ném v_0 thì sẽ đạt được độ cao cực đại h_{max} được xác định như sau:

$$\underbrace{v^2}_{0} - v_0^2 = -2gh_{max} \Rightarrow h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Để ném xiên xa nhất thì góc ném 45^0 và tầm xa cực đại: $S_{max} = 2h_{max}$.

Trở lại bài toán, gia tốc $a = \frac{|e|E}{m} = \frac{|e|U}{md}$ đóng vai trò g nên:

$$h_{max} = \frac{v_0^2}{2a}; S_{max} = 2h_{max}; b = d - h_{max}$$

Ví dụ 1: Hai bản cực A, B của một tụ điện phẳng rất rộng làm bằng kim loại đặt song song và đối diện nhau. Khoảng cách giữa hai bản là 4 cm. Chiếu vào tâm O của bản A một bức xạ đơn sắc thì tốc độ ban đầu cực đại của các electron quang điện là $0,76.10^6$ (m/s). Khối lượng và điện tích của electron là $9,1.10^{-31}$ kg và $-1,6.10^{-19}$ C. Đặt giữa hai bản A và B một hiệu điện thế $U_{AB} = 4,55$ (V). Các electron quang điện có thể tới cách bản B một đoạn gần nhất là bao nhiêu?

A. 6,4 cm. B. 2,5 cm. C. 1,4 cm. D. 2,6 cm.

Hướng dẫn

$$a = \frac{F}{m} = \frac{|e|U}{md} = 2.10^{13}\left(m/s^2\right) \Rightarrow h_{max} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{\left(0,76.10^6\right)^2}{2.2.10^{13}} = 1,4.10^{-2}\left(m\right)$$

$$\Rightarrow b = d - h_{max} = 2,6\left(cm\right) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Hai bản cực A, B của một tụ điện phẳng làm bằng kim loại. Khoảng cách giữa hai bản là 4 cm. Chiếu vào tâm O của bản A một bức xạ đơn sắc có bước sóng (xem hình) thì tốc độ ban đầu cực đại của các electron quang điện là 10^6 (m/s). Đặt giữa hai bản A và B một hiệu điện thế $U_{AB} = 4{,}55$ (V). Khối lượng và điện tích của electron là $9{,}1.10^{-31}$ kg và $-1{,}6.10^{-19}$ C. Khi các electron quang điện rơi trở lại bản A, điểm rơi cách O một đoạn xa nhất bằng bao nhiêu?

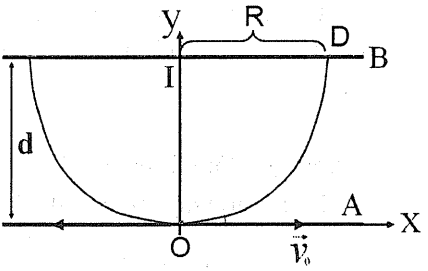
A. 5 cm. B. 2,5 cm. C. 2,8 cm. D. 2,9 cm.

Hướng dẫn

$$a = \frac{F}{m} = \frac{|e|U}{md} = 2.10^{13}\left(m/s^2\right) \Rightarrow h_{\max} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{\left(10^6\right)^2}{2.2.10^{13}} = 2{,}5.10^{-2}\left(m\right)$$

$$\Rightarrow S_{\max} = 2h_{\max} = 5\left(cm\right) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

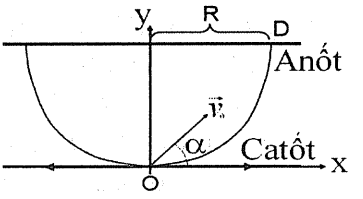
Bài toán tổng quát 2: Hai bản cực A, B của một tụ điện phẳng rất rộng làm bằng kim loại đặt song song và đối diện nhau. Chiếu vào tâm O của bản A một bức xạ đơn sắc thích hợp làm bứt các electron ra khỏi bề mặt (xem hình). Đặt giữa hai bản A và B một hiệu điện thế $U_{AB} < 0$. Để electron quang điện đập vào bản B tại điểm D xa I nhất thì quang electron phải có tốc độ ban đầu cực đại và bay theo phương Ox. Tính R.



Hướng dẫn

Từ phương trình chuyển động: $\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \dfrac{at^2}{2} \end{cases}$ thay $x_D = R$ và $y_D = d$ ta được:

$$\begin{cases} d = y = \dfrac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\dfrac{2d}{a}} \\ R = x = v_0 t = v_0\sqrt{\dfrac{2d}{a}} \end{cases} \text{ với } a = \frac{F}{m} = \frac{|e|U}{md}$$



Ví dụ 3: Chiếu bức xạ thích hợp vào tâm của catốt của một tế bào quang điện thì tốc độ ban đầu cực đại của các electron quang điện là 7.10^5 (m/s). Đặt hiệu điện thế giữa anốt và catốt là $U_{AK} = 1$ (V). Coi anốt và catốt là các bản phẳng rất rộng song song và cách nhau một khoảng 1 (cm). Khối lượng và điện tích của electron là $9{,}1.10^{-31}$ kg và $-1{,}6.10^{-19}$ C. Tìm bán kính lớn nhất của miền trên anốt có electron quang điện đập vào.

A. 6,4 cm. B. 2,5 cm. C. 2,4 cm. D. 2,3 cm.

Hướng dẫn

Vì $U_{AK} > 0$ nên anot hút các electron về phía nó. Những electron có vận tốc ban đầu cực đại bắn ra theo phương song song với hai bản sẽ ứng với R_{max}.

Từ phương trình chuyển động: $\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \dfrac{at^2}{2} \end{cases}$ thay $x_D = R$ và $y_D = d$ ta được:

$$\begin{cases} d = y = \dfrac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\dfrac{2d}{a}} \\ R = x = v_0 t = v_0 \sqrt{\dfrac{2d}{a}} \end{cases} \text{ với } a = \frac{F}{m} = \frac{|e|U}{md}$$

$$\Rightarrow R = v_0 \sqrt{\frac{2d}{|a|}} \approx 2,4.10^{-2}(m) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 4: Hai bản kim loại A và B phẳng rộng, đặt song song, đối diện và cách nhau một khoảng d. Đặt vào A và B một hiệu điện thế $U_{AB} = U_1 > 0$, sau đó chiếu vào tâm của tấm B một chùm sáng thì thấy xuất hiện các quang electron bay về phía tấm A. Tìm bán kính lớn nhất của vùng trên bề mặt anốt có electron đập vào. Biết rằng lúc này nếu đặt vào A và B một hiệu điện thế vừa đúng $U_{AB} = -U_2 < 0$ thì không còn electron nào đến được A.

A. $R = 2d\dfrac{U_1}{U_2}$. B. $R = 2d\sqrt{\dfrac{U_1}{U_2}}$. C. $R = 2d\sqrt{\dfrac{U_2}{U_1}}$. D. $R = 2d\dfrac{U_2}{U_1}$.

Hướng dẫn

$$\frac{mv_0^2}{2} = |e|U_h \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2.|e|U_2}{m}}; a = \frac{F}{m} = \frac{|e|U_1}{md}$$

$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \dfrac{at^2}{2} \end{cases} \Big| Khi\ y = d \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{\frac{2d.md}{|e|U_1}} \Rightarrow R = v_0 t = 2d\sqrt{\frac{U_2}{U_1}}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: Thiết lập hệ trục toạ độ Đề các vuông góc Oxyz, trong một vùng không gian tồn tại một điện trường đều và một từ trường đều. Biết véc tơ cường độ điện trường song song cùng chiều với Ox, véc tơ cảm ứng từ song song cùng chiều với Oy. Cho một chùm hẹp các electron quang điện chuyển động vào không gian đó theo hướng Oz thì

A. lực từ tác dụng lên electron ngược hướng Ox.

B. lực điện tác dụng lên electron theo hướng Ox.

C. lực điện tác dụng lên electron theo hướng Oy.

D. lực từ tác dụng lên electron theo hướng Ox.

Hướng dẫn

Electron chịu tác dụng đồng thời hai lực:

* lực điện ngược hướng với Ox và có độ lớn $F_d = |e|E$.
* lực từ cùng hướng với Ox và có độ lớn $F_L = |e|v_0B \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 6: Hướng chùm electron quang điện có tốc độ 10^6 (m/s) vào một điện trường đều và một từ trường đều có cảm ứng từ $0,5.10^{-4}$ (T) thì nó vẫn chuyển động theo một đường thẳng. Biết véc tơ E song song cùng chiều với Ox, véc tơ B song song cùng chiều với Oy, véc tơ vận tốc song song cùng chiều với Oz (Oxyz là hệ trục toạ độ Đề các vuông góc). Độ lớn của véc tơ cường độ điện trường là

A. 20 V/m. B. 30 V/m. C. 40 V/m. D. 50 V/m.

Hướng dẫn

Electron chịu tác dụng đồng thời hai lực:

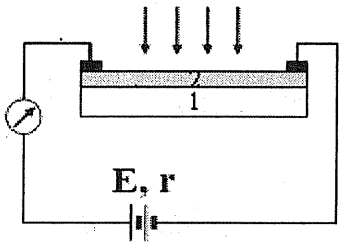
* lực điện ngược hướng với Ox và có độ lớn $F_d = |e|E$.
* lực từ cùng hướng với Ox và có độ lớn $F_L = |e|v_0B$.

Vì electron chuyển động theo quỹ đạo thẳng nên lực điện và lực từ cân bằng nhau, $|e|E = |e|v_0B \Rightarrow E = v_0B = 50(V/m) \Rightarrow$ Chọn D.

3) Hiện tượng quang điện trong. Quang trở. Pin quang điện

Hiện tượng ánh sáng (hoặc bức xạ điện từ) giải phóng các êlectron liên kết để chúng trở thành các êlectron dẫn đồng thời giải phóng các lỗ trống tự do gọi là hiện tượng quang điện trong.

Điều kiện để xảy ra hiện tượng quang điện trong: $\lambda \le \lambda_0 \Leftrightarrow \varepsilon \ge \varepsilon_0$.



Quang trở khi để trong bóng tối: $I_0 = \dfrac{E}{r + R_0}$

Quang trở khi chiếu sáng: $I = \dfrac{E}{r + R}$

Hiệu suất của pin quang điện: $H = \dfrac{UI}{P_{sang}} = \dfrac{UI}{I_{sang}S}$

Ví dụ 1: Một chất bán dẫn có giới hạn quang dẫn là 5 μm. Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là 3.10^8 m/s và hằng số Plank là $6,625.10^{-34}$ Js. Tính năng lượng kích hoạt của chất đó.

A. 4.10^{-19} J. B. 3,97 eV. C. 0,35 eV. D. 0,25 eV.

Hướng dẫn

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{19,875.10^{-26}}{5.10^{-6}} = 3,97.10^{-20} J \sim 0,25(eV)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: Một mạch điện gồm một bộ pin có suất điện động 12 V và điện trở trong 4 Ω mắc nối tiếp với quang điện trở. Khi quang trở không được chiếu sáng thì cường độ dòng điện chạy qua mạch chỉ vào khoảng 1,2 μA. Xác định điện trở của quang điện trở ở trong bóng tối. Khi quang trở được chiếu sáng thì cường độ dòng điện trong mạch là 0,5 A. Tính điện trở của quang điện trở lúc được chiếu sáng.

Hướng dẫn

Điện trở của quang điện trở ở trong bóng tối và khi chiếu sáng lần lượt là:

$$I = \frac{E}{r + R_0} \Rightarrow 1,2.10^{-6} = \frac{12}{4 + R_0} \Rightarrow R_0 \approx 10^7 (\Omega) = 10(M\Omega)$$

$$I = \frac{E}{r + R} \Rightarrow 0,5 = \frac{12}{4 + R} \Rightarrow R = 20(\Omega)$$

Ví dụ 3: Một bộ pin quang điện gồm nhiều pin mắc nối tiếp. Diện tích tổng cộng của các pin là 0,4 m^2. Dòng ánh sáng chiếu vào bộ pin có cường độ 1000 W/m^2. Khi cường độ dòng điện mà bộ pin cung cấp cho mạch ngoài là 2,5A thì điện áp đo được hai cực của bộ pin là 20 V. Hiệu suất của bộ pin là

A. 43,6%. B. 14,25%. C. 12,5%. D. 28,5%.

Hướng dẫn

$$H = \frac{UI}{P_{sang}} = \frac{UI}{I_{sang} S} = \frac{20.2,5}{1000.0,4} = 0,125 = 12,5\%$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 4: Một mạch điện xoay chiều nối tiếp gồm quang trở, cuộn cảm có cảm kháng 20 Ω, có điện trở 30 Ω và tụ điện có dung kháng 60 Ω. Chiếu sáng quang trở với một cường độ sáng nhất định thì công suất tiêu thụ điện trên quang trở là cực đại. Xác định điện trở của quang trở khi đó.

A. 40 Ω. B. 20 Ω. C. 50 Ω. D. 10 Ω.

Hướng dẫn

$$P_{cdmax} \Leftrightarrow R = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{30^2 + (20 - 60)^2} = 50(\Omega)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chủ đề 11. THUYẾT BO. QUANG PHỔ HIĐRÔ. SỰ PHÁT QUANG TIA X

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN VẬN DỤNG CÁC TIÊN ĐỀ BO CHO NGUYÊN TỬ HIDRO

Phương pháp giải

1) Trạng thái dừng. Quỹ đạo dừng

Bán kính quỹ đạo dừng: $r_n = n^2 r_0$.

Tên các quỹ đạo dừng của êlectron ứng với n khác nhau như sau:

N	1	2	3	4	5	6...
Tên	K	L	M	N	O	P...

Ví dụ 1: (ĐH– 2008): Trong nguyên tử hiđrô, bán kính Bo là $r_0 = 5{,}3.10^{-11}$ m. Bán kính quỹ đạo dừng N là

A. $47{,}7.10^{-11}$ m. B. $21{,}2.10^{-11}$ m. C. $84{,}8.10^{-11}$ m. D. $132{,}5.10^{-11}$ m.

Hướng dẫn

$$r_n = n^2 r_0 \xrightarrow{N \leftrightarrow n=4} r_4 = 4^2 r_0 = 84{,}8.10^{-11}(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: (ĐH-2011) Trong nguyên tử hiđrô, bán kính Bo là $r_0 = 5{,}3.10^{-11}$ m. Ở một trạng thái kích thích của nguyên tử hiđrô, êlectron chuyển động trên quỹ đạo dừng có bán kính là $r = 2{,}12.10^{-10}$ m. Quỹ đạo đó có tên gọi là quỹ đạo dừng

A. L. B. O. C. N. D. M.

Hướng dẫn

$$r_n = n^2 r_0 \Rightarrow n = \sqrt{\frac{r_n}{r_0}} = 2 \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Để tìm tốc độ electron trên quỹ đạo dừng thì có thể làm theo các cách:

* *Khi electron chuyển động trên quỹ đạo n, lực hút tĩnh điện Cu-lông đóng vai trò là lực hướng tâm:*

$$F_{CL} = F_{ht} \Rightarrow \frac{ke^2}{r_n^2} = \frac{mv_n^2}{r_n} \Rightarrow \frac{ke^2}{r_n} = mv_n^2 \Rightarrow \boxed{v_n = \sqrt{\frac{ke^2}{mr_n}}} \text{ (với } k = 9.10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2\text{).}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{n_2}}{v_{n_1}} = \sqrt{\frac{r_{n_1}}{r_{n_2}}} = \frac{n_1}{n_2}$$

* *Năng lượng ở trạng thái dừng bao gồm thế năng tương tác và động năng của electron:*

$$E_n = W_t + W_d = -\frac{ke^2}{r_n} + \frac{mv_n^2}{2} = -mv_n^2 + \frac{mv_n^2}{2} = -\frac{mv_n^2}{2} \Rightarrow \boxed{v_n = \sqrt{\frac{-2E_n}{m}}}$$

Ví dụ 3: Các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức: $E_n = -13,6/n^2$ (eV) với n là số nguyên; n = 1 ứng với mức cơ bản K; n = 2, 3, 4 ... ứng với các mức kích thích. Tính tốc độ electron trên quỹ đạo dừng Bo thứ hai.

A. $1,1.10^6$ (m/s). B. $1,2.10^6$ (m/s). C. $1,2.10^5$ (m/s). D. $1,1.10^5$ (m/s).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} F_{CL} = F_{ht} \Rightarrow \dfrac{ke^2}{r_n^2} = \dfrac{mv_n^2}{r_n} \Rightarrow \dfrac{ke^2}{r_n} = mv_n^2 \\ E_n = W_t + W_d = -\dfrac{ke^2}{r_n} + \dfrac{mv_n^2}{2} = -mv_n^2 + \dfrac{mv_n^2}{2} = -\dfrac{mv_n^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_n = \sqrt{\frac{-2E_n}{m}} \approx 1,1.10^6 \left(m/s\right) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 4: (ĐH-2012) Theo mẫu nguyên tử Bo, trong nguyên tử hiđrô, chuyển động của êlectron quanh hạt nhân là chuyển động tròn đều. Tỉ số giữa tốc độ của êlectron trên quỹ đạo K và tốc độ của êlectron trên quỹ đạo M bằng

A. 9. B. 2. C. 3. D. 4.

Hướng dẫn

Áp dụng $\dfrac{v_{n_K}}{v_{n_M}} = \dfrac{n_M}{n_K} = \dfrac{3}{1} \Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Khi e^- quay trên quỹ đạo dừng thì nó tạo ra dòng điện có cường độ

$$I = \frac{q}{t} = \frac{1,6.10^{-19}}{T} \begin{cases} T = \dfrac{2\pi}{\omega} \\ \omega = \dfrac{v_n}{r_n} = \dfrac{\sqrt{\dfrac{k}{m}\cdot\dfrac{e^2}{r_n}}}{r_n} = \sqrt{\dfrac{k.e^2}{m}}\sqrt{\dfrac{1}{r_n^3}} \end{cases}$$

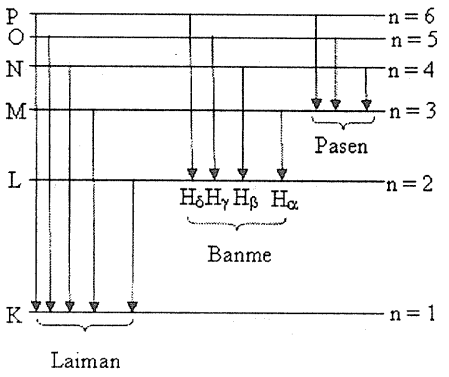
Ví dụ 5: Ở trạng thái cơ bản electron trong nguyên tử Hidro chuyển động trên quỹ đạo K có bán kính $r_0 = 5,3.10^{-11}$ (m). Tính cường độ dòng điện do chuyển động đó gây ra

A. 0,05 mA.

B. 0,95 mA.

C. 1,05 mA.

D. 1,55 mA.



Hướng dẫn

$$F_{CL} = F_{ht} \Rightarrow \frac{ke^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = |e|\sqrt{\frac{k}{mr}}$$

$$I = \frac{|e|}{T} = |e|\frac{\omega}{2\pi} = |e|\frac{v}{2\pi r} = \frac{e^2}{2\pi r}\sqrt{\frac{k}{mr}}$$

$$= \frac{1,6^2.10^{-38}}{2\pi}\sqrt{\frac{9.10^9}{9,1.10^{-31}.5,3^3.10^{-33}}} \approx 1,05.10^{-3}\,(A)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

2) Bức xạ hấp thụ

Nếu chỉ có một nguyên tử hiđrô đang ở trạng thái kích thích E_n sau đó nó bức xạ tối đa (n - 1) phôtôn.

Nếu khối khí hiđrô đang ở trạng thái kích thích E_n sau đó nó bức xạ tối đa là n(n – 1)/2 vạch quang phổ.

Ví dụ 1: (ĐH-2009) Một đám nguyên tử hiđrô đang ở trạng thái kích thích mà êlectron chuyển động trên quỹ đạo dừng N. Khi êlectron chuyển về các quỹ đạo dừng bên trong thì quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử đó có bao nhiêu vạch?

A. 3. B. 1. C. 6. D. 4.

Hướng dẫn

$$Số\ vạch\ quang\ phổ = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{4(4-1)}{2} = 6$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: Chiếu vào một đám nguyên tử hiđrô (đang ở trạng thái cơ bản) một chùm sáng đơn sắc mà phôtôn trong chùm có năng lượng $\varepsilon = E_P - E_K$ (E_P, E_K là năng lượng của nguyên tử hiđrô khi êlectron ở quỹ đạo P, K). Sau đó nghiên cứu quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử trên, ta thu được bao nhiêu vạch ?

A. 15 vạch. B. 10 vạch. C. 6 vạch. D. 3 vạch.

Hướng dẫn

Khi bị kích thích chuyển lên quỹ đạo P ứng với n = 5.

$$Số\ vạch\ quang\ phổ = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{5(5-1)}{2} = 10 \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Khi liên quan đến bức xạ và hấp thụ ta áp dụng công thức:

$$\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_{cao} - E_{thap}$$

Ví dụ 3: (ĐH – 2007) Hằng số Plăng h = $6,625.10^{-34}$J.s và tốc độ ánh sáng trong chân không c = 3.10^8 m/s, lấy 1 eV = $1,6.10^{-19}$ J. Khi êlectrôn (êlectron) trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quĩ đạo dừng có năng lượng -0,85 eV sang quĩ đạo dừng có năng lượng -13,60 eV thì nguyên tử phát bức xạ điện từ có bước sóng

A. 0,4340 μm. B. 0,4860 μm. C. 0,0974 μm. D. 0,6563 μm.

Hướng dẫn

$$\frac{hc}{\lambda} = E_c - E_t \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_c - E_t} \approx 0,0974.10^{-6}\,(m) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý: Dựa vào sơ đồ mức năng lượng suy ra: $\underbrace{E_3-E_1}_{\varepsilon_{31}=hf_{31}}=\underbrace{E_3-E_2}_{\varepsilon_{32}=hf_{32}}+\underbrace{E_2-E_1}_{\varepsilon_{21}=hf_{21}}$

$$f_{31}=f_{32}+f_{21}\Rightarrow\frac{1}{\lambda_{31}}=\frac{1}{\lambda_{32}}+\frac{1}{\lambda_{21}}.$$

Tương tự: $f_{41}=f_{43}+f_{32}+f_{21}\Rightarrow\frac{1}{\lambda_{41}}=\frac{1}{\lambda_{43}}+\frac{1}{\lambda_{32}}+\frac{1}{\lambda_{21}}$

Ví dụ 4: Chiếu một chùm bức xạ đơn sắc có tần số $2,924.10^{15}$ (Hz) qua một khối khí hiđrô ở nhiệt độ và áp suất thích hợp. Khi đó trong quang phổ phát xạ của khí hiđrô chỉ có ba vạch ứng với các tần số $2,924.10^{15}$ (Hz); $2,4669.10^{15}$ (Hz) và f chưa biết. Tính f.

A. $0,4671.10^{15}$ Hz. B. $0,4571.10^{15}$ Hz.

C. $0,4576.10^{15}$ Hz. D. $0,4581.10^{15}$ Hz.

Hướng dẫn

$$f_{31}=f_{32}+f_{21}\Rightarrow f=2,924.10^{15}-2,4669.10^{15}=0,4571.10^{15}\left(Hz\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Năng lượng ở trạng thái cơ bản là E_1, ở trạng thái dừng thứ 2 (trạng thái kích thích 1) là E_2, ở trạng thái dừng thứ 3 (trạng thái kích thích 2) là E_3,...

Ví dụ 5: Hai vạch quang phổ ứng với các dịch chuyển từ quỹ đạo L về K và từ M về L của nguyên tử hiđro có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 1216$ (A^0), $\lambda_2 = 6563$ (A^0). Biết mức năng lượng của trạng thái kích thích thứ hai là -1,51 (eV). Cho eV = $1,6.10^{-19}$J, hằng số Plăng h = $6,625.10^{-34}$J.s và tốc độ ánh sáng trong chân không c = 3.10^8 m/s. Tính mức năng lượng của trạng thái cơ bản theo đơn vị (eV).

A. –13,6 eV. B. –13,62 eV. C. –13,64 eV. D. –13,43 eV.

Hướng dẫn

$$E_3-E_1=\left(E_3-E_2\right)+\left(E_2-E_1\right)=\frac{hc}{\lambda_{32}}+\frac{hc}{\lambda_{21}}$$

$$-1,51\left(eV\right)-E_1=19,875.10^{-26}\left(\frac{1}{6563.10^{-10}}+\frac{1}{1216.10^{-10}}\right)\times\frac{1\left(eV\right)}{1,6.10^{-19}}\Rightarrow E_3\approx-13,62\left(eV\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: Khi êlectron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng lượng của nguyên tử hiđrô được xác định bởi công thức $E_n = -13,6/n^2$ (eV) (với n = 1, 2, 3,...). Khi êlectron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng N về quỹ đạo dừng L thì nguyên tử phát ra phôtôn có bước sóng λ_1. Khi êlectron chuyển từ quỹ đạo dừng O về quỹ đạo dừng M thì nguyên tử phát ra phôtôn có bước sóng λ_2. Mối liên hệ giữa hai bước sóng λ_1 và λ_2 là

A. $25\lambda_2 = 36\lambda_1$. B. $6\lambda_2 = 5\lambda_1$. C. $256\lambda_2 = 675\lambda_1$. D. $675\lambda_2 = 256\lambda_1$.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \dfrac{hc}{\lambda_1} = E_4 - E_2 = \dfrac{-13,6}{4^2} - \dfrac{-13,6}{2^2} = 13,6.\dfrac{3}{16} \\ \dfrac{hc}{\lambda_2} = E_5 - E_3 = \dfrac{-13,6}{5^2} - \dfrac{-13,6}{3^2} = 13,6.\dfrac{16}{225} \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{675}{256} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 7: Mức năng lượng trong nguyên tử hiđrô được xác định bằng $E = -13,6/n^2$ (eV) với $n \in N^*$, trạng thái cơ bản ứng với $n = 1$. Khi nguyên tử chuyển từ mức năng lượng O về N thì phát ra một phôtôn có bước sóng λ_0. Khi nguyên tử hấp thụ một phôtôn có bước sóng λ nó chuyển từ mức năng lượng K lên mức năng lượng M. So với λ_0 thì λ

A. nhỏ hơn 3200/81 lần.
B. lớn hơn 81/1600 lần.
C. nhỏ hơn 50 lần.
D. lớn hơn 25 lần.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \dfrac{hc}{\lambda_0} = E_5 - E_4 = \dfrac{-13,6}{5^2} - \dfrac{-13,6}{4^2} = 13,6.\dfrac{9}{400} \\ \dfrac{hc}{\lambda} = E_3 - E_1 = \dfrac{-13,6}{3^2} - \dfrac{-13,6}{1^2} = 13,6.\dfrac{8}{9} \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda}{\lambda_0} = \frac{81}{3200} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Bình thường nguyên tử trung hòa về điện, để iôn hóa nguyên tử hiđrô cần phải cung cấp cho êlectron một năng lượng để nó thoát ra khỏi nguyên tử, nói cách khác là nó chuyển động rất xa hạt nhân r = ∞. Do đó, năng lượng cần cung cấp (năng lượng I-ôn hóa) phải đưa nguyên tử hiđrô từ mức cơ bản (mức K) lên mức năng lượng cao nhất (mức ∞), tức là $I = E_{cc} = \underbrace{E_\infty}_{0} - E_K \Rightarrow E_K = -I$

Ví dụ 8: Trong quang phổ hidro, ba vạch ứng với các dịch chuyển L – K, M – L và N – M có bước sóng lần lượt là 0,1216 (μm), 0,6563 (μm) và 1,875 (μm). Cho biết năng lượng cần thiết tối thiểu để bứt electron ra khỏi nguyên tử hiđrô từ trạng thái cơ bản là 13,6 (eV). Tính bước sóng ứng với sự dịch chuyển từ vô cùng về M.

A. 0,77 μm.
B. 0,81 μm.
C. 0,87 μm.
D. 0,83 μm.

Hướng dẫn

$$E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}} \Rightarrow E_3 + 13,6.1,6.10^{-19} = 19,875.10^{-26}\left(\frac{1}{0,6563.10^{-6}} + \frac{1}{0,1216.10^{-6}}\right)$$

$$\Rightarrow E_2 \approx -2,387.10^{-19}(J)$$

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{E_\infty - E_3} = \frac{19,875.10^{-26}}{0 + 2,387.10^{-19}} \approx 0,83.10^{-6}(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

3) Kích thích nguyên tử hidro

a) Kích thích nguyên tử hidro bằng cách cho hấp thụ phô tôn

Giả sử nguyên tử hidro đang ở trạng thái cơ bản E_1, nếu hấp thụ được phô tôn có năng lượng ε thì nó sẽ chuyển lên trạng thái dừng E_n sao cho: $E_n = E_1 + \varepsilon$.

Nếu $E_n = -13,6/n^2$ thì

$$\frac{-13,6}{n^2} = -13,6 + \varepsilon \Rightarrow n = \sqrt{\frac{-13,6}{-13,6+\varepsilon}} \begin{cases} n \in \mathbb{N}^* \Rightarrow \text{có hấp thụ phôtôn } \varepsilon \\ n \notin \mathbb{N}^* \Rightarrow \text{không hấp thụ phôtôn } \varepsilon \end{cases}$$

Ví dụ 1: Khi chiếu lần lượt các bức xạ photon có năng lượng 9 (eV), 10,2 (eV), 16 (eV) vào nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản. Hãy cho biết trong các trường hợp đó nguyên tử hiđô có hấp thụ photon không? Biết các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức: $E_n = -13,6/n^2$ (eV) với n là số nguyên.

A. Không hấp thụ phôtôn nào. B. Hấp thụ 2 phôtôn.

C. Hấp thụ 3 phôtôn. D. Chỉ hấp thụ 1 phôtôn.

Hướng dẫn

$$n = \sqrt{\frac{-13,6}{-13,6+\varepsilon}} \begin{cases} \varepsilon = 9(eV) \Rightarrow n = 2,9 \notin \mathbb{N}^* \Rightarrow \text{không hấp thụ} \\ \varepsilon = 10,2(eV) \Rightarrow n = 2 \notin \mathbb{N}^* \Rightarrow \text{có hấp thụ} \\ \varepsilon = 16(eV) \Rightarrow \text{không tồn tại n} \Rightarrow \text{không hấp thụ} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: Khi kích thích nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản bằng cách cho nó hấp thụ photon có năng lượng thích hợp thì bán kính quỹ đạo dừng tăng 9 (lần). Biết các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức: $E_n = -13,6/n^2$ (eV) với n là số nguyên. Tính năng lượng của photon đó.

A. 12,1 eV. B. 12,2 eV. C. 12,3 eV. D. 12,4 eV.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} r_n = n^2 r_0 = 9r_0 \Rightarrow n = 3 \\ \varepsilon = E_3 - E_1 = \dfrac{-13,6}{3^2} + \dfrac{13,6}{1^2} \approx 12,1(eV) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 3: (ĐH - 2013) Các mức năng lượng của các trạng thái dừng của nguyên tử hidro được xác định bằng biểu thức $E_n = -13,6/n^2$ (eV) (n = 1, 2, 3...). Nếu nguyên tử hidro hấp thụ một photon có năng lượng 2,55 eV thì bước sóng nhỏ nhất của bức xạ mà nguyên tử hidro có thể phát ra là:

A. $9,74.10^{-8}$ m. B. $1,46.10^{-8}$ m. C. $1,22.10^{-8}$ m. D. $4,87.10^{-8}$ m.

Hướng dẫn

$$\varepsilon = E_m - E_n \Rightarrow 2,55 = \frac{-13,6}{m^2} + \frac{13,6}{n^2} \Rightarrow \frac{3}{4^2} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \Rightarrow \begin{cases} n = 2 \\ m = 4 \end{cases}$$

$$\frac{hc}{\lambda_{min}} = E_4 - E_1 \Rightarrow \frac{19,875.10^{-26}}{\lambda_{min}} = \left(-\frac{13,6}{4^2} + \frac{13,6}{1^2}\right).1,6.10^{-19} \Rightarrow \lambda_{min} = 9,74.10^{-8} m$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

b) Kích thích nguyên tử hidro bằng cách va chạm

Nếu nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản va chạm với một electron có động năng W_0, trong quá trình tương tác giả sử nguyên tử đứng yên và chuyển lên trạng thái dừng E_n thì động năng còn lại của electron sau va chạm là $W = W_0 - (E_n - E_1)$.

Ví dụ 1: Nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản va chạm với một electron có năng lượng 13,2 (eV). Trong quá trình tương tác giả sử nguyên tử đứng yên và chuyển lên trạng thái kích thích thứ hai. Tìm động năng còn lại của electron sau va chạm. Biết các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức: $E_n = -13,6/n^2$ (eV) với n là số nguyên.

A. 0,42 eV. B. 0,51 eV. C. 1,11 eV. D. 0,16 eV.

Hướng dẫn

$$W = W_0 - (E_3 - E_1) = 13,2 - \left(\frac{-13,6}{3^2} - \frac{-13,6}{1^2}\right) = 1,11(eV) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý: Nếu dùng chùm electron mà mỗi electron có động năng W_0 để bắn phá khối Hidro đạng ở trạng thái cơ bản muốn nó chỉ chuyển lên E_n mà không lên được E_{n+1} thì $E_n - E_1 \le W_0 < E_{n+1} - E_1$.

Sau đó khối khí hidro sẽ phát ra tối đa $\frac{n(n-1)}{2}$ vạch quang phổ.

Ví dụ 2: Dùng chùm electron (mỗi electron có động năng W) bắn phá khối khí hiđrô ở trạng thái cơ bản thì êlectron trong các nguyên tử chỉ có thể chuyển ra quỹ đạo xa nhất là quỹ đạo N. Biết các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức: $E_n = -13,6/n^2$ (eV) với n là số nguyên. Giá trị W có thể là

A. 12,74 eV. B. 12,2 eV. C. 13,056 eV. D. 12,85 eV.

Hướng dẫn

$$E_4 - E_1 \le W < E_5 - E_1 \Leftrightarrow 12,75(eV) \le W < 13,056(eV) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

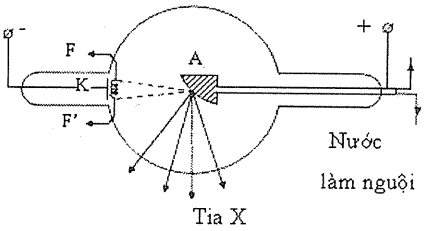
2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN TIA X.

Phương pháp giải

1) Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất trong chùm tia X

Khi electron vừa bứt ra khỏi bề mặt nó có động năng W_0 (rất nhỏ), sau đó nó được tăng tốc trong điện trường mạnh nên ngay trước khi đập vào anốt nó có động năng $W_e = \frac{1}{2}mv^2 = W_0 + |e|U$ rất lớn. Các electron này sau khi đập vào bề

mặt anốt (đối catốt), xuyên sâu những lớp bên trong của vỏ nguyên tử, tương tác với hạt nhân nguyên tử và các electron của các lớp này, làm cho nguyên tử chuyển lên trạng thái kích thích. Thời gian tồn tại ở trạng thái kích thích rất ngắn (cỡ 10^{-8} s) nguyên tử nhanh chóng chuyển về trạng thái có năng lượng thấp hơn và phát ra phôtôn của tia X có năng lượng $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$.



Ta có điều kiện: $\varepsilon \le W_e$

$\Rightarrow \varepsilon_{\max} = hf_{\max} = \frac{hc}{\lambda_{\min}} = W_e = \frac{mv^2}{2} = W_0 + |e|U \approx |e|U$ (Đây là trường hợp thuận lợi nhất, electron của chùm electron truyền toàn bộ động năng cho 1 nguyên tử kim loại của đối catốt đang ở trạng thái cơ bản và nguyên tử kim loại chuyển lên trạng thái kích thích sau đó nguyên tử chuyển về trạng thái cơ bản để phát ra phô tôn ε_{max}).

Ví dụ 1: Ống Rơnghen đặt dưới hiệu điện thế U_{AK} = 19995 V. Động năng ban đầu của của các electron khi bứt ra khỏi catôt là 8.10^{-19} J. Tính bước sóng ngắn nhất của tia X mà ống có thể phát ra.

A. 110,42 pm. B. 66,25 pm. C. 82,81 pm. D. 62,11 pm.

Hướng dẫn

$$\varepsilon_{max} = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} = W_e = \frac{mv^2}{2} = W_0 + |e|U$$

$$\Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{W_0 + |e|U} = \frac{19,875.10^{-26}}{8.10^{-19} + 1,6.10^{-19}.19995} = 62,11.10^{-12}(m) \Rightarrow \text{Chọn I}$$

Ví dụ 2: (ĐH-2008) Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của một ống Rơnghen là U = 25 kV. Coi tốc độ ban đầu của chùm êlectrôn (êlectron) phát ra từ catốt bằng không. Biết hằng số Plăng h = $6,625.10^{-34}$ J.s, điện tích nguyên tố bằng $1,6.10^{-19}$ C. Tần số lớn nhất của tia Rơnghen do ống này có thể phát ra là

A. $60,380.10^{18}$ Hz. B. $6,038.10^{15}$ Hz. C. $60,380.10^{15}$ Hz. D. $6,038.10^{18}$ Hz.

Hướng dẫn

$$\varepsilon_{max} = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} = W_e = \frac{mv^2}{2} = W_0 + |e|U \approx |e|U$$

$$\Rightarrow f_{max} = \frac{|e|U}{h} = 6,038.10^{18}(Hz)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 3: Trong một ống Rơnghen, tốc độ của mỗi hạt đập vào đối catốt là 8.10^7 (m/s). Biết khối lượng êlectrôn, tốc độ ánh sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $9,1.10^{-31}$ kg, 3.10^8 m/s và $6,625.10^{-34}$ J.s. Tính bước sóng nhỏ nhất trong chùm tia Rơnghen do ống phát ra.

A. 0,6827 A^0. B. 0,6826 A^0. C. 0,6824 A^0. D. 0,6825 A^0.

Hướng dẫn

$$\varepsilon_{max} = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} = W_e = \frac{mv^2}{2} = W_0 + |e|U \approx |e|U \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{2.hc}{mv^2} = 0,6825.10^{-10}(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: (ĐH-2007) Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của một ống Rơnghen là 18,75 kV. Biết độ lớn điện tích êlectrôn, tốc độ ánh sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $1,6.10^{-19}$ C, 3.10^8 m/s và $6,625.10^{-34}$ J.s. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn. Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơnghen do ống phát ra là

A. 0,6625 pm. B. 66,25 pm. C. 0,4625 nm. D. 5,625 nm.

Hướng dẫn

$$\varepsilon_{max} = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} = W_e = \frac{mv^2}{2} = W_0 + |e|U \approx |e|U \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{|e|U} = 66,25.10^{-12}(m)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 5: (CĐ 2007) Một ống Rơnghen phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là $6,21.10^{-11}$ m. Biết độ lớn điện tích electrôn (electron), tốc độ ánh sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $1,6.10^{-19}$ C; 3.10^8 m/s và $6,625.10^{-34}$ J.s. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống là

A. 2,00 kV. B. 2,15 kV. C. 20,00 kV. D. 21,15 kV.

Hướng dẫn

$$\varepsilon_{max} = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} = W_e = \frac{mv^2}{2} = W_0 + |e|U \approx |e|U \Rightarrow U = \frac{hc}{|e|\lambda_{min}} \approx 20.10^3(V)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 6: Tốc độ của êlectron khi đập vào anôt của một ống Rơn-ghen là 45.10^6 m/s. Để tăng tốc độ thêm 5.10^6 m/s thì phải tăng hiệu điện thế đặt vào ống một lượng

A. 1,45 kV. B. 4,5 kV. C. 1,35 kV. D. 6,2 kV.

Hướng dẫn

$$W_e = \frac{mv^2}{2} = W_0 + |e|U \approx |e|U \Rightarrow U = \frac{mv^2}{2|e|}$$

$$\Rightarrow \Delta U = U_2 - U_1 = \frac{m}{2|e|}\left(v_2^2 - v_1^2\right) \approx 1,35.10^3(V) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 7: Một ống tia Rơnghen phát được bức xạ có bước sóng nhỏ nhất là 5.10^{-10} m. Để tăng độ cứng của tia Rơnghen người ta cho hiệu điện thế giữa hai cực của ống tăng thêm $\Delta U = 500$ V. Biết độ lớn điện tích êlectrôn (êlectron), tốc độ ánh sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $1,6.10^{-19}$ C; 3.10^8 m/s và $6,625.10^{-34}$ J.s. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn. Bước sóng ngắn nhất của tia đó là

A. $3,13.10^{-9}$ m. B. $4,16.10^{-10}$ m. C. $3,13.10^{-10}$ m. D. $4,16.10^{-9}$ m.

Hướng dẫn

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{|e|U} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_{min1} = \dfrac{hc}{|e|U} \\ \lambda_{min2} = \dfrac{hc}{|e|(U+\Delta U)} = \dfrac{hc}{\dfrac{hc}{\lambda_{min1}} + |e|\Delta U} = 4,16.10^{-10}\,(m) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

2) Nhiệt lượng anốt nhận được

Nếu trong 1s số electron đập vào anốt là n thì cường độ dòng điện chạy qua ống là $I = |e|n \Rightarrow n = \dfrac{I}{|e|}$.

Nếu chỉ a phần trăm electron đập vào anốt làm bức xạ tia X thì số phôtôn X phát ra trong 1 s là $n_p = an$.

Tổng động năng đập vào anốt trong 1 s là $W = nW_e$,

với $W_e = \varepsilon_{max} = hf_{max} = \dfrac{hc}{\lambda_{min}} = \dfrac{mv^2}{2} = W_0 + |e|U \approx |e|U$

Nếu có H phần trăm động năng đập vào chuyển thành nhiệt thì nhiệt lượng anốt nhận được trong 1 s là $Q_1 = HW$ và nhiệt lượng nhận được sau t s là $Q = tQ_1$.

Ví dụ 1: Một ống Rơnghen, cường độ dòng điện qua ống I = 0,01 (A), tính số phôtôn Rơnghen phát ra trong một giây. Biết rằng chỉ có 0,8% electron đập vào đối catot là làm bức xạ ra phô tôn Rơnghen

A. $2,3.10^{17}$. B. $2,4.10^{17}$. C. 5.10^{14}. D. 625.10^{14}.

Hướng dẫn

$$n = \frac{I}{|e|} = 625.10^{14} \Rightarrow n_p = \frac{0,8}{100}.n = 5.10^{14} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 2: Một ống Rơn-ghen trong mỗi giây bức xạ ra $N = 3.10^{14}$ phôtôn. Những phôtôn có năng lượng trung bình ứng với bước sóng 10^{-10} m. Hiệu điện thế đặt vào hai đầu ống là 50 kV. Cường độ dòng điện chạy qua ống là $1,5.10^{-3}$A. Người ta gọi tỉ số giữa năng lượng bức xạ dưới dạng tia Rơn–ghen và năng lượng tiêu thụ của ống Rơn-ghen là hiệu suất của ống. Hiệu suất của trường hợp này là

A. 0,2%. B. 0,8%. C. 3%. D. 60%.

Hướng dẫn

Công suất điện mà ống tiêu thụ được tính: P = UI.

Năng lượng trung bình của mỗi phôtôn $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$.

Công suất phát xạ của chùm tia Rơn–ghen là $P' = N\varepsilon = N\frac{hc}{\lambda}$.

Hiệu suất của ống: $H = \frac{P'}{P} = \frac{Nhc}{\lambda UI} = 8.10^{-3} = 0,8\%$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: Trong một ống Rơnghen, số electron đập vào đối catốt trong mỗi giây là 5.10^{15} hạt, hiệu điện thế giữa anốt và catốt là 18000 V. Bỏ qua động năng của electron khi bứt ra khỏi catốt. Điện tích electron là $1,6.10^{-19}$ (C). Tính tổng động năng của electron đập vào đối catốt trong một giây.

A. 14,4 J. B. 12,4 J. C. 10,4 J. D. 9,6 J.

Hướng dẫn

$W = n.|e|U = 5.10^{15}.1,6.10^{-19}18000 = 14,4(J) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 4: Trong một ống Rơnghen, số electron đập vào đối catốt trong mỗi giây là 10^{15} hạt, tốc độ của mỗi hạt đập vào đối catốt là 8.10^7 (m/s). Khối lượng của electron là $m_e = 9,1.10^{-31}$ (kg). Tính tổng động năng của electron đập vào đối catốt trong một giây.

A. 2,563 J. B. 2,732 J. C. 2,912 J. D. 2,815 J.

Hướng dẫn

$W = n.\frac{mv^2}{2} = 10^{15}.\frac{9,1.10^{-31}.64.10^{14}}{2} = 2,912(J) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Rơnghen là 18 kV, dòng tia âm cực có cường độ 5 mA. Bỏ qua động năng của electron khi bứt ra khỏi catot. Tổng động năng electron đập vào đối catốt trong 1s là:

A. 45 (J). B. 90 (J). C. 9 (J). D. 4,5 (J).

Hướng dẫn

$W = n.|e|U_{AK} = I.U_{AK} = 5.10^{-3}.18.10^3 = 90(J) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: Để tạo ra tia X người ta dùng ống Cu–lit–giơ. Khi đặt một hiệu điện thế vào anot và catot của ống Cu–lit–giơ thì cường độ dòng điện chạy qua ống này là I = 40 mA và tốc độ của electron khi tới anot là $v = 8.10^7$ m/s. Bỏ qua tốc độ ban đầu của electron khi bật ra khỏi catot. Cho điện tích và khối lượng của electron $e = -1,6.10^{-19}$ C, $m = 9,1.10^{-31}$ kg. Công suất trung bình của ống Cu–lit–giơ là

A. 728 W. B. 730 W. C. 732 W. D. 734 W.

Hướng dẫn

Công suất trung bình của ống xấp xỉ bằng tổng động năng electron đập vào anốt trong 1 s:

$$W = n.\frac{mv^2}{2} = \frac{I}{|e|}.\frac{mv^2}{2} = \frac{40.10^{-3}}{1,6.10^{-19}}.\frac{9,1.10^{-31}.64.10^{14}}{2} = 728(W)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 7: Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Rơnghen là 15 kV, dòng tia âm cực có cường độ 5 mA. Bỏ qua động năng của electron khi bứt ra khỏi catot. Giả sử 99% động năng của electron đập vào đối catốt chuyển thành nhiệt năng đốt nóng đối catốt và bỏ qua bức xạ nhiệt. Nhiệt lượng đối catốt nhận được trong 1s là

A. 45,75 (J). B. 72,25 (J). C. 74,25 (J). D. 74,5 (J).

Hướng dẫn

$$W = n.|e|U_{AK} = I.U_{AK} = 5.10^{-3}.15.10^3 = 75(J) \Rightarrow Q_1 = HW = 0,99W = 74,25(J)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 8: Một ống Rơnghen phát tia X có bước sóng ngắn nhất 5.10^{-10} m. Bỏ qua vận tốc ban đầu của các electron khi bứt ra khỏi catốt. Giả sử 98% động năng của các electron biến thành nhiệt làm nóng đối catốt và cường độ dòng điện chạy qua ống là I = 2 mA. Biết độ lớn điện tích êlectrôn (êlectron), tốc độ ánh sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $1,6.10^{-19}$ C; 3.10^8 m/s và $6,625.10^{-34}$ J.s. Nhiệt lượng tỏa ra trên đối catốt trong 1 phút là

A. 298,125 J. B. 29,813 J. C. 292,1625 J. D. 92,813 J.

Hướng dẫn

$$Q_1 = HW = HnW_e = H\frac{I}{|e|}.\frac{hc}{\lambda_{\min}} = 0,98.\frac{2.10^{-3}}{1,6.10^{-19}}.\frac{19,875.10^{-26}}{5.10^{-10}} = 4,869375(J)$$

$\Rightarrow Q = Q_1 t = 292,1625(J) \Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Nhiệt lượng anốt nhận được sau thời gian t là để tăng nhiệt độ nó thêm Δt^0 nên $Q_t = tQ_1 = cm\Delta t^0 = cVD\Delta t^0$ (với c là nhiệt dung riêng của anốt, m là khối lượng của anốt, V thể tích của anốt và D là khối lượng riêng của anốt).

Từ công thức trên ta giải các bài toán xuôi – ngược như tìm t, Q_1, Δt^0...

Ví dụ 9: Trong mỗi giây tổng động năng của electron đập vào đối catốt là 10 J. Đối catốt có khối lương 0,33 kg, có nhiệt dung riêng là 120 (J/kg^0C). Giả sử 99% động năng của electron đập vào đối catốt chuyển thành nhiệt năng đốt nóng đối catốt và bỏ qua bức xạ nhiệt. Hỏi sau bao lâu nhiệt độ đối catốt tăng thêm 1000^0C.

A. 4900 s. B. 4000 s. C. 53,3 phút. D. 53,4 phút.

Hướng dẫn

Áp dụng $Q_r = tQ_1 = cm\Delta t^0 \Rightarrow t = \frac{cm\Delta t^0}{Q_1} = \frac{cm\Delta t^0}{HW} = \frac{120.0,33.1000}{0,99.10} = 4000(s)$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 10: Trong một ống Rơn-ghen, khi hiệu điện thế giữa anôt và catôt là 1,2 kV thì cường độ dòng điện đi qua ống là 0,8 mA. Đối catôt là một bản platin có diện tích 1 cm^2, dày 2 mm, có khối lượng riêng D = 21.10^3 kg/m^3 và nhiệt dung riêng c = 0,12kJ /kg.K. Nhiệt độ của bản platin sẽ tăng thêm 500^0C sau khoảng thời gian là

A. 162,6 s. B. 242,6 s. C. 222,6 s. D. 262,6 s.

Hướng dẫn

Áp dụng $Q_r = tQ_1 = cm\Delta t^0 \Rightarrow t = \frac{cm\Delta t^0}{Q_1} = \frac{cDSd\Delta t^0}{HUI} = 262,6(s) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 11: Một ống Cu-lít-giơ có điện áp giữa hai đầu ống là 10 KV với dòng điện trong ống là 1 mA Coi rằng chỉ có 99% số e đập vào đối catốt chuyển nhiệt năng đốt nóng đối catot. Cho khối lượng của đối catốt là 100 g và nhiệt dung riêng là 120J/kgđộ. Sau một phút hoạt động thì đối catốt nóng thêm bao nhiêu độ?

A. $4,6^0$C. B. $4,95^0$C. C. 46^0C. D. $49,5^0$C.

Hướng dẫn

Áp dụng $Q_r = tQ_1 = cm\Delta t^0 \Rightarrow \Delta t^0 = \frac{tQ_1}{cm} = \frac{tHUI}{cm} = \frac{60.0,99.10.10^3.10^{-3}}{120.0,1} = 49,5^0C$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Chú ý: Để làm nguội anốt người ta cho dòng nước chảy qua ống sao cho toàn bộ nhiệt lượng anốt nhận được trong 1 s chuyển hết cho nước. Khi đó, trong 1 s khối lượng nước phải chuyển qua là m = VD thì nhiệt độ nước đầu ra cao hơn nhiệt độ nước đầu vào là Δt^0.

Do đó: $Q_1 = HnW_e = cm\Delta t^0 = cVD\Delta t^0$ với c là nhiệt dung riêng của nước.

Ví dụ 12: Hiệu điện thế giữa hai cực của ống Rơnghen là 16,6 (kV), cường độ dòng điện qua ống là 20 mA. Coi electron thoát ra có tốc độ ban đầu không đáng kể. Đối catốt được làm nguội bằng dòng nước chảy luồn bên trong. Nhiệt độ nước ở lối ra cao hơn lối vào là 20^0C. Giả sử có 99% động năng electron đập vào đối catốt chuyển thành nhiệt đốt nóng đối catốt. Biết nhiệt dung riêng của nước là 4186 (J/kgK). Tính lưu lượng của dòng nước đó theo đơn vị g/s.

A. 3,6(g/s). B. 3,8 (g/s). C. 3,9(g/s). D. 3,7(g/s).

Hướng dẫn

Áp dụng $Q_1 = HnW_e = HIU = cm\Delta t^0$

$$\Rightarrow m = \frac{HIU}{c\Delta t^0} = \frac{0,99.20.10^{-3}.16,6.10^3}{4186.20} \approx 3,9.10^{-3}\left(m^3/s\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

3. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN SỰ PHÁT QUANG VÀ LASER

Phương pháp giải

1) Hiện tượng phát quang

Một số chất hấp thụ ánh sáng (hoặc bức xạ điện từ) bước sóng này để rồi phát ra ánh sáng có bước sóng khác, gọi là hiện tượng quang – phát quang.

* ***Hai loại quang - phát quang:***

Sự huỳnh quang: sự phát quang có thời gian phát quang ngắn (dưới 10^{-8}s). Nó thường xảy ra với ***chất lỏng và chất khí***

Sự lân quang: là sự phát quang có thời gian phát quang dài (10^{-8} s trở lên). Nó thường xảy ra với ***chất rắn***.

* ***Định luật Stốc:*** Bước sóng λ' của ánh sáng phát quang bao giờ cũng lớn hơn bước sóng λ của ánh sáng kích thích: $\lambda' > \lambda \Leftrightarrow \varepsilon' < \varepsilon \Leftrightarrow f' < f$.

Gọi N, N' lần lượt là số phôtôn kích thích chiếu vào trong 1 s và số phôtôn phát quang phát ra trong 1 s.

Công suất của chùm sáng kích thích và chùm sáng phát quang lần lượt là:

$$\begin{cases} P = N\varepsilon = N\dfrac{hc}{\lambda} \\ P' = N'\varepsilon' = N'\dfrac{hc}{\lambda'} \end{cases} \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{N'}{N}\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = \frac{N'}{N}\frac{\lambda}{\lambda'}$$

Ví dụ 1: (ĐH - 2010) Một chất có khả năng phát ra ánh sáng phát quang với tần số 6.10^{14} Hz. Khi dùng ánh sáng có bước sóng nào dưới đây để kích thích thì chất này **không** thể phát quang?

A. 0,40 μm. B. 0,45 μm. C. 0,38 μm. D. 0,55 μm.

Hướng dẫn

$$\lambda' = \frac{3.10^8}{f'} = 0,5\mu m > \lambda \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Một chất phát quang có khả năng phát ra ánh sáng màu vàng lục khi được kích thích phát sáng. Hỏi khi chiếu vào chất đó ánh sáng đơn sắc nào dưới đây thì chất đó sẽ phát quang?

A. Vàng. B. Lục. C. Đỏ. D. Da cam.

Hướng dẫn

Ánh sáng kích thích phải có bước sóng nhỏ hơn ánh sáng phát quang nên

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: *(CĐ - 2010)* Khi chiếu chùm tia tử ngoại vào một ống nghiệm đựng dung dịch fluorexêin thì thấy dung dịch này phát ra ánh sáng màu lục. Đó là hiện tượng

A. Phản xạ ánh sáng. B. Quang – phát quang.

C. Hóa – phát quang. D. Tán sắc ánh sáng.

Hướng dẫn

Theo định nghĩa, Một số chất hấp thụ ánh sáng (hoặc bức xạ điện từ) bước sóng này để rồi phát ra ánh sáng có bước sóng khác, gọi là hiện tượng quang – phát quang $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 4: Chiếu ánh sáng có bước sóng 0,3 μm vào một chất thì chất đó phát quang ánh sáng có bước sóng 0,5 μm. Cho rằng công suất của ánh sáng phát quang chỉ bằng 0,01 công suất của chùm sáng kích thích. Để có một phôtôn ánh sáng phát quang phát ra thì số phôtôn ánh sáng kích thích chiếu vào là

A. 600. B. 60. C. 25. D. 133.

Hướng dẫn

$$0,01=\frac{W'}{W}=\frac{N'\frac{hc}{\lambda'}}{N\frac{hc}{\lambda}}=\frac{N'}{N}.\frac{\lambda}{\lambda'}\Rightarrow 0,01=\frac{1}{N}.\frac{0,3}{0,5}\Rightarrow N=60\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 5: Chiếu bức xạ đơn sắc có bước sóng λ vào một chất thì chất đó phát quang ánh sáng có bước sóng 0,5 μm. Cho rằng công suất của ánh sáng phát quang chỉ bằng 0,01 công suất của chùm kích thích và nếu có 3000 phôtôn ánh sáng kích thích chiếu vào thì có 75 phôtôn ánh sáng phát quang phát ra. Giá trị của λ là

A. 0,18 μm. B. 0,25 μm. C. 0,2 μm. D. 0,3 μm.

Hướng dẫn

$$0,01=\frac{W'}{W}=\frac{n'\frac{hc}{\lambda'}}{n\frac{hc}{\lambda}}=\frac{n'}{n}.\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{75}{3000}.\frac{\lambda}{0,5.10^{-6}}\Rightarrow \lambda=0,2(\mu m)\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 6: Chiếu ánh sáng có bước sóng 0,26 μm vào một chất thì chất đó phát quang ánh sáng có bước sóng 0,52 μm. Nếu số phôtôn ánh sáng kích thích chiếu vào là 100 thì số phôtôn ánh sáng phát quang phát ra là 4. Hỏi công suất của ánh sáng phát quang bằng bao nhiêu phần trăm công suất của chùm sáng kích thích?

A. 10%. B. 60%. C. 4%. D. 2%.

Hướng dẫn

$$\frac{W'}{W}=\frac{n'\frac{hc}{\lambda'}}{n\frac{hc}{\lambda}}=\frac{n'}{n}.\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{4}{100}.\frac{0,26}{0,52}=2\%\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 7: (ĐH-2011)Một chất phát quang được kích thích bằng ánh sáng có bước sóng 0,26 μm thì phát ra ánh sáng có bước sóng 0,52 μm. Giả sử công suất của chùm sáng phát quang bằng 20% công suất của chùm sáng kích thích. Tỉ số giữa số phôtôn ánh sáng phát quang và số phôtôn ánh sáng kích thích trong cùng một khoảng thời gian là

A. 4/5. B. 1/10. C. 1/5. D. 2/5.

Hướng dẫn

$$0,2=\frac{W'}{W}=\frac{N'\frac{hc}{\lambda'}}{N\frac{hc}{\lambda}}=\frac{N'}{N}.\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{N'}{N}.\frac{0,26}{0,52}\Rightarrow\frac{N'}{N}=\frac{2}{5}\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

2) Laser

Laze là một nguồn sáng phát ra một chùm sáng cường độ lớn dựa trên việc ứng dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.

4 đặc điểm của chùm tia laze:

* Tia laze là chùm sáng kết hợp.
* Tia laze có tính đơn sắc.
* Chùm tia laze khi truyền trong các môi trường thông thường (không khí, nước,..) là chùm sáng song song (có tính định hướng cao).
* Chùm tia laze có cường độ lớn.

Ứng dụng của laze:

* Trong y học, laze dùng như một dao mỗ trong các phẫu thuật tinh vi như mắt, mạch máu,... Ngoài ra laze dùng để chữa một số bệnh ngoài da nhờ vào tác dụng nhiệt.
* Trong thông tin liên lạc, laze dùng trong liên lạc vô tuyến, điều khiển các con tàu vũ trụ, truyền thông tin bằng cáp quang,...
* Trong công nghiệp, laze dùng để cắt, khoan, tôi kim loại,...
* Trong trắc địa, laze dùng trong các công việc đo khoảng cách, tam giác đạc, ngắm đường thẳng, ...
* Laze còn được dùng trong các đầu đọc đĩa CD, bút trỏ bảng, trong thí nghiệm về quang học, ...

Ví dụ 1: (TN - 2007) Đặc điểm nào sau đây **không** phải của tia laze?

A. Có tính định hướng cao.

B. Không bị khúc xạ khi đi qua lăng kính.

C. Có tính đơn sắc cao.

D. Có mật độ công suất lớn (cường độ mạnh).

Hướng dẫn

Tia laze cũng bị khúc xạ khi đi qua lăng kính

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 2: Tìm phát biểu **sai** liên quan đến tia laze:

A. Tia laze là chùm sáng có độ đơn sắc cao.

B. Tia laze là chùm sáng kết hợp.

C. Tia laze là chùm sáng song song.

D. Gây ra hiện tượng quang điện với hầu hết các kim loại.

Hướng dẫn

Hầu hết các kim loại có giới hạn quang điện nằm trong vùng tử ngoại mà laze nằm trong vùng nhìn thấy $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 3: Dùng chùm tia laze có công suất P = 10 W để nấu chảy khối thép có khối lượng 1 kg. Nhiệt độ ban đầu của khối thép $t_0 = 30^0$, nhiệt dung riêng của thép c = 448J/kg.độ, nhiệt nóng chảy của thép L = 270 kJ/kg, điểm nóng chảy của thép $T_c = 1535^0$C. Coi rằng không bị mất nhiệt lượng ra môi trường. Thời gian làm nóng chảy hoàn toàn khối thép là

A. 26 h. B. 0,94 h. C. 100 h. D. 94 h.

Hướng dẫn

Nhiệt lượng cần thiết để đưa khối thép lên điểm nóng chảy:

$Q_1 = mc(T_c - t_0) = 1.448.(1535 - 30) = 674240$ J.

Nhiệt lượng cần thiết để chuyển khối thép từ thể rắn sang thể lỏng ở điểm nóng chảy: $Q_2 = m.L = 1.270.10^3 = 270000$ J.

Tổng nhiệt lượng để nấu chảy hoàn toàn khối thép: $Q = Q_1 + Q_2 = 944240$ J.

Thời gian cần để nấu chảy khối thép: $t = \frac{Q}{P} = \frac{944240}{10} \times \frac{1h}{3600} \approx 26(h)$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 4: Người ta dùng một laze hoạt động dưới chế độ liên tục để khoan một tấm thép. Công suất của chùm laze là P = 10 W. Đường kính của một chùm sáng là d = 1 mm. Bề dày của tấm thép là e = 2 mm. Nhiệt độ ban đầu là $t_0 = 30$°C. Khối lượng riêng của thép: $\rho = 7\,800$ kg/m^3. Nhiệt dung riêng của thép: c = 448 J/kg.độ. Nhiệt nóng chảy riêng của thép: $\lambda = 270$ kJ/kg. Điểm nóng chảy của thép: $T_c = 1\,535$°C. Bỏ qua mọi hao phí. Tính thời gian khoan thép.

A. 2,16 s B. 1,16 s C. 1,18 s D. 1,26 s

Hướng dẫn

Thể tích thép cần nấu chảy là $V = \frac{\pi d^2 e}{4} \approx 1,57.10^{-9}\left(m^3\right)$

Khối lượng thép cần nấy chảy là $m = V\rho \approx 122,46.10^{-7}\left(kg\right)$

Nhiệt lượng cần thiết để đưa khối thép từ nhiệt độ ban đầu lên điểm nóng chảy là $Q_1 = mc\left(T_c - t_0\right) \approx 8,257\left(J\right)$

Nhiệt lượng cần thiết để chuyển khối thép từ thể rắn sang thể lỏng ở nhiệt độ nóng chảy là $Q_2 = m\lambda \approx 3,306\left(J\right)$

Nhiệt lượng cần thiết để chuyển khối thép từ nhiệt độ ban đầu cho đến khi nóng chảy là $Q = Q_1 + Q_2 \approx 11,563(J)$

Thời gian khoan thép là $t = \frac{Q}{P} \approx 1,16(s) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 5: Nước có nhiệt dung riêng c = 4,18 kJ/kg.độ, nhiệt hóa hơi L = 2260 kJ/kg, khối lượng riêng D = 1000 kg/m^3. Để làm bốc hơi hoàn toàn 1 mm^3 nước ở nhiệt độ ban đầu 37^{0}C trong khoảng thời gian 1 s bằng laze thì laze này phải có công suất bằng

A. 4,5 W. B. 3,5 W. C. 2,5 W. D. 1,5 W.

Hướng dẫn

Khối lượng của 1mm^3 nước: m = VD = 10^{-9}.1000 = 10^{-6} kg.

Nhiệt lượng cần cung cấp để đưa 1mm^3 nước từ 37^{0}C lên điểm hóa hơi:

$Q_1 = mc(T_c - t_0) = 10^{-6}.4,18.10^3.(100 - 37) = 0,26334$ J.

Sau đó, nhiệt lượng cần cung cấp để chuyển 1mm^3 nước từ thể lỏng sang thể hơi:

$Q_2 = m.L = 10^{-6}.2260.10^3 = 2,26$ J.

Nhiệt lượng tổng cộng để chuyển toàn bộ 1mm^3 nước từ thể lỏng sang thể hơi là:

$Q = Q_1 + Q_2 = 2,52334$ J.

Công suất của laze: $P = \frac{Q}{t} = \frac{2,52334}{1} \approx 2,5(W) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 6: Một laze có công suất 10 W làm bốc hơi một lượng nước ở 30^{0}C. Biết rằng nhiệt dung riêng của nước là c = 4,18 kJ/kg.độ, nhiệt hóa hơi của nước L = 2260kJ/kg, khối lượng riêng của nước D = 1000kg/m^3. Thể tích nước bốc hơi được trong khoảng thời gian 1s là

A. 3,9 mm^3. B. 4,4 mm^3. C. 5,4 mm^3. D. 5,6 mm^3.

Hướng dẫn

Khối lượng của 1mm^3 nước: m = VD = 10^{-9}.1000 = 10^{-6} kg.

Nhiệt lượng cần cung cấp để đưa 1mm^3 nước từ 30^{0}C lên điểm hóa hơi:

$Q_1 = mc(T_c - t_0) = 10^{-6}.4,18.10^3.(100 - 30) = 0,2926$ J.

Sau đó, nhiệt lượng cần cung cấp để chuyển 1mm^3 nước từ thể lỏng sang thể hơi:

$Q_2 = m.L = 10^{-6}.2260.10^3 = 2,26$ J.

Nhiệt lượng tổng cộng để chuyển toàn bộ 1mm^3 nước từ thể lỏng sang thể hơi là:

$Q = Q_1 + Q_2 = 2,5526$ J.

Với công suất 10 W, trong 1s nước sẽ nhận được nhiệt lượng từ tia laze:

$Q' = P.t = 10.1 = 10$ J.

Thể tích nước có thể bốc hơi trong 1 s là:

$n = \frac{Q_L}{Q} = \frac{10}{2,5526} = 3,9(mm^3) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 7: Dùng laze CO_2 có công suất P = 10 W để làm dao mổ. Khi tia laze được chiếu vào vị trí cần mổ sẽ làm cho nước ở phần mô chỗ đó bốc hơi và mô bị cắt.

Biết chùm laze có bán kính r = 0,1 mm và di chuyển với vận tốc v = 0,5cm/s trên bề mặt của mô mềm. Biết thể tích nước bốc hơi trong 1 s là 3,5 mm^3. Chiều sâu cực đại của vết cắt là

A. 1 mm. B. 2 mm. C. 3,5 mm. D. 4 mm.

Hướng dẫn

Vì chùm laze di chuyển với vận tốc v = 0,5 cm/s trên bề mặt của mô mềm nên trong 1s nó dịch chuyển được một đoạn L = v.t = 0,5.1 = 0,5 cm = 5 mm.

Vì chùm laze có bán kính r = 0,1 mm nên khi dịch chuyển, trong 1 s nó sẽ tạo ra vùng cắt có diện tích: S = 2r.L = 2.0,1.5 = 1 mm^2.

Độ sâu viết cắt $h = \frac{V}{S} = \frac{3,5}{1} = 3,5(mm) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 8: Để đo khoảng cách từ Trái Đất lên Mặt Trăng người ta dùng một tia laze phát ra những xung ánh sáng có bước sóng 0,52 μm, chiếu về phía Mặt Trăng. Thời gian kéo dài mỗi xung là 10^{-7} (s) và công suất của chùm laze là 100000 MW. Biết tốc độ ánh sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là c = 3.10^8 m/s và h = $6,625.10^{-34}$J.s. Số phôtôn chứa trong mỗi xung là

A. $2,62.10^{22}$ hạt. B. $2,62.10^{15}$ hạt. C. $2,62.10^{29}$ hạt. D. $5,2.10^{20}$ hạt.

Hướng dẫn

$$N = \frac{W_0}{\varepsilon} = \frac{Pt}{\varepsilon} = \frac{tP\lambda}{hc} = \frac{10^{-7}.10^{11}.0,52.10^{-6}}{6,625.10^{-34}.3.10^8} \approx 2,62.10^{22} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 9: Để đo khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng người ta dùng một laze phát ra những xung ánh sáng có bước sóng 0,52 μm, chiếu về phía Mặt Trăng và đo khoảng thời gian giữa thời điểm xung được phát ra và thời điểm một máy thu đặt ở Trái Đất nhận được xung phản xạ. Thời gian kéo dài của một xung là τ = 100 ns. Khoảng thời gian giữa thời điểm phát và nhận xung là 2,667 s. Năng lượng của mỗi xung ánh sáng là W_0 = 10 kJ. Lấy c = 3.10^8 m/s; h = $6,625.10^{-34}$J.s.

a) Tính khoảng cách giữa Trái Đất và Mặt Trăng lúc đó.

b) Tính công suất của chùm laze.

c) Tính số phôtôn chứa trong mỗi xung ánh sáng.

d) Tính độ dài của mỗi xung ánh sáng.

Hướng dẫn

a) Khoảng cách giữa Trái Đất và Mặt Trăng: $L = c.\frac{t}{2} = 3.10^8.\frac{2,667}{2} \approx 4.10^8(m)$

b) Công suất của chùm laze: $P = \frac{W_0}{\tau} = \frac{10.10^3}{100.10^{-9}} = 10^{11}(W)$

c) Số phôtôn chứa trong mỗi xung ánh sáng: $N = \frac{W_0}{\varepsilon} = \frac{W_0\lambda}{hc} \approx 262.10^{20}$

d) Độ dài của mỗi xung ánh sáng: $l = c.\tau = 3.10^8.100.10^{-9} = 30(m)$

Chủ đề 12. TÍNH CHẤT VÀ CẤU TẠO HẠT NHÂN

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN TÍNH CHẤT VÀ CẤU TẠO HẠT NHÂN

Phương pháp giải

Hạt nhân ${}^{A}_{Z}X$ $\begin{cases} \text{có Z proton} \\ \text{có A - Z notron} \end{cases}$

Ví dụ 1: (CĐ 2007) Hạt nhân Triti (T_1^3) có

A. 3 nuclôn, trong đó có 1 prôtôn.
B. 3 nơtrôn (notron) và 1 prôtôn.
C. 3 nuclôn, trong đó có 1 nơtrôn.
D. 3 prôtôn và 1 nơtrôn.

Hướng dẫn

Hạt nhân Triti có số proton Z = 1 và có số khối = số nuclon = 3

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: (ĐH – 2007) Phát biểu nào là **sai**?

A. Các đồng vị phóng xạ đều không bền.
B. Các nguyên tử mà hạt nhân có cùng số prôtôn nhưng có số nơtrôn (notron) khác nhau gọi là đồng vị.
C. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có số nơtrôn khác nhau nên tính chất hóa học khác nhau.
D. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có cùng vị trí trong bảng hệ thống tuần hoàn.

Hướng dẫn

Các đồng vị của cùng một nguyên tố có cùng vị trí trong bảng hệ thống tuần hoàn và có cùng tính chất hóa học $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Biết 1u = $1,66058.10^{-27}$ (kg), khối lượng của He = 4,0015u. Số nguyên tử trong 1mg khí He là

A. $2,984.\ 10^{22}$ B. $2,984.\ 10^{19}$ C. $3,35.\ 10^{23}$ D. $1,5.10^{20}$

Hướng dẫn

$$Số\ nguyên\ tử = \frac{Số\ kilogam}{Khối\ lượng\ 1\ nguyên\ tử} = \frac{10^{-6}kg}{4,0015.1,66058.10^{-27}} = 15.10^{20}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: (CĐ-2008) Biết số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23}$ hạt/mol và khối lượng của hạt nhân bằng số khối của nó. Số prôtôn (prôton) có trong 0,27 gam ${}_{13}Al^{27}$ là

A. $6,826.10^{22}$ B. $8,826.10^{22}$ C. $9,826.10^{22}$ D. $7,826.10^{22}$

Hướng dẫn

$$Số\ proton = 13.\frac{Số\ gam}{Khối\ lượng\ mol}.N_A = 13.\frac{0,27.6,02.10^{23}}{27} = 7,826.10^{22}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 5: (ĐH-2007) Biết số Avôgađrô là $6,02.10^{23}$ /mol, khối lượng mol của urani U238 là 238 g/mol. Số nơtrôn trong 119 gam urani U238 là

A. $8,8.10^{25}$ B. $1,2.10^{25}$ C. $4,4.10^{25}$ D. $2,2.10^{25}$

Hướng dẫn

$$N_{nuclon} = (238-92).\frac{\text{Số gam}}{\text{Khối lượng mol}}N_A = 146.\frac{119}{128}.6,02.10^{23} = 4,4.10^{25}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 6: Biết số Avôgađrô là $6,02.10^{23}$ /mol. Tính số phân tử oxy trong một gam khí oxy O_2 (O = 15,999)

A. 376.10^{20} B. 188.10^{20} C. 99.10^{20} D. 198.10^{20}

Hướng dẫn

$$N_{O_2} = \frac{1(g)}{2.15,999(g)}.6,02.10^{23} \approx 188.10^{20} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 7: Biết số Avôgađrô là $6,02.10^{23}$/mol. Tính số nguyên tử Oxy trong một gam khí CO_2 là (C = 12,011; O = 15,999)

A. 137.10^{20} B. 548.10^{20} C. 274.10^{20} D. 188.10^{20}

Hướng dẫn

$$N_O = 2N_{CO_2} = 2\frac{1(g)}{(12,011+2.15,999)(g)}.6,02.10^{23} \approx 274.10^{20}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Nếu coi hạt nhân là khối cầu thì thể tích hạt nhân là $V = \frac{4\pi}{3}R^3$.

Khối lượng của hạt nhân xấp xỉ bằng: $m = Au = A.1,66058.10^{-27}$ *kg.*

Điện tích hạt nhân: $Q = Z.1,6.10^{-19}$ *C.*

Khối lượng riêng hạt nhân: $D = m/V$.

Mật độ điện tích hạt nhân: $\rho = Q/V$.

Ví dụ 8: Công thức gần đúng cho bán kính của hạt nhân là: $R = 1,2.10^{-15}.(A)^{1/3}$ (m) (với A là số khối). Tính khối lượng riêng của hạt nhân $_{11}Na^{23}$.

A. $2,2.10^{17}$ (kg/m^3). B. $2,3.10^{17}$ (kg/m^3).

C. $2,4.10^{17}$ (kg/m^3). D. $2,5.10^{17}$ (kg/m^3).

Hướng dẫn

$$D = \frac{m}{V} = \frac{23u}{\frac{4}{3}\pi R^3} \approx 2,3.10^{17}\left(kg/m^3\right) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 9: Công thức gần đúng cho bán kính của hạt nhân là $R = 1,2.10^{-15}.(A)^{1/3}$ (với A là số khối). Tính mật độ điện tích của hạt nhân sắt $_{26}Fe^{56}$.

A. 8.10^{24} (C/m^3). B. 10^{25} (C/m^3). C. 7.10^{24} (C/m^3). D. $8,5.10^{24}$ (C/m^3).

Hướng dẫn

$$\rho = \frac{Q}{V} = \frac{26.1,6.10^{-19}}{\frac{4}{3}\pi R^3} \approx 10^{25}\left(C/m^3\right) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: Nếu một nguyên tố hóa học là hỗn hợp n nhiều đồng vị thì khối lượng trung bình của nó: $m = a_1m_1 + a_2m_2 + ... + a_nm_n$, *với* a_i, m_i *lần lượt là hàm lượng và khối lượng của đồng vị trí i.*

Trong trường hợp chỉ hai đồng vị: $m = xm_1 + (1-x)m_2$ *với x là hàm lượng của đồng vị 1.*

Ví dụ 10: Uran tự nhiên gồm 3 đồng vị chính là U238 có khối lượng nguyên tử 238,0508u (chiếm 99,27%), U235 có khối lượng nguyên tử 235,0439u (chiếm 0,72%), U234 có khối lượng nguyên tử 234,0409u (chiếm 0,01%). Tính khối lượng trung bình.

A. 238,0887u B. 238,0587u C. 237,0287u D. 238,0287u

Hướng dẫn

$$m = \frac{99,27}{100}.238,0887u + \frac{0,72}{100}.235,0439u + \frac{0,01}{100}.234,0409u = 238,0287u$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 11: Nitơ tự nhiên có khối lượng nguyên tử là 14,0067u gồm 2 đồng vị là N14 và N15 có khối lượng nguyên tử lần lượt là 14,00307u và 15,00011u. Phần trăm của N15 trong nitơ tự nhiên:

A. 0,36% B. 0,59% C. 0,43% D. 0,68 %

Hướng dẫn

$$m = xm_1 + (1-x)m_2 \Rightarrow 14,0067u = x.15,00011u + (1-x).14,00307u \Rightarrow x = 0,0036$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

Phương pháp giải

Khối lượng và hệ thức năng lượng: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$; $E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}c^2$

Động năng:

$$W_đ = E - E_0 = mc^2 - m_0c^2 = (m-m_0)c^2 \Leftrightarrow W_đ = m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right)$$

Ví dụ 1: (ĐH-2010) Một hạt có khối lượng nghỉ m_0. Theo thuyết tương đối, động năng của hạt này khi chuyển động với tốc độ 0,6c (c là tốc độ ánh sáng trong chân không) là

A. $0,36m_0c^2$ B. $1,25\ m_0c^2$ C. $0,225m_0c^2$ D. $0,25m_0c^2$

Hướng dẫn

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=1,25m_0\Rightarrow W_d=(m-m_0)c^2=0,25m_0c^2$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: Khối lượng của electron chuyển động bằng hai lần khối lượng nghỉ của nó. Tìm tốc độ chuyển động của electron. Coi tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 (m/s).

A. $0.4.10^8$m/s B. $2,59.10^8$m/s C. $1,2.10^8$m/s D. $2,985.10^8$m/s

Hướng dẫn

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=2m_0\Rightarrow\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}=\frac{1}{2}\Rightarrow v=\frac{c\sqrt{3}}{2}\approx 2,59.10^8\,(m/s)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: Coi tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 (m/s). Khi năng lượng của vật biến thiên 4,19 J thì khối lượng của vật biến thiên bao nhiêu?

A. $4,65.10^{-17}$ kg. B. $4,55.10^{-17}$ kg. C. $3,65.10^{-17}$ kg. D. $4,69.10^{-17}$ kg.

Hướng dẫn

$$\Delta m=\frac{\Delta E}{c^2}=4,65.10^{-17}\,(kg)\Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 4: Biết khối lượng của electron $9,1.10^{-31}$ (kg) và tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 (m/s). Có thể gia tốc cho electron đến động năng bằng bao nhiêu nếu độ tăng tương đối của khối lượng bằng 5%.

A. $8,2.10^{-14}$ J B. $8,7.10^{-14}$ J C. $4,1.10^{-15}$ J D. $8,7.10^{-16}$ J

Hướng dẫn

$$\begin{cases}\dfrac{m-m_0}{m_0}=0,05\\ W_d=mc^2-m_0c^2\end{cases}\Rightarrow W_d=m_0c^2\frac{m-m_0}{m_0}=4,1.10^{-15}\,(J)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: Biết khối lượng của electron $9,1.10^{-31}$ (kg) và tốc độ ánh sáng trong chân không c = 3.10^8 (m/s). Công cần thiết để tăng tốc một electron từ trạng thái nghỉ đến tốc độ 0,5c là

A. $8,2.10^{-14}$ J B. $1,267.10^{-14}$ J C. $1,267.10^{-15}$ J D. $8,7.10^{-16}$ J

Hướng dẫn

$$A = W_d = m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right) = 9,1.10^{-31}.\left(3.10^8\right)^2.\left(\frac{1}{\sqrt{1-0,5^2}}-1\right) \approx 1,267.10^{-14}\left(J\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: (CĐ - 2011) Theo thuyết tương đối, một êlectron có động năng bằng một nửa năng lượng nghỉ của nó thì êlectron này chuyển động với tốc độ bằng

A. $2,41.10^8$ m/s. B. $2,75.10^8$ m/s. C. $1,67.10^8$ m/s. D. $2,59.10^8$ m/s.

Hướng dẫn

$$W_d = \left(m-m_0\right)c^2 = 0,5mc^2 \Rightarrow m = 2m_0 \xrightarrow{m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}} \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow v = \frac{c\sqrt{3}}{2} \approx 2,59.10^8\left(m/s\right) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 7: Vận tốc của 1 êlectron tăng tốc qua hiệu điện thế 10^5 V là

A. $0,4.10^8$ m/s. B. $0,8.10^8$ m/s. C. $1,2.10^8$ m/s. D. $1,6.10^8$ m/s.

Hướng dẫn

$$|e|U = W_d = m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right) \Rightarrow v \approx 1,2.10^8\left(m/s\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chủ đề 13. PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT HẠT NHÂN

Phương pháp giải

Xét hạt nhân: ${}^{A}_{Z}X$

Độ hụt khối của hạt nhân:

$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_X = Zm_H + (A - Z)m_n - m_{X^*}$

Với m_{X^*} là khối lượng của nguyên tử X: $m_{X^*} = m_X + Zm_e$

và m_H là khối lượng của nguyên tử hidro: $m_H = m_P + m_e$

Năng lượng liên kết: $W_{lk} = \left[Zm_p + (A-Z)m_n - m_X \right]c^2$ Hay $W_{lk} = \Delta mc^2$

Năng lượng liên kết riêng $\varepsilon = \dfrac{W_{lk}}{A}$

Ví dụ 1: Xét đồng vị Côban ${}_{27}Co^{60}$ hạt nhân có khối lượng $m_{Co} = 59{,}934u$. Biết khối lượng của các hạt: $m_p = 1{,}007276u$; $m_n = 1{,}008665u$. Độ hụt khối của hạt nhân đó là

A. 0,401u. B. 0,302u. C. 0,548u. D. 0,544u.

Hướng dẫn

$\Delta m = 27m_p + (60 - 27)m_n - m_{Co} = 0{,}548u \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: Khối lượng của nguyên tử nhôm ${}_{13}Al^{27}$ là 26,9803u. Khối lượng của nguyên tử ${}_{1}H^{1}$ là 1,007825u, khối lượng của prôtôn là 1,00728u và khối lượng của nơtron là 1,00866u. Độ hụt khối của hạt nhân nhôm là

A. 0,242665u. B. 0,23558u. C. 0,23548u. D. 0,23544u.

Hướng dẫn

$\Delta m = 13m_H + 14m_n - m^*_{Al} = 13.1{,}007825u + 14.1{,}00866u - 26{,}9803u = 0{,}242665u$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 3: (CĐ 2007) Hạt nhân càng bền vững khi có

A. Số nuclôn càng nhỏ. B. Số nuclôn càng lớn.

C. Năng lượng liên kết càng lớn. D. Năng lượng liên kết riêng càng lớn.

Hướng dẫn

Hạt nhân càng bền vững khi có năng lượng liên kết riêng càng lớn $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 4: (CĐ 2007) Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết

A. Tính cho một nuclôn. B. Tính riêng cho hạt nhân ấy.

C. Của một cặp prôtôn-prôtôn. D. Của một cặp prôtôn-nơtrôn (nơtron).

Hướng dẫn

Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết tính cho một nuclôn

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 5: (ĐH – 2009) Giả sử hai hạt nhân X và Y có độ hụt khối bằng nhau và số nuclôn của hạt nhân X lớn hơn số nuclôn của hạt nhân Y thì

A. Hạt nhân Y bền vững hơn hạt nhân X.

B. Hạt nhân X bền vững hơn hạt nhân Y.

C. Năng lượng liên kết riêng của hai hạt nhân bằng nhau.

D. Năng lượng liên kết của hạt nhân X lớn hơn năng lượng liên kết của hạt nhân Y.

Hướng dẫn

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân Y lớn hơn năng lượng liên kết riêng của hạt nhân X nên hạt nhân Y bền hơn $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 6: (ĐH - 2010) Cho ba hạt nhân X, Y và Z có số nuclôn tương ứng là A_X, A_Y, A_Z với $A_X = 2A_Y = 0,5A_Z$. Biết năng lượng liên kết của từng hạt nhân tương ứng là ΔE_X, ΔE_Y, ΔE_Z với $\Delta E_Z < \Delta E_X < \Delta E_Y$. Sắp xếp các hạt nhân này theo thứ tự tính bền vững giảm dần là

A. Y, X, Z. B. Y, Z, X. C. X, Y, Z. D. Z, X, Y.

Hướng dẫn

Đặt $A_X = 2A_Y = 0,5A_Z = a$ thì $\begin{cases} \varepsilon_Y = \dfrac{\Delta E_Y}{A_Y} = \dfrac{\Delta E_Y}{0,5a} \\ \varepsilon_X = \dfrac{\Delta E_X}{A_X} = \dfrac{\Delta E_X}{a} \\ \varepsilon_Z = \dfrac{\Delta E_Z}{A_Z} = \dfrac{\Delta E_Z}{2a} \end{cases} \Rightarrow \varepsilon_Y > \varepsilon_X > \varepsilon_Z \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 7: (ĐH – 2010) Cho khối lượng của prôtôn; nơtron; ${}^{40}_{18}\text{Ar}$; ${}^{6}_{3}\text{Li}$ lần lượt là: 1,0073 u; 1,0087 u; 39,9525 u; 6,0145 u và 1 u = 931,5 MeV/c^2. So với năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{6}_{3}\text{Li}$ thì năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{40}_{18}\text{Ar}$

A. Lớn hơn một lượng là 5,20 MeV. B. Lớn hơn một lượng là 3,42 MeV.

C. Nhỏ hơn một lượng là 3,42 MeV. D. Nhỏ hơn một lượng là 5,20 MeV.

Hướng dẫn

Áp dụng công thức: $\varepsilon = \dfrac{W_{lk}}{A} = \dfrac{\left[Zm_p + (A-Z)m_n - m_X\right]c^2}{A}$

$$\begin{cases} \varepsilon_{Ar} = \dfrac{\left[18.1,0073 + (40-18)1,0087 - 39,9525\right]\overbrace{uc^2}^{931,5}}{40} = 8,62\left(MeV/nuclon\right) \\ \varepsilon_{Li} = \dfrac{\left[3.1,0073 + (6-3)1,0087 - 6,0145\right]\overbrace{uc^2}^{931,5}}{6} = 5,20\left(MeV/nuclon\right) \end{cases}$$

$\varepsilon_{Ar} - \varepsilon_{Li} = 8,62 - 5,20 = 3,42(MeV) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 8: (ĐH 2012) Các hạt nhân đoteri ${}_1^2H$; triti ${}_1^3H$, heli ${}_2^4He$ có năng lượng liên kết lần lượt là 2,22 MeV; 8,49 MeV và 28,16 MeV. Các hạt nhân trên được sắp xếp theo thứ tự giảm dần về độ bền vững của hạt nhân là

A. ${}_1^2H$; ${}_2^4He$; ${}_1^3H$.

B. ${}_1^2H$; ${}_1^3H$; ${}_2^4He$.

C. ${}_2^4He$; ${}_1^3H$; ${}_1^2H$.

D. ${}_1^3H$; ${}_2^4He$; ${}_1^2H$.

Hướng dẫn

Áp dụng công thức: $\varepsilon = \frac{W_{lk}}{A}$

$$\begin{cases} \varepsilon_{{}_1^2H} = \dfrac{2,22}{2} = 1,11(MeV/nuclon) \\ \varepsilon_{{}_1^3H} = \dfrac{8,49}{3} = 2,83(MeV/nuclon) \\ \varepsilon_{{}_2^4He} = \dfrac{28,16}{4} = 7,04(MeV/nuclon) \end{cases}$$

$\Rightarrow \varepsilon_{{}_2^4He} > \varepsilon_{{}_1^3H} > \varepsilon_{{}_1^2H} \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 9: (CĐ - 2012) Trong các hạt nhân: ${}_2^4He$, ${}_3^7Li$, ${}_{26}^{56}Fe$ và ${}_{92}^{235}U$, hạt nhân bền vững nhất là

A. ${}_{92}^{235}U$.

B. ${}_{26}^{56}Fe$.

C. ${}_3^7Li$.

D. ${}_2^4He$.

Hướng dẫn

Theo kết quả tính toán lý thuyết và thực nghiệm thì hạt nhân có khối lượng trung bình là bền nhất rồi đến hạt nhân nặng và kém bền nhất là hạt nhân nhẹ $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 10: Khi nói về lực hạt nhân, câu nào sau đây là **không** đúng?

A. Lực hạt nhân là lực tương tác giữa các prôtôn với prôtôn trong hạt nhân.

B. Lực hạt nhân là lực tương tác giữa các prôtôn với nơtrôn trong hạt nhân.

C. Lực hạt nhân là lực tương tác giữa các nơtron với nơtrôn trong hạt nhân.

D. Lực hạt nhân chính là lực điện, tuân theo định luật Culông.

Hướng dẫn

Lực hạt nhân khác bản chất với lực điện $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 11: Năng lượng liên kết là

A. Toàn bộ năng lượng của nguyên tử gồm động năng và năng lượng nghỉ.

B. Năng lượng tỏa ra khi các nuclon liên kết với nhau tạo thành hạt nhân.

C. Năng lượng toàn phần của nguyên tử tính trung bình trên số nuclon.

D. Năng lượng liên kết các electron và hạt nhân nguyên tử.

Hướng dẫn

Năng lượng liên kết là năng lượng tỏa ra khi các nuclon liên kết với nhau tạo thành hạt nhân $\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 12: Tìm phương án **sai**. Năng lượng liên kết hạt nhân bằng

A. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân đó nhân với tổng số nuclon trong hạt nhân.

B. Năng lượng tỏa ra khi các nuclon liên kết với nhau tạo thành hạt nhân đó.

C. Năng lượng tối thiểu để phá vỡ hạt nhân đó thành các nuclon riêng rẽ.

D. Năng lượng tối thiểu để phá vỡ hạt nhân đó.

Hướng dẫn

Năng lượng liên kết hạt nhân bằng năng lượng tối thiểu để phá vỡ hạt nhân đó thành các nuclon riêng rẽ $\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 13: (ĐH-2007) Cho: m_C = 12,00000 u; m_p = 1,00728 u; m_n = 1,00867 u; 1u = 1,66058.10^{-27} kg; 1 eV =1,6.10^{-19} J ; c = 3.10^8 m/s. Năng lượng tối thiểu để tách hạt nhân C12 thành các nuclôn riêng biệt bằng

A. 72,7 MeV. B. 89,4 MeV. C. 44,7 MeV. D. 8,94 MeV.

Hướng dẫn

$${}_6^{12}C\begin{cases}\text{có 6prôtôn}\\ \text{có 6nơtrôn}\end{cases}\Rightarrow W_{lk}=\Delta mc^2=\left(6m_p+6m_n-m_{C^{12}}\right)c^2=89,4\left(MeV\right)\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 14: Năng lượng liên kết của ${}_{10}Ne^{20}$ là 160,64 MeV. Khối lượng của nguyên tử ${}_1H^1$ là 1,007825u, khối lượng của prôtôn là 1,00728u và khối lượng của nơtron là 1,00866u. Coi 1u = 931,5 MeV/c^2. Khối lượng nguyên tử ứng với hạt nhân ${}_{10}Ne^{20}$ là

A. 19,986947u. B. 19,992397u. C. 19,996947u. D. 19,983997u.

Hướng dẫn

$$W_{lk}=\left[Zm_H+\left(A-Z\right)m_n-m_{Ne^{20}}\right]c^2$$

$$\Rightarrow\frac{160,64MeV}{c^2}=10.1,007825u+10.1,00866u-m_{Ne^{20}}\Rightarrow m_{Ne^{20}}=19,992397u$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Chú ý: Năng lượng toả ra khi tạo thành 1 hạt nhân X từ các prôtôn và nơtron chính bằng năng lượng liên kết $W_{lk}=\left[Zm_p+\left(A-Z\right)m_n-m\right]c^2$. *Năng lượng toả ra khi tạo thành n hạt nhân X từ các prôtôn và nơtron bằng* $Q = nW_{lk}$ *với* $n=\dfrac{\text{Số gam}}{\text{Khối lượng mol}}.N_A$.

Ví dụ 15: Tính năng lượng toả ra khi tạo thành 1 gam He4 từ các prôtôn và nơtron. Cho biết độ hụt khối hạt nhân He4 là Δm = 0,0304u; 1u = 931 (MeV/c^2); 1 MeV = 1,6.10^{-13} (J). Biết số Avôgađrô 6,02.10^{23}/mol, khối lượng mol của He4 là 4 g/mol.

A. 66.10^{10} (J). B. 66.10^{11} (J). C. 68.10^{10} (J). D. 68.10^{11} (J).

Hướng dẫn

$$Q = \frac{\text{Số gam}}{\text{Khối lượng mol}}.N_A.\Delta m.c^2 = \frac{1}{4}.6,02.10^{23}.0,0304.931.1,6.10^{13} \approx 68.10^{10}\left(J\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Nếu cho phương trình phản ứng hạt nhân để tìm năng lượng liên kết ta áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần: "Tổng năng lượng nghỉ và động năng trước bằng tổng năng lượng nghỉ và động năng sau" hoặc: "Tổng năng lượng nghỉ và năng lượng liên kết trước bằng tổng năng lượng nghỉ và năng lượng liên kết sau".

Ví dụ 16: Cho phản ứng hạt nhân: D + D $\rightarrow {}_2He^3 + {}_0n^1$. Xác định năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_2He^3$. Cho biết độ hụt khối của D là 0,0024u và tổng năng lượng nghỉ của các hạt trước phản ứng nhiều hơn tổng năng lượng nghỉ của các hạt sau phản ứng là 3,25 (MeV), $1uc^2 = 931$ (MeV).

A. 7,7187 (MeV). B. 7,7188 (MeV). C. 7,7189 (MeV). D. 7,7186 (MeV).

Hướng dẫn

$$2m_D c^2 + 2\underbrace{W_D}_{\Delta m_D c^2} = \left(m_{He} + m_n\right)c^2 + \underbrace{W_{He}}_{\Delta m_{He}c^2 = W_{lkHe}} + \underbrace{W_n}_{\Delta m_n c^2 = 0}$$

$$3,25 + 2.0,0024.uc^2 = W_{lkHe} + 0 \Rightarrow W_{lkHe} = 7,7188\left(MeV\right) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 17: Cho phản ứng hạt nhân: T + D $\rightarrow {}_2He^4$ + n. Xác định năng lượng liên kết riêng của hạt nhân T. Cho biết độ hụt khối của D là 0,0024u; năng lượng liên kết riêng của ${}_2He^4$ là 7,0756 (MeV/nuclon) và tổng năng lượng nghỉ các hạt trước phản ứng nhiều hơn tổng năng lượng nghỉ của các hạt sau phản ứng là 17,6 (MeV). Lấy $1uc^2 = 931$ (MeV).

A. 2,7187 (MeV/nuclon). B. 2,823 (MeV/nuclon).

C. 2,834 (MeV/nuclon). D. 2,7186 (MeV/nuclon).

Hướng dẫn

$$\left(m_T + m_D\right)c^2 + A_T\varepsilon_T + \Delta m_D c^2 = \left(m_{He} + m_n\right)c^2 + A_{He}\varepsilon_{He} + \underbrace{\Delta m_n}_{0}c^2$$

$$17,6 + 3.\varepsilon_T + 0,0024.uc^2 = 4.7,0756 + 0 \Rightarrow \varepsilon_T = 2,823\left(MeV\ /\ nuclon\right)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN NĂNG LƯỢNG PHẢN ỨNG HẠT NHÂN TỎA, THU

Phương pháp giải

Phản ứng hạt nhân: A + B $\rightarrow$ C + D

Xác định tên của các hạt nhân bằng cách dựa vào hai định luật bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối: $Z_A + Z_B = Z_C + Z_D$; $A_A + A_B = A_C + A_D$.

1) Năng lượng phản ứng hạt nhân

Năng lượng của phản ứng hạt nhân có thể được tính theo một trong ba cách sau:

Cách 1: Khi cho biết khối lượng của các hạt nhân trước và sau phản ứng:

$$\Delta E = \sum m_{\text{trước}} c^2 - \sum m_{sau} c^2$$

Cách 2: Khi cho biết động năng của các hạt trước và sau phản ứng:

$$\Delta E = \sum W_{sau} - \sum W_{\text{trước}}$$

Cách 3: Khi cho biết độ hụt khối của các hạt trước và sau phản ứng:

$$\Delta E = \sum \Delta m_{sau} c^2 - \sum \Delta m_{\text{trước}} c^2$$

Cách 4: Khi cho biết năng lượng liên kết hoặc năng lượng liên kết riêng của các hạt nhân trước và sau phản ứng.

$$\Delta E = \sum W_{l.Ksau} - \sum W_{\text{LKtrước}}$$

Nếu $\Delta E > 0$ thì toả nhiệt, $\Delta E < 0$ thì thu nhiệt.

Ví dụ 1: Dùng prôtôn bắn vào hạt nhân ${}_3Li^7$ thì thu được hai hạt nhân giống nhau X. Biết $m_P = 1{,}0073u$, $m_{Li} = 7{,}014u$, $m_X = 4{,}0015u$, $1u.c^2 = 931{,}5$ MeV. Phản ứng này thu hay toả bao nhiêu năng lượng ?

A. Phản ứng toả năng lượng, năng lượng toả ra là 12 MeV.

B. Phản ứng thu năng lượng, năng lượng cần cung cấp cho phản ứng là 12 MeV.

C. Phản ứng toả năng lượng, năng lượng toả ra là 17 MeV.

D. Phản ứng thu năng lượng, năng lượng cần cung cấp cho phản ứng là 17 MeV.

Hướng dẫn

$$\Delta E = \left(m_p + m_{Li} - 2m_X\right)c^2$$

$$= \left(1{,}0073 + 7{,}014 - 2.4{,}0015\right)uc^2 = 0{,}0183.931{,}5 \approx 17\left(MeV\right) > 0 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 2: (CĐ 2007) Xét một phản ứng hạt nhân: ${}_1^2H + {}_1^2H \rightarrow {}_2^3He + {}_0^1n$. Biết khối lượng của các hạt nhân: $m_H = 2{,}0135u$; $m_{He} = 3{,}0149u$; $m_n = 1{,}0087u$; $1u = 931\ MeV/c^2$. Năng lượng phản ứng trên toả ra là

A. 7,4990 MeV. B. 2,7390 MeV. C. 1,8820 MeV. D. 3,1654 MeV.

Hướng dẫn

$$\Delta E = \left[\left(\sum m\right)_{\text{trước}} - \left(\sum m\right)_{\text{sau}}\right]c^2$$

$$= \left(2.2{,}0135 - 3{,}0149 - 1{,}0087\right) \underbrace{uc^2}_{931MeV} = 3{,}1654\left(MeV\right) > 0 \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 3: Tính năng lượng cần thiết để tách hạt nhân ${}_8O^{16}$ thành 4 hạt nhân Hêli. Cho khối lượng của các hạt: $m_O = 15{,}9949$ u; $m_\alpha = 4{,}0015u$; $1u.c^2 = 931{,}5$ MeV.

A. 10,34 MeV B. 12,04 MeV C. 10,38 MeV D. 13,2 MeV

Hướng dẫn

$$\begin{cases} {}_8^{16}O \rightarrow 4.{}_2^4He \\ \Delta E = \left(m_O - 4m_{He}\right)c^2 = \left(15{,}9949 - 4.4{,}0015\right)uc^2 \approx -10{,}34(MeV) < 0 \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 4: Xét phản ứng hạt nhân: D + Li → n + X. Cho động năng của các hạt D, Li, n và X lần lượt là: 4 (MeV); 0; 12 (MeV) và 6 (MeV). Lựa chọn các phương án sau:

A. Phản ứng thu năng lượng 14 MeV. B. Phản ứng thu năng lượng 13 MeV.

C. Phản ứng toả năng lượng 14 MeV. D. Phản ứng toả năng lượng 13 MeV.

Hướng dẫn

$$\Delta E = \left(\sum W\right)_{\text{sau}} - \left(\sum W\right)_{\text{trước}} = 12 + 6 - 0 - 4 = 14(MeV) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 5: (ĐH-2009) Cho phản ứng hạt nhân: ${}_1^3T + {}_1^2D \rightarrow {}_2^4He + X$. Lấy độ hụt khối của hạt nhân T, hạt nhân D, hạt nhân He lần lượt là 0,009106 u; 0,002491 u; 0,030382 u và 1u = 931,5 MeV/c^2. Năng lượng tỏa ra của phản ứng xấp xỉ bằng

A. 15,017 MeV B. 200,025 MeV C. 17,498 MeV D. 21,076 MeV

Hướng dẫn

$$\Delta E = \sum \left(\Delta m_{sau} - \Delta m_{truoc}\right)c^2 = \left(\Delta m_{He} + 0 - \Delta m_T - \Delta m_D\right)c^2 = 17,498(MeV)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 6: Tìm năng lượng tỏa ra khi một hạt nhân U234 phóng xạ tia α và tạo thành đồng vị Thôri Th230. Cho các năng lượng liên kết riêng của hạt α là 7,1 MeV/nuclôn, của U234 là 7,63 MeV/nuclôn, của Th230 là 7,7 MeV/nuclôn.

A. 13,98 MeV. B. 10,82 MeV. C. 11,51 MeV. D. 17,24 MeV.

Hướng dẫn

$$\Delta E = \sum \left(W_{lk}\right)_s - \sum \left(W_{lk}\right)_t = \varepsilon_\alpha A_\alpha + \varepsilon_{Th} A_{Th} - \varepsilon_U A_U$$

$$= 7,1.4 + 7,7.230 - 7,63.234 = 13,98\left(MeV\right) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

2) Năng lượng hạt nhân

Nếu phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng thì năng lượng tỏa ra dưới dạng động năng của các hạt sản phẩm và năng lượng phô tôn γ. Năng lượng tỏa ra đó thường được gọi là năng lượng hạt nhân.

Năng lượng do 1 phản ứng hạt nhân tỏa ra là

$$\Delta E = \sum m_{\text{trước}} c^2 - \sum m_{sau} c^2 > 0.$$

Năng lượng do N phản ứng là Q = NΔE.

Nếu cứ 1 phản ứng có k hạt X thì số phản ứng $N = \frac{1}{k} N_X = \frac{1}{k} \frac{m_X}{A_X} N_A$

Ví dụ 1: (CĐ-2010) Cho phản ứng hạt nhân ${}_1H^2 + {}_1H^3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1 + 17,6$ MeV. Biết số Avôgađrô $6,02.10^{23}$/mol, khối lượng mol của He4 là 4 g/mol và 1 MeV = $1,6.10^{-13}$ (J). Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 1 g khí heli xấp xỉ bằng

A. $4,24.10^8$J. B. $4,24.10^5$J. C. $5,03.10^{11}$J. D. $4,24.10^{11}$J.

Hướng dẫn

$$Q = Số\ phản\ ứng.\Delta E = \frac{Số\ gam\ He}{Khối\ lượng\ mol}.N_A\Delta E$$

$$Q = \frac{1(g)}{4(g)}.6,02.10^{23}.17,6.1,6.10^{-13} \approx 4,24.10^{11}(J) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: (ĐH-2012) Tổng hợp hạt nhân heli ${}_2^4He$ từ phản ứng hạt nhân ${}_1^1H + {}_3^7Li \rightarrow {}_2^4He + X$. Mỗi phản ứng trên tỏa năng lượng 17,3 MeV. Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 0,5 mol heli là

A. $1,3.10^{24}$ MeV. B. $2,6.10^{24}$ MeV. C. $5,2.10^{24}$ MeV. D. $2,4.10^{24}$ MeV.

Hướng dẫn

Viết đầy đủ phương trình phản ứng hạt nhân ta nhận thấy X cũng là ${}_2^4He$:

${}_1^1H + {}_3^7Li \rightarrow {}_2^4He + {}_2^4X$

Vì vậy, cứ mỗi phản ứng hạt nhân có 2 hạt ${}_2^4He$ tạo thành. Do đó, số phản ứng hạt nhân bằng một nửa số hạt ${}_2^4He$:

$$Q = Số\ phản\ ứng.\Delta E = \frac{1}{2}Số\ hạt\ He.\ \Delta E$$

$$Q = \frac{1}{2}.0,5.6,023.10^{23}.17,3 \approx 2,6.10^{24}(MeV) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

3) Phôtôn tham gia phản ứng

Giả sử hạt nhân A đứng yên hấp thụ phô tôn gây ra phản ứng hạt nhân:

$\gamma + A \rightarrow B + C$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$\varepsilon + m_Ac^2 = (m_B + m_C)c^2 + (W_B + W_C), \text{ với } \varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

Ví dụ 1: Dưới tác dụng của bức xạ gamma, hạt nhân C12 đứng yên tách thành các hạt nhân He4. Tần số của tia gama là 4.10^{21} Hz. Các hạt hêli có cùng động năng. Cho m_C = 12,000u; m_{He} = 4,0015u, 1 uc^2 = 931 (MeV), h = $6,625.10^{-34}$ (Js). Tính động năng mỗi hạt hêli.

A. $5,56.10^{-13}$J. B. $4,6.10^{-13}$ J. C. $6,6.10^{-13}$ J. D. $7,56.10^{-13}$ J.

Hướng dẫn

$\gamma + {}_6^{12}C \rightarrow {}_2^4He + {}_2^4He + {}_2^4He$

$hf + m_Cc^2 = 3m_{He}c^2 + 3W \Rightarrow W = 6,6.10^{-13}(J) \Rightarrow \text{Chọn C.}$

Chú ý: Nếu phản ứng thu năng lượng $\Delta E = \sum m_{trước}c^2 - \sum m_{sau}c^2 < 0$ *thì năng lượng tối thiểu của phôtôn cần thiết để phản ứng thực hiện được là* $\varepsilon_{min} = -\Delta E$.

Ví dụ 2: Để phản ứng ${}_4Be^9 + \gamma \to 2.\alpha + {}_0n^1$ có thể xảy ra, lượng tử γ phải có năng lượng tối thiểu là bao nhiêu? Cho biết, hạt nhân Be đứng yên, $m_{Be} = 9{,}01218u$; $m_\alpha = 4{,}0026u$; $m_n = 1{,}0087u$; $1uc^2 = 931{,}5$ MeV.

A. 2,53 MeV. B. 1,44 MeV. C. 1,75 MeV. D. 1,6 MeV.

Hướng dẫn

$\Delta E = m_{Be}c^2 - 2m_\alpha c^2 - m_n c^2 = -1{,}6(MeV) \Rightarrow \varepsilon_{\min} = -\Delta E = 1{,}6(MeV) \Rightarrow$ Chọn D.

3. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN PHẢN ỨNG HẠT NHÂN KÍCH THÍCH

Phương pháp giải

Dùng hạt nhẹ A (gọi là đạn) bắn phá hạt nhân B đứng yên (gọi là bia):

$A + B \to C + D$ (nếu bỏ qua bức xạ gama)

Đạn thường dùng là các hạt phóng xạ, ví dụ: $\begin{cases} {}_2^4\alpha + {}_7^{14}N \to {}_8^{17}O + {}_1^1H \\ {}_2^4\alpha + {}_{13}^{27}Al \to {}_{15}^{30}P + {}_0^1n \end{cases}$

Để tìm động năng, vận tốc của các hạt dựa vào hai định luật bảo toàn động lượng và bảo toàn năng lượng: $\begin{cases} m_A\vec{v}_A = m_C\vec{v}_C + m_D\vec{v}_D \\ \Delta E = (m_A + m_B - m_C - m_D)c^2 = W_C + W_D - W_A \end{cases}$

1) Tổng động năng của các hạt sau phản ứng

Ta tính $\Delta E = (m_A + m_B - m_C - m_D)c^2$

Tổng động năng của các hạt tạo thành: $W_C + W_D = \Delta E + W_A$

Ví dụ 1: Một hạt α có động năng 3,9 MeV đến đập vào hạt nhân ${}_3Al^{27}$ đứng yên gây nên phản ứng hạt nhân $\alpha + {}_{13}Al^{27} \to n + {}_{15}P^{30}$. Tính tổng động năng của các hạt sau phản ứng. Cho $m_\alpha = 4{,}0015u$; $m_n = 1{,}0087u$; $m_{Al} = 26{,}97345u$; $m_P = 29{,}97005u$; $1uc^2 = 931$ (MeV).

A. 17,4 (MeV). B. 0,54 (MeV). C. 0,5 (MeV). D. 0,4 (MeV).

Hướng dẫn

Cách 1: $\Delta E = (m_\alpha + m_{Al} - m_n - m_P)c^2 \approx -3{,}5(MeV)$

$\Rightarrow W_n + W_P = W_\alpha + \Delta E = 0{,}4(MeV) \Rightarrow$ Chọn D.

Cách 2: Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$(m_\alpha + m_{Al})c^2 + W_\alpha = (m_n + m_P)c^2 + (W_n + W_P)$

$\Rightarrow W_n + W_P = W_\alpha + (m_\alpha + m_{Al} - m_n - m_P)c^2 = 0{,}4(MeV)$

Ví dụ 2: Dùng proton có động năng 5,45 (MeV) bắn phá hạt nhân Be9 đứng yên tạo ra hai hạt nhân mới là hạt nhân Li6 hạt nhân X. Biết động động năng của hạt nhân Li là 3,05 (MeV). Cho khối lượng của các hạt nhân: $m_{Be} = 9{,}01219u$; $m_p = 1{,}0073u$; $m_{Li} = 6{,}01513u$; $m_X = 4{,}0015u$; $1uc^2 = 931$ (MeV). Tính động năng của hạt X.

A. 8,11 MeV. B. 5,06 MeV. C. 5,07 MeV. D. 5,08 MeV.

Hướng dẫn

$$\begin{cases}\Delta E=\left(m_p+m_{Be}-m_{Li}-m_X\right)c^2=2,66\left(MeV\right)\\ \underbrace{\Delta E}_{2,6}=\underbrace{W_{Li}}_{3,05}+W_X-\underbrace{W_p}_{5,45}\Rightarrow W_X=W_p+\Delta E-W_{Li}=5,06\left(MeV\right)\end{cases}\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: Nếu phản ứng thu năng lượng $\Delta E=\sum m_{\text{trước}}c^2-\sum m_{sau}c^2<0$ *thì động năng tối thiểu của hạt đạn A cần thiết để phản ứng thực hiện là* $W_{Amin}=-\Delta E$.

Ví dụ 3: Hạt α có động năng 7,7 MeV đến va chạm với hạt nhân $_7N^{14}$ đứng yên, gây ra phản ứng: $\alpha+{}_7N^{14}\rightarrow {}_1H^1+X$. Cho biết khối lượng các hạt nhân: m_α = 4,0015u; m_p = 1,0073u; m_N = 13,9992u; m_X = 16,9947u; $1uc^2$ = 931 (MeV). Động năng tối thiểu của hạt α để phản ứng xảy ra là

A. 1,21 MeV. B. 1,32 MeV. C. 1,24 MeV. D. 2 MeV.

Hướng dẫn

Cách 1: $\Delta E=\left(m_\alpha+m_N-m_H-m_X\right)c^2=-1,21\left(MeV\right)$

$\Rightarrow \left(W_\alpha\right)_{min}=-\Delta E=1,21\left(MeV\right)\Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2: Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần

$$W_\alpha+\left(m_\alpha+m_N\right)c^2=\left(m_H+m_X\right)c^2+W_H+W_X$$

$$\Rightarrow \left(W_\alpha\right)_{min}+\left(m_\alpha+m_N\right)c^2=\left(m_H+m_X\right)c^2+\underbrace{W_H+W_X}_{0}\Rightarrow \left(W_\alpha\right)_{min}\approx 1,21\left(MeV\right)$$

2) Tỉ số động năng

+ Nếu cho biết $\frac{W_C}{W_D}=b\cup\frac{W_C}{W_A}=b$ thì chỉ cần sử dụng thêm định luật bảo toàn năng lượng: $W_A+\left(m_A+m_B\right)c^2=W_C+W_D+\left(m_C+m_D\right)c^2\Leftrightarrow W_C+W_D=W_A+\Delta E$

+ Giải hệ: $\begin{cases}\frac{W_C}{W_D}=b\\ W_C+W_D=W_A+\Delta E\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}W_C=\left(W_A+\Delta E\right)\frac{b}{b+1}\\ W_D=\left(W_A+\Delta E\right)\frac{1}{b+1}\end{cases}$

Ví dụ 1: Hạt α có động năng 6,3 (MeV) bắn vào một hạt nhân $_4Be^9$ đứng yên, gây ra phản ứng: $\alpha+{}_4Be^9\rightarrow {}_6C^{12}+n$. Cho biết phản ứng tỏa ra một năng lượng 5,7 (MeV), động năng của hạt C gấp 5 lần động năng hạt n. Động năng của hạt nhân n là

A. 9,8 MeV. B. 9 MeV. C. 10 MeV. D. 2 MeV.

Hướng dẫn

$$\begin{cases}W_C+W_n=\underbrace{\Delta E}_{+5,7}+\underbrace{W_\alpha}_{6,3}=12\\ W_C=5W_n\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}W_n=\frac{1}{6}.12=2\left(MeV\right)\\ W_C=\frac{5}{6}.12=10\left(MeV\right)\end{cases}\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Bắn một hạt α có động năng 4,21 MeV vào hạt nhân nito đang đứng yên gây ra phản ứng: ${}_7N^{14} + \alpha \rightarrow {}_8O^{17} + p$. Biết phản ứng này thu năng lượng là 1,21 MeV và động năng của hạt O gấp 2 lần động năng hạt p. Động năng của hạt nhân p là

A. 1,0 MeV. B. 3,6 MeV. C. 1,8 MeV. D. 2,0 MeV.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} W_O + W_p = \underbrace{\Delta E}_{-1,21} + \underbrace{W_\alpha}_{4,21} = 3 \\ W_O = 2W_p \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_p = \frac{1}{3}.3 = 1(MeV) \\ W_O = \frac{2}{3}.3 = 2(MeV) \end{cases} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Bình luận thêm: Để tìm tốc độ của hạt p ta xuất phát từ $W_p = \frac{1}{2}m_p v_p^2$

$\Rightarrow v_p = \sqrt{\frac{2W_p}{m_p}}$, thay W_p = 1 MeV và m_p = 1,0073u ta được:

$$v_p = \sqrt{\frac{2W_p}{m_p}} = \sqrt{\frac{2.1.1,6.10^{-13}}{1,0073.1,66058.10^{-27}}} \approx 13,8.10^6 (m/s)$$

Chú ý: Nếu hai hạt sinh ra có cùng động năng thì $W_C = W_D = \frac{W_A + \Delta E}{2}$

Ví dụ 3: (CĐ-2010) Dùng hạt prôtôn có động năng 1,6 MeV bắn vào hạt nhân liti (${}_3Li^7$) đứng yên. Giả sử sau phản ứng thu được hai hạt giống nhau có cùng động năng và không kèm theo tia γ. Biết năng lượng tỏa ra của phản ứng là 17,4 MeV. Động năng của mỗi hạt sinh ra là

A. 19,0 MeV. B. 15,8 MeV. C. 9,5 MeV. D. 7,9 MeV.

Hướng dẫn

Cách 1: $W_X = \frac{\Delta E + W_p}{2} = \frac{17,4 + 1,6}{2} = 9,5(MeV) \Rightarrow$ Chọn C.

Cách 2: $\left(m_p c^2 + m_{Li} c^2\right) + W_p + W_{Li} = 2m_X c^2 + 2W_X$

$$\underbrace{\left(m_p c^2 + m_{Li} c^2\right) - 2m_X c^2}_{\Delta E = 17,4} + \underbrace{W_p}_{1,6} + \underbrace{W_{Li}}_{0} = 2W_X \Rightarrow W_X = 9,5(MeV)$$

Chú ý: Nếu cho biết tỉ số tốc độ của các hạt ta suy ra tỉ số động năng.

Ví dụ 4: Cho hạt proton có động năng 1,2 (MeV) bắn phá hạt nhân ${}_3Li^7$ đang đứng yên tạo ra 2 hạt nhân X giống nhau nhưng tốc độ chuyển động thì gấp đôi nhau. Cho biết phản ứng tỏa ra một năng lượng 17,4 (MeV) và không sinh ra bức xạ γ. Động năng của hạt nhân X có tốc độ lớn hơn là

A. 3,72 MeV. B. 6,2 MeV. C. 12,4 MeV. D. 14,88 MeV.

Hướng dẫn

Nếu $v_1 = 2v_2$ thì $W_{X1} = 4W_{X2}$.

$$\begin{cases} W_{X1}+W_{X2}=\underbrace{\Delta E}_{+17,4}+\underbrace{W_p}_{1,2}=18,6 \\ W_{X1}=4W_{X2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_{X2}=\frac{1}{5}.18,6=3,72(MeV) \\ W_{X1}=\frac{4}{5}.18,6=14,88(MeV) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 5: Hạt A có động năng W_A bắn vào một hạt nhân B đứng yên, gây ra phản ứng: A + B $\rightarrow$ C + D. Hai hạt sinh ra có cùng độ lớn vận tốc và khối lượng lần lượt là m_C và m_D. Cho biết tổng năng lượng nghỉ của các hạt trước phản ứng nhiều hơn tổng năng lượng nghỉ của các hạt sau phản ứng là ΔE và không sinh ra bức xạ γ. Tính động năng của hạt nhân C.

A. $W_C = m_D(W_A + \Delta E)/(m_C + m_D)$. B. $W_C = (W_A + \Delta E).(m_C + m_D)/m_C$.

C. $W_C = (W_A + \Delta E).(m_C + m_D)/m_D$. D. $W_C = m_C(W_A + \Delta E)/(m_C + m_D)$.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \frac{W_C}{W_D}=\frac{\frac{m_C.v_C^2}{2}}{\frac{m_D.v_D^2}{2}}=\frac{m_C}{m_D} \\ W_C+W_D=W_A+\Delta E \end{cases} \Rightarrow W_C=(W_A+\Delta E)\frac{m_C}{m_C+m_D} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

3) Quan hệ véc tơ vận tốc

Nếu cho $\vec{v}_C = a.\vec{v}_D \cup \vec{v}_C = a.\vec{v}_A$ thay trực tiếp vào định luật bảo toàn động lượng $m_A\vec{v}_A = m_C\vec{v}_C + m_D\vec{v}_D$ để biểu diễn $\vec{v}_C, \vec{v}_D$ theo $\vec{v}_A$ và lưu ý $W=\frac{mv^2}{2}$

$\Rightarrow \boxed{(mv)^2 = 2mW}$. Biểu diễn W_C và W_D theo W_A rồi thay vào công thức:

$\Delta E = W_C + W_D - W_A$ và từ đây sẽ giải quyết được 2 bài toán:

- Cho W_A tính ΔE
- Cho ΔE tính W_A

Ví dụ 1: Hạt A có động năng W_A bắn vào một hạt nhân B đứng yên, gây ra phản ứng: A + B $\rightarrow$ C + D và không sinh ra bức xạ γ. Véc tơ vận tốc hạt C gấp k lần véc tơ vận tốc hạt D. Bỏ qua hiệu ứng tương đối tính. Tính động năng của hạt C và hạt D.

Hướng dẫn

$$m_A\vec{v}_A = m_C\vec{v}_C + m_D\vec{v}_D \xrightarrow{\vec{v}_C=k\vec{v}_D} \begin{cases} \vec{v}_D=\frac{m_A\vec{v}_A}{km_C+m_D} \Rightarrow v_D^2=\frac{2m_AW_A}{(km_C+m_D)^2} \\ \vec{v}_C=\frac{km_A\vec{v}_A}{km_C+m_D} \Rightarrow v_C^2=k^2\frac{2m_AW_A}{(km_C+m_D)^2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} W_C = \frac{1}{2}m_C v_C^2 = k^2 \frac{m_C m_A W_A}{(km_C + m_D)^2} \\ W_D = \frac{1}{2}m_D v_D = \frac{m_D m_A W_A}{(km_C + m_D)^2} \end{cases}$$

Năng lượng phản ứng hạt nhân: $\Delta E = W_C + W_D - W_A$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta E = \left(\frac{k^2 m_C m_A}{(km_C + m_D)^2} + \frac{m_D m_A}{(km_C + m_D)^2} - 1 \right) W_A} \begin{cases} \text{Cho } W_A \text{ tính được } \Delta E \\ \text{Cho } \Delta E \text{ tính được } W_A \end{cases}$$

Ví dụ 2: Bắn hạt α vào hạt nhân $_7N^{14}$ đứng yên có phản ứng: $_7N^{14} + \alpha \rightarrow {}_8O^{17} + p$. Các hạt sinh ra có cùng véctơ vận tốc. Cho khối lượng hạt nhân (đo bằng đơn vị u) xấp xỉ bằng số khối của nó. Tỉ số tốc độ của hạt nhân ô xi và tốc độ hạt α là

A. 2/9. B. 3/4. C. 17/81. D. 4/21.

Hướng dẫn

$$m_\alpha \vec{v}_\alpha = m_O \vec{v}_O + m_p \vec{v}_p \xrightarrow{\vec{v}_O = \vec{v}_p} \vec{v}_O = \vec{v}_p = \frac{m_\alpha}{m_O + m_p}\vec{v}_\alpha = \frac{4}{17+1}\vec{v}_\alpha = \frac{2}{9}\vec{v}_\alpha$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 3: Bắn hạt α vào hạt nhân $_7N^{14}$ đứng yên có phản ứng: $_7N^{14} + {}_2\alpha^4 \rightarrow {}_8O^{17} + {}_1p^1$. Các hạt sinh ra có cùng véctơ vận tốc. Cho khối lượng hạt nhân (đo bằng đơn vị u) xấp xỉ bằng số khối của nó. Tỉ số động năng của hạt nhân ô xi và động năng hạt α là

A. 2/9. B. 3/4. C. 17/81. D. 1/81.

Hướng dẫn

$$m_\alpha \vec{v}_\alpha = m_O \vec{v}_O + m_p \vec{v}_p \Rightarrow \vec{v}_O = \vec{v}_p = \frac{m_\alpha \vec{v}_\alpha}{m_O + m_p}$$

$$\Rightarrow W_O = \frac{m_O v_O^2}{2} = m_O \frac{m_\alpha W_\alpha}{(m_O + m_p)^2} = 17.\frac{4.W_\alpha}{(17+1)^2} = \frac{17}{81}W_\alpha \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 4: Bắn hạt α vào hạt nhân nitơ N14 đứng yên, xảy ra phản ứng tại thành một hạt nhân oxi và một hạt proton. Biết rằng hai hạt sinh ra có véctơ vận tốc như nhau, phản ứng thu năng lượng 1,21 (MeV). Cho khối lượng của các hạt nhân thỏa mãn: $m_O m_\alpha = 0{,}21(m_O + m_P)^2$ và $m_p m_\alpha = 0{,}012(m_O + m_P)^2$. Động năng hạt α là

A. 1,555 MeV. B. 1,656 MeV. C. 1,958 MeV. D. 2,559 MeV.

Hướng dẫn

$${}_2^4He + {}_7^{14}N \rightarrow {}_8^{17}O + {}_1^1H;\ m_\alpha \vec{v}_\alpha = m_O \vec{v}_O + m_p \vec{v}_p \xrightarrow{\vec{v}_O = \vec{v}_p} \vec{v}_O = \vec{v}_p = \frac{m_\alpha \vec{v}_\alpha}{m_O + m_p}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} W_O = \dfrac{1}{2}m_O v_O^2 = \dfrac{m_O m_\alpha}{\left(m_O + m_p\right)^2} W_\alpha = 0,21 W_\alpha \\ W_p = \dfrac{1}{2}m_p v_p^2 = \dfrac{m_p m_\alpha}{\left(m_O + m_p\right)^2} W_\alpha = 0,012 W_\alpha \end{cases}$$

Ta có: $\underbrace{\Delta E}_{-1,21} = \underbrace{W_O}_{0,21W_\alpha} + \underbrace{W_p}_{0,012W_\alpha} - W_\alpha \Rightarrow W_\alpha \approx 1,555(MeV)$

$\Rightarrow$ Chọn A.

4) Phương chuyển động của các hạt

a) Các hạt tham gia có động năng ban đầu không đáng kể

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho phản ứng: $A + B \to C + D$ (nếu bỏ qua bức xạ gama): $\underbrace{m_A \vec{v}_A}_{0} = m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D \Rightarrow \begin{cases} m_C \vec{v}_C = -m_D \vec{v}_D \\ m_C W_C = m_D W_D \end{cases}$

Chứng tỏ hai hạt sinh ra chuyển động theo hai hướng ngược nhau, có tốc độ và động năng tỉ lệ nghịch với khối lượng.

Mặt khác: $W_C + W_D = \Delta E + W_A$ nên $\begin{cases} W_C = \dfrac{m_D}{m_C + m_D}\left(\Delta E + W_A\right) \\ W_D = \dfrac{m_C}{m_C + m_D}\left(\Delta E + W_A\right) \end{cases}$

Ví dụ 1: Phản ứng hạt nhân: ${}_1H^2 + {}_1H^3 \to {}_2He^4 + {}_0n^1$ toả ra năng lượng 17,6 MeV. Giả sử ban đầu động năng các hạt không đáng kể. Coi khối lượng xấp xỉ số khối. Động năng của ${}_0n^1$ là

A. 10,56 MeV. B. 7,04 MeV. C. 14,08 MeV. D. 3,52 MeV.

Hướng dẫn

$\vec{0} = m_\alpha \vec{v}_\alpha + m_n \vec{v}_n \Rightarrow \left(m_\alpha \vec{v}_\alpha\right)^2 = \left(-m_n \vec{v}_n\right)^2 \Rightarrow m_\alpha W_\alpha = m_n W_n \Rightarrow W_\alpha = 0,25 W_n$

$\underbrace{\Delta E}_{+17,6} = \underbrace{W_\alpha}_{0,25W_n} + W_n \Rightarrow W_n \approx 14,08(MeV) \Rightarrow$ Chọn C.

b) Các hạt chuyển động theo hai phương vuông góc với nhau

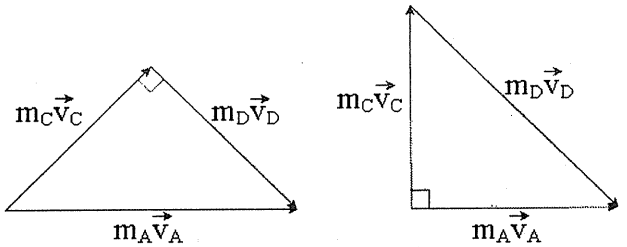
$W = \dfrac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow 2mW = m^2v^2 \Rightarrow mv = \sqrt{2mW}$

$m_A \vec{v}_A = m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D$

* Nếu $\vec{v}_C \perp \vec{v}_D$ thì $\left(m_A v_A\right)^2 = \left(m_C v_C\right)^2 + \left(m_D v_D\right)^2 \Rightarrow m_A W_A = m_C W_C + m_D W_D$

* Nếu $\vec{v}_C \perp \vec{v}_A$ thì $\left(m_D v_D\right)^2 = \left(m_C v_C\right)^2 + \left(m_A v_A\right)^2 \Rightarrow m_D W_D = m_C W_C + m_A W_A$

Sau đó, kết hợp với phương trình: $\Delta E = W_C + W_D - W_A$



Có thể tìm ra các hệ thức trên bằng cách bình phương vô hướng đẳng thức véctơ:

+ Nếu cho $\vec{v}_C \perp \vec{v}_D$ thì bình phương hai vế $m_A\vec{v}_A = m_C\vec{v}_C + m_D\vec{v}_D$:

$m_C^2v_C^2 + m_D^2v_D^2 + 2.m_Cm_Dv_Cv_D\cos 90^0 = m_A^2v_A^2 \Leftrightarrow m_CW_C + m_DW_D = m_AW_A$

+ Nếu cho $\vec{v}_C \perp \vec{v}_A$ viết lại $m_A\vec{v}_A = m_C\vec{v}_C + m_D\vec{v}_D$ thành $m_A\vec{v}_A - m_C\vec{v}_C = m_D\vec{v}_D$ bình phương hai vế:

$m_A^2v_A^2 + m_C^2v_C^2 - 2.m_Cm_Av_Cv_A\cos 90^0 = m_D^2v_D^2 \Leftrightarrow m_AW_A + m_CW_C = m_DW_D$

Ví dụ 1: Hạt nhân α có động năng 5,3 (MeV) bắn phá hạt nhân ${}_4Be^9$ đứng yên và gây ra phản ứng: ${}_4Be^9 + \alpha \rightarrow n + X$. Hai hạt sinh ra có phương vectơ vận tốc vuông góc với nhau. Cho biết tổng năng lượng nghỉ của các hạt trước phản ứng nhiều hơn tổng năng lượng nghỉ của các hạt sau phản ứng là 5,6791 MeV, khối lượng của các hạt: $m_\alpha = 3{,}968m_n$; $m_X = 11{,}8965m_n$. Động năng của hạt X là

A. 0,92 MeV. B. 0,95 MeV. C. 0,84 MeV. D. 0,75 MeV.

Hướng dẫn

Vì hai hạt sinh ra chuyển động vuông góc với nhau nên:

$m_nW_n + m_XW_X = m_\alpha W_\alpha$

$$\begin{cases} m_nW_n + m_XW_X = m_\alpha W_\alpha \\ \Delta E = W_n + W_X - W_\alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_nW_n + 11{,}8965m_nW_X = 3{,}968m_n.5{,}3 \\ 5{,}6791 = W_n + W_X - 5{,}3 \end{cases}$$

$\Rightarrow W_X \approx 0{,}92(MeV) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: (ĐH-2010) Dùng một prôtôn có động năng 5,45 MeV bắn vào hạt nhân ${}_4Be^9$ đang đứng yên. Phản ứng tạo ra hạt nhân X và hạt α. Hạt α bay ra theo phương vuông góc với phương tới của prôtôn và có động năng 4 MeV. Khi tính động năng của các hạt, lấy khối lượng các hạt tính theo đơn vị khối lượng nguyên tử bằng số khối của chúng. Năng lượng tỏa ra trong các phản ứng này bằng

A. 4,225 MeV. B. 1,145 MeV. C. 2,125 MeV. D. 3,125 MeV.

Hướng dẫn

${}_1^1H + {}_4^9Be \rightarrow {}_2^4\alpha + {}_3^6X$. Hạt α bay ra theo phương vuông góc với phương tới của prôtôn nên: $m_HW_H + m_\alpha W_\alpha = m_XW_X \Rightarrow 1.5{,}45 + 4.4 = 6.W_X$

$\Rightarrow W_X = 3{,}575(MeV)$

Năng lượng phản ứng:

$\Delta E = W_\alpha + W_X - W_H - W_{Be} = 4 + 3,575 - 5,45 - 0 = 2,125(MeV) > 0 \Rightarrow$ Chọn C.

Kinh nghiệm giải nhanh:

* Nếu $\vec{v}_C \perp \vec{v}_D$ thì $m_C W_C + m_D W_D = m_A W_A$

* Nếu $\vec{v}_C \perp \vec{v}_A$ thì $m_C W_C + m_A W_A = m_D W_D$

Sau đó, kết hợp với $\Delta E = W_C + W_D - W_A$

Với mỗi bài toán cụ thể, phải xác định rõ đâu là hạt A, hạt B, hạt C và hạt D.

c) Các hạt chuyển động theo hai phương bất kì

* Nếu $\varphi_{CD} = (\vec{v}_C; \vec{v}_D)$ thì $m_C W_C + m_D W_D + 2\cos\varphi_{CD}\sqrt{m_C W_C}\sqrt{m_D W_D} = m_A W_A$

* Nếu $\varphi_{CA} = (\vec{v}_C; \vec{v}_A)$ thì $m_C W_C + m_A W_A - 2\cos\varphi_{CA}\sqrt{m_C W_C}\sqrt{m_A W_A} = m_D W_D$

Sau đó, kết hợp với $\Delta E = W_C + W_D - W_A$

Thật vậy:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D = m_A \vec{v}_A \Leftrightarrow m_C \vec{v}_C - m_A \vec{v}_A = m_D \vec{v}_D$

* Nếu cho $\varphi_{CD} = (\vec{v}_C, \vec{v}_D)$ thì bình phương hai vế $m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D = m_A \vec{v}_A$:

$m_C^2 v_C^2 + m_D^2 v_D^2 + 2m_C m_D v_C v_D \cos\varphi_{CD} = m_A^2 v_A^2$

$\Leftrightarrow m_C W_C + m_D W_D + 2\sqrt{m_C W_C m_D W_D}\cos\varphi_{CD} = m_A W_A$

* Nếu cho $\varphi_{CA} = (\vec{v}_C; \vec{v}_A)$ thì bình phương hai vế $m_A \vec{v}_A - m_C \vec{v}_C = m_D \vec{v}_D$:

$m_A^2 v_A^2 + m_C^2 v_C^2 - 2m_C m_A v_C v_A \cos\varphi_{CA} = m_D^2 v_D^2$

$\Leftrightarrow m_A W_A + m_C W_C - 2\sqrt{m_C W_C m_A W_A}\cos\varphi_{CA} = m_D W_D$

(Ở trên ta áp dụng $W = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow m^2 v^2 = 2mW \Rightarrow mv = \sqrt{2mW}$)

Ví dụ 1: Dùng một proton có động năng 5,58 (MeV) bắn phá hạt nhân ${}_{11}Na^{23}$ đứng yên sinh ra hạt α và hạt nhân X và không kèm theo bức xạ γ. Biết năng lượng toả ra trong phản ứng chuyển hết thành động năng của các hạt tạo thành, động năng của hạt α là 6,6 (MeV) và động năng hạt X là 2,648 (MeV). Cho khối lượng các hạt tính theo u bằng số khối. Góc tạo bởi hướng chuyển động của hạt α và hướng chuyển động hạt proton là

A. 147^0. B. 148^0. C. 150^0. D. 120^0.

Hướng dẫn

$m_p W_p + m_\alpha W_\alpha - 2\cos\varphi_{p\alpha}\sqrt{m_p W_p m_\alpha W_\alpha} = m_X W_X$

$\Rightarrow 1.5,58 + 4.6,6 - 2\cos\varphi_{p\alpha}\sqrt{1.5,58.4.6,6} = 20.2,648 \Rightarrow \varphi_{p\alpha} \approx 150^0$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: Bắn phá một prôtôn vào hạt nhân ${}_3^7Li$ đứng yên. Phản ứng hạt nhân sinh ra hai hạt nhân X giống nhau và có cùng tốc độ. Biết tốc độ của prôtôn bằng 4 lần tốc độ hạt nhân X. Coi khối lượng của các hạt nhân bằng số khối theo đơn vị u. Góc tạo bởi phương chuyển động của hai hạt X là

A. 60^0. B. 90^0. C. 120^0. D. 150^0.

Hướng dẫn

$${}_1^1H + {}_3^7Li \to {}_2^4X + {}_2^4X \Rightarrow m_p\vec{v}_p = m_X\vec{v}_{X1} + m_X\vec{v}_{X1}$$

$$\Rightarrow \left(m_p v_p\right)^2 = \left(m_X v_{X1}\right)^2 + \left(m_X v_{X2}\right)^2 + 2m_X v_{X1} m_X v_{X2}\cos\varphi$$

$$\Rightarrow \frac{\left(m_p v_p\right)^2}{2\left(m_X v_{X1}\right)^2} = 1 + \cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = -\frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 120^0 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 3: Hạt α có động năng 5 MeV bắn vào một hạt nhân ${}_4Be^9$ đứng yên, gây ra phản ứng tạo thành một hạt C12 và một hạt nơtron. Hai hạt sinh ra có vectơ vận tốc hợp với nhau một góc 80^0. Cho biết phản ứng tỏa ra một năng lượng 5,6 MeV. Coi khối lượng xấp xỉ bằng số khối. Động năng của hạt nhân C có thể bằng

A. 7 MeV. B. 0,589 MeV. C. 8 MeV. D. 2,5 MeV.

Hướng dẫn

Phương trình phản ứng: ${}_2\alpha^4 + {}_4Be^9 \to {}_6C^{12} + {}_0n^1$.

Hai hạt sinh ra có vectơ vận tốc hợp với nhau một góc 80^0 nên:

$m_C W_C + m_n W_n + 2\cos 80^0\sqrt{m_C W_C}\sqrt{m_n W_n} = m_\alpha W_\alpha$ kết hợp với $\Delta E = W_C + W_n - W_\alpha$

ta được hệ: $\begin{cases} 12.W_C + 1.W_n + 2\cos 80^0\sqrt{12.W_C}\sqrt{1.W_n} = 4.5 \\ 5,6 = W_C + W_n - 5 \Rightarrow W_n = 10,6 - W_C \end{cases}$

$$\Rightarrow 11W_C + 2\cos 80^0\sqrt{12.W_C}\sqrt{10,6 - W_C} = 9,4 \Rightarrow W_C \approx 0,589(MeV) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 4: Bắn hạt α có động năng 4 (MeV) vào hạt nhân nitơ ${}_7N^{14}$ đứng yên, xảy ra phản ứng hạt nhân: $\alpha + {}_7N^{14} \to {}_8O^{17} + p$. Biết động năng của hạt prôtôn là 2,09 (MeV) và hạt prôtôn chuyển động theo hướng hợp với hướng chuyển động của hạt α một góc 60^0. Coi khối lượng xấp xỉ bằng số khối. Xác định năng lượng của phản ứng tỏa ra hay thu vào.

A. Phản ứng toả năng lượng 2,1 MeV. B. Phản ứng thu năng lượng 1,2 MeV.

C. Phản ứng toả năng lượng 1,2 MeV. D. Phản ứng thu năng lượng 2,1 MeV.

Hướng dẫn

Hạt prôtôn chuyển động theo hướng hợp với hướng chuyển động của hạt α một góc 60^0 nên $m_p W_p + m_\alpha W_\alpha - 2\cos 60^0\sqrt{m_p W_p m_\alpha W_\alpha} = m_O W_O$

$$\Rightarrow 1.2,09 + 4.4 - \sqrt{1.2,09.4.4} = 17W_O \Rightarrow W_O \approx 0,72(MeV)$$

Năng lượng: $\Delta E = W_O + W_p - W_\alpha = 0,72 + 2,09 - 4 \approx -1,2(MeV) \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 5: Dùng chùm proton bắn phá hạt nhân $_3Li^7$ đang đứng yên tạo ra 2 hạt nhân X giống nhau có cùng động năng là W nhưng bay theo hai hướng hợp với nhau một góc φ và không sinh ra tia gama. Biết tổng năng lượng nghỉ của các hạt trước phản ứng chuyển nhiều hơn tổng năng lượng nghỉ của các hạt tạo thành là 2W/3. Coi khối lượng hạt nhân đo bằng đơn vị khối lượng nguyên tử gần bằng số khối của nó thì

A. cosφ = -7/8. B. cosφ = +7/8. C. cosφ = 5/6. D. cosφ = -5/6.

Hướng dẫn

$_1^1H + {}_3^7Li \rightarrow {}_2^4X + {}_2^4X$

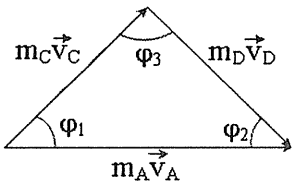
$\Delta E = 2W_X - W_p \Rightarrow W_p = 2W_X - \Delta E = \dfrac{4W}{3}$

$m_p\vec{v}_p = m_X\vec{v}_{X1} + m_X\vec{v}_{X1} \Rightarrow (m_pv_p)^2 = (m_Xv_{X1})^2 + (m_Xv_{X2})^2 + 2m_Xv_{X1}m_Xv_{X2}\cos\varphi$

$\Rightarrow m_pW_p = 2m_XW_X + 2m_XW_X\cos\varphi \Rightarrow 1.\dfrac{4W}{3} = 2.4W + 2.4W\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = -\dfrac{5}{6}$

$\Rightarrow$ Chọn D.

d) Cho biết hai góc hợp phương chuyển động của các hạt



* Chiếu $m_C\vec{v}_C + m_D\vec{v}_D = m_A\vec{v}_A$ lên phương của hạt đạn: $m_Cv_C\cos\varphi_1 + m_Dv_D\cos\varphi_2 = m_Av_A$

* Áp dụng định lí hàm số sin:

$\dfrac{m_Av_A}{\sin\varphi_3} = \dfrac{m_Cv_C}{\sin\varphi_2} = \dfrac{m_Dv_D}{\sin\varphi_1} \Rightarrow \dfrac{\sqrt{m_AW_A}}{\sin\varphi_3} = \dfrac{\sqrt{m_CW_C}}{\sin\varphi_2} = \dfrac{\sqrt{m_DW_D}}{\sin\varphi_1}$

Ví dụ 1: Một proton có khối lượng m_p có tốc độ v_p bắn vào hạt nhân bia đứng yên Li7. Phản ứng tạo ra 2 hạt X giống hệt nhau có khối lượng m_x bay ra với vận tốc có độ lớn bằng nhau và hợp với nhau một góc 120^0. Tốc độ của các hạt X là

A. $v_x = \sqrt{3}\, m_pv_p/m_x$. B. $v_x = m_pv_p/(m_x\sqrt{3})$.

C. $v_x = m_pv_p/m_x$. D. $v_x = \sqrt{3}\, m_pv_x/m_p$.

Hướng dẫn

$m_p\vec{v}_p = m_x\vec{v}_{x1} + m_x\vec{v}_{x2} \xrightarrow{\text{Chiếu lên hướng của } \vec{v}_p}$

$m_pv_p = m_xv_x\cos 60^0 + m_xv_x\cos 60^0 \Rightarrow v_x = \dfrac{m_pv_p}{m_x}$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: Hạt nơtron có động năng 2 (MeV) bắn vào hạt nhân $_3Li^6$ đứng yên, gây ra phản ứng hạt nhân tạo thành một hạt α và một hạt T. Các hạt α và T bay theo các hướng hợp với hướng tới của hạt nơtron những góc tương ứng bằng 15^0 và

30^0. Bỏ qua bức xạ γ. Phản ứng thu hay toả năng lượng? (cho tỷ số giữa các khối lượng hạt nhân bằng tỷ số giữa các số khối của chúng).

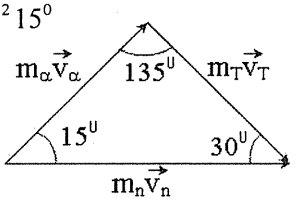
A. 17,4 (MeV). B. 0,5 (MeV). C. -1,3 (MeV). D. -1,66 (MeV).

Hướng dẫn

$$\frac{m_\alpha v_\alpha}{\sin 30^0}=\frac{m_n v_n}{\sin 45^0}=\frac{m_T v_T}{\sin 15^0}\Rightarrow\frac{m_\alpha W_\alpha}{\sin^2 30^0}=\frac{m_n W_n}{\sin^2 45^0}=\frac{m_T W_T}{\sin^2 15^0}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}W_\alpha=0,25(MeV)\\ W_T\approx 0,09(MeV)\end{cases}$$

$$\Rightarrow\Delta E=W_\alpha+W_T-W_n=-1,66(MeV)\Rightarrow\text{Chọn D.}$$



Ví dụ 3: (CĐ - 2011) Bắn một prôtôn vào hạt nhân ${}_3^7Li$ đứng yên. Phản ứng tạo ra hai hạt nhân X giống nhau bay ra với cùng tốc độ và theo các phương hợp với phương tới của prôtôn các góc bằng nhau là 60^0. Lấy khối lượng của mỗi hạt nhân tính theo đơn vị u bằng số khối của nó. Tỉ số giữa tốc độ của prôtôn và tốc độ của hạt nhân X là

A. 4. B. 0,25. C. 2. D. 0,25.

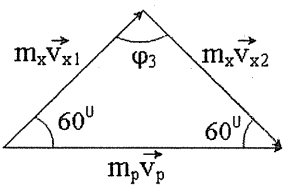
Hướng dẫn

Phương trình phản ứng hạt nhân:

${}_1^1H+{}_3^7Li\rightarrow{}_2^4X+{}_2^4X$

Từ tam giác đều suy ra

$$m_p v_p=m_X v_X\Rightarrow\frac{v_p}{v_X}=\frac{m_X}{m_p}=4\Rightarrow\text{Chọn A.}$$



Ví dụ 4: Dùng chùm proton có động năng 1 (MeV) bắn phá hạt nhân ${}_3Li^7$ đang đứng yên tạo ra 2 hạt nhân X có bản chất giống nhau và không kèm theo bức xạ γ. Biết hai hạt bay ra đối xứng với nhau qua phương chuyển động của hạt prôtôn và hợp với nhau một góc $170,5^0$. Coi khối lượng xấp xỉ bằng số khối. Cho biết phản ứng thu hay toả bao nhiêu năng lượng?

A. Tỏa 16,4 (MeV). B. Thu 0,5 (MeV).

C. Thu 0,3 (MeV). D. Ttỏa 17,2 (MeV).

Hướng dẫn

$$m_p\vec{v}_p=m_x\vec{v}_{x1}+m_x\vec{v}_{x2}\xrightarrow{\text{Chiếu lên hướng của }\vec{v}_p}m_p v_p=2m_x v_x\cos 85,25^0$$

$$\Rightarrow m_p W_p=4m_x W_x\cos^2 85,25^0\Rightarrow W_x\approx 9,11(MeV)$$

$$\Rightarrow\Delta E=2W_x-W_p=17,22(MeV)$$

$$\Rightarrow\text{Chọn D.}$$

Chủ đề 14. PHÓNG XẠ. PHÂN HẠCH. NHIỆT HẠCH

1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN VẬN DỤNG ĐỊNH LUẬT PHÓNG XẠ

Phương pháp giải

1) Khối lượng còn lại và khối lượng đã bị phân rã

Giả sử khối lượng nguyên chất ban đầu là m_0 thì đến thời điểm t khối lượng còn lại và khối lượng bị phân rã lần lượt là:

$$\begin{cases} m = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \\ \Delta m = m_0\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} m = m_0 2^{-\frac{t}{T}} \\ \Delta m = m_0\left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) \end{cases}$$

Ví dụ 1: Radon ${}_{86}Rn^{222}$ là một chất phóng xạ có chu kỳ bán rã là 3,8 ngày đêm. Nếu ban đầu có 64 g chất này thì sau 19 ngày khối lượng Radon bị phân rã là:

A. 62 g. B. 2 g. C. 16 g. D. 8 g.

Hướng dẫn

$$m = m_0\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) = 64\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{3,8}.19}\right) = 62(g) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 2: Ban đầu có một mẫu Po210 nguyên chất khối lượng 1 (g) sau 596 ngày nó chỉ còn 50 mg nguyên chất. Chu kì của chất phóng xạ là

A. 138,4 ngày. B. 138,6 ngày. C. 137,9 ngày. D. 138 ngày.

Hướng dẫn

$$m = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \frac{m_0}{m} = e^{\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow 20 = e^{\frac{\ln 2}{T}.596} \Rightarrow T = 137,9(\text{ngày}) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 3: Na24 là một chất phóng xạ β^- có chu kỳ bán rã T = 15 giờ. Một mẫu Na24 nguyên chất ở thời điểm t = 0 có khối lượng m_0 = 72 g. Sau một khoảng thời gian t, khối lượng của mẫu chất chỉ còn m = 18 g. Thời gian t có giá trị

A. 30 giờ. B. 45 giờ. C. 120 giờ. D. 60 giờ.

Hướng dẫn

$$m = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \frac{m_0}{m} = e^{\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \frac{72}{18} = e^{\frac{\ln 2}{15}t} \Rightarrow t = 30(h) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

2) Số hạt còn lại và số hạt đã bị phân rã

Số nguyên tử ban đầu: $\begin{cases} N_0 = \dfrac{m_0}{A} N_A \\ N_0 = \dfrac{\text{Khối lượng toàn bộ}}{\text{Khối lượng 1 hạt}} \end{cases}$

Giả sử số hạt nguyên chất ban đầu là N_0 thì đến thời điểm t số hạt còn lại và số hạt bị phân rã lần lượt là: $\begin{cases} N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \\ \Delta N = N_0\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \\ \Delta N = N_0\left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) \end{cases}$

Nếu t << T thì $1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \approx \frac{\ln 2}{T}t$

Ví dụ 1: Ban đầu có 5 gam chất phóng xạ radon $_{86}Rn^{222}$ với chu kì bán rã 3,8 ngày. Số nguyên tử radon còn lại sau 9,5 ngày là

A. $23,9.10^{21}$. B. $2,39.10^{21}$. C. $3,29.10^{21}$. D. $32,9.10^{21}$.

Hướng dẫn

$$N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = \frac{m_0}{A} N_A e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = \frac{5}{222}.6,02.10^{23} e^{-\frac{\ln 2}{3,8}9,5} \approx 2,39.10^{21} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 2: (CĐ-2012) Chất phóng xạ X có chu kì bán rã T. Ban đầu (t = 0), một mẫu chất phóng xạ X có số hạt là N_0. Sau khoảng thời gian t = 3T (kể từ t = 0), số hạt nhân X đã bị phân rã là

A. $0,25N_0$. B. $0,875N_0$. C. $0,75N_0$. D. $0,125N_0$.

Hướng dẫn

$$\Delta N = N_0\left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = N_0\left(1 - 2^{-3}\right) = 0,875N_0 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: (TN-2008) Ban đầu có một lượng chất phóng xạ nguyên chất của nguyên tố X, có chu kì bán rã là T. Sau thời gian t = 3T, tỉ số giữa số hạt nhân chất phóng xạ X phân rã thành hạt nhân khác và số hạt nhân còn lại của chất phóng xạ X bằng

A. 8. B. 7. C. 1/7. D. 1/8.

Hướng dẫn

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{N_0\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right)}{N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}} = e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 = 7 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 4: Đồng vị $_{92}U^{238}$ là chất phóng xạ với chu kì bán rã là 4,5 (tỉ năm). Ban đầu khối lượng của Uran nguyên chất là 1 (g). Cho biết số Avôgađro là $6,02.10^{23}$. Tính số nguyên tử bị phân rã trong thời gian 1 (năm).

A. 38.10^{10}. B. 39.10^{10}. C. 37.10^{10}. D. 36.10^{10}.

Hướng dẫn

$$\Delta N = N_0\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) \approx \frac{m_0}{238}.N_A.\frac{\ln 2}{T}t \approx 39.10^{10} \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 5: Một hỗn hợp phóng xạ có hai chất phóng xạ X và Y. Biết chu kì bán rã của X và Y lần lượt là T_1 = 1 h và T_2 = 2 h và lúc đầu số hạt X bằng số hạt Y. Tính khoảng thời gian để số hạt nguyên chất của hỗn hợp chỉ còn một nửa số hạt lúc đầu.

A. 0,69 h. B. 1,5 h. C. 1,42 h. D. 1,39 h.

Hướng dẫn

$$N_X + N_Y = \frac{2N_0}{2} \Leftrightarrow N_0 e^{-\frac{\ln 2}{1}t} + N_0 e^{-\frac{\ln 2}{2}t} = N_0 \Rightarrow e^{-\frac{\ln 2}{2}t} \approx 0,618 \Rightarrow t \approx 1,39(h)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 6: Một đồng vị phóng xạ A lúc đầu có $2,86.10^{26}$ hạt nhân. Trong giờ đầu tiên có $2,29.10^{25}$ bị phân rã. Chu kỳ bán rã đồng vị A là

A. 8 giờ 18 phút. B. 8 giờ. C. 8 giờ 30 phút. D. 8 giờ 15 phút.

Hướng dẫn

$$\Delta N = N_0\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) \Rightarrow 2,29.10^{25} = 2,86.10^{26}\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}.1}\right) \Rightarrow T \approx 8h18'$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 7: Một mẫu chất chứa hai chất phóng xạ A và B với chu kì bán rã lần lượt là T_A = 0,2 (h) và T_B. Ban đầu số nguyên tử A gấp bốn lần số nguyên tử B, sau 2 h số nguyên tử của A và B bằng nhau. Tính T_B.

A. 0,25 h. B. 0,4 h. C. 0,1 h. D. 2,5 h.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} N_A = 4N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_A}t} \\ N_B = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_B}t} \end{cases} \xrightarrow[N_A = N_B]{t=2h} 4e^{-\frac{\ln 2}{0,2}.2} = e^{-\frac{\ln 2}{T_B}.2} \Rightarrow T_B = 0,25(h) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 8: Một mẫu radon ${}_{86}Rn^{222}$ chứa 10^{10} nguyên tử. Chu kì bán rã của radon là 3,8 ngày. Sau bao lâu thì số nguyên tử trong mẫu radon còn lại 10^5 nguyên tử.

A. 63,1 ngày. B. 3,8 ngày. C. 38 ngày. D. 82,6 ngày.

Hướng dẫn

$$N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow 10^5 = 10^{10} e^{-\frac{\ln 2}{3,8}t} \Rightarrow t \approx 63,1(\text{ngày}) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 9: Có hai mẫu chất phóng xạ A và B thuộc cùng một chất có chu kỳ bán rã T = 138,2 ngày và có khối lượng ban đầu như nhau. Tại thời điểm quan sát, tỉ số số hạt nhân hai mẫu chất N_B/N_A = 2,72. Tuổi của mẫu A nhiều hơn mẫu B là

A. 199,8 ngày. B. 199,5 ngày. C. 190,4 ngày. D. 189,8 ngày.

Hướng dẫn

$$2,72 = \frac{N_B}{N_A} = \frac{N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t_B}}{N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t_A}} = e^{\frac{\ln 2}{T}(t_A - t_B)} \Rightarrow (t_A - t_B) \approx 199,5(\text{ngày}) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

3) Phần trăm còn lại, phần trăm bị phân rã

Phần trăm chất phóng xạ còn lại sau thời gian t: $h=\frac{N}{N_0}=\frac{m}{m_0}=\frac{H}{H_0}=e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

Phần trăm chất phóng xạ bị phân rã sau thời gian t: 1 - h

Ví dụ 1: (ĐH-2008) Một chất phóng xạ có chu kỳ bán rã là 3,8 ngày. Sau thời gian 11,4 ngày thì độ phóng xạ (hoạt độ phóng xạ) của lượng chất phóng xạ còn lại bằng bao nhiêu phần trăm so với độ phóng xạ của lượng chất phóng xạ ban đầu?

A. 25%. B. 75%. C. 12,5%. D. 87,5%.

Hướng dẫn

$$h=\frac{H}{H_0}=e^{-\frac{\ln 2}{T}t}=e^{-\frac{\ln 2}{3,8}11,4}=0,125=12,5\%\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 2: Gọi Δt là khoảng thời gian để số hạt nhân của một lượng chất phóng xạ giảm đi e lần (e là cơ số của loga tự nhiên lne = 1). Sau khoảng thời gian $0,51.\Delta t$ chất phóng xạ còn lại bao nhiêu phần trăm lượng ban đầu?

A. 50%. B. 60%. C. 70%. D. 80%.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} N=N_0e^{-\lambda t}\xrightarrow{t=\Delta t}\dfrac{N_0}{e}=N_0e^{-\lambda\Delta t}\Rightarrow \lambda\Delta t=1 \\ t=0,51\Delta t\Rightarrow \%\text{còn lại}=\dfrac{N}{N_0}=e^{-\lambda t}=e^{-\lambda.0,51\Delta t}=e^{-0,51}\approx 60\% \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 3: (CĐ-2009) Gọi τ là khoảng thời gian để số hạt nhân của một đồng vị phóng xạ giảm đi bốn lần. Sau thời gian 2τ số hạt nhân còn lại của đồng vị đó bằng bao nhiêu phần trăm số hạt nhân ban đầu?

A. 25,25%. B. 93,75%. C. 6,25%. D. 13,5%.

Hướng dẫn

$$\frac{N_0}{N}=e^{\lambda t}\Rightarrow\begin{cases}\dfrac{N_0}{N_1}=e^{\lambda.\tau}=4 \\ \%\text{còn lại sau } 2\tau \text{ là}: h=e^{-\lambda.2\tau}=0,0625=6,25\%\end{cases}\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 4: (ĐH – 2007) Giả sử sau 3 giờ phóng xạ (kể từ thời điểm ban đầu) số hạt nhân của một đồng vị phóng xạ còn lại bằng 25% số hạt nhân ban đầu. Chu kì bán rã của đồng vị phóng xạ đó bằng

A. 2 giờ. B. 1,5 giờ. C. 0,5 giờ. D. 1 giờ.

Hướng dẫn

$$\%\text{còn lại}=\frac{N}{N_0}=e^{-\frac{\ln 2}{T}.3}=0,25\Rightarrow T=1,5(h)\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 5: (CĐ-2010) Ban đầu (t = 0) có một mẫu chất phóng xạ X nguyên chất. Ở thời điểm t_1 mẫu chất phóng xạ X còn lại 20% hạt nhân chưa bị phân rã. Đến thời điểm $t_2 = t_1 + 100$ (s) số hạt nhân X chưa bị phân rã chỉ còn 5% so với số hạt nhân ban đầu. Chu kì bán rã của chất phóng xạ đó là

A. 50 s. B. 25 s. C. 400 s. D. 200 s.

Hướng dẫn

$$\%\text{còn lại} = \frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \begin{cases} e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = 0,2 \\ e^{-\frac{\ln 2}{T}(t+100)} = 0,05 \end{cases} \Rightarrow T = 50(s) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 6: Côban ($_{27}Co^{60}$) phóng xạ β^- với chu kỳ bán rã T = 5,27 năm. Thời gian cần thiết để 75% khối lượng của một khối chất phóng xạ $_{27}Co^{60}$ bị phân rã là

A. 42,16 năm. B. 5,27 năm. C. 21,08 năm. D. 10,54 năm.

Hướng dẫn

$$\%\text{còn lại} = \frac{m}{m_0} = e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow 0,25 = e^{-\frac{\ln 2}{5,27}t} \Rightarrow t = 10,54(\text{năm}) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 7: Một lượng hỗn hợp gồm hai đồng vị với số lượng hạt nhân ban đầu như nhau. Đồng vị thứ nhất có chu kì bán rã là 2,4 ngày, đồng vị thứ hai có chu kì bán rã là 4 ngày. Sau thời gian t thì còn lại 87,5% số hạt nhân trong hỗn hợp chưa phân rã. Tìm t.

A. 2 ngày. B. 0,58 ngày. C. 4 ngày. D. 0,25 ngày.

Hướng dẫn

$$\%\text{còn lại} = \frac{N_1 + N_2}{2N_0} = 0,5\left(e^{-\frac{\ln 2}{T_1}t} + e^{-\frac{\ln 2}{T_2}t}\right)$$

$$\Rightarrow 0,5\left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4}t} + e^{-\frac{\ln 2}{4}t}\right) = 0,875 \Rightarrow t = 0,58(\text{ngày}) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Kinh nghiệm: Để giải phương trình trên ta dùng máy tính cầm tay Casio fx 570es.

Nhập số liệu: $0,5\times\left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4}x} + e^{-\frac{\ln 2}{4}x}\right) = 0,875$ (để có kí tự x **bấm** $\boxed{ALPHA}\boxed{)}$, để có dấu '=' **bấm** $\boxed{ALPHA}\boxed{CALC}$), nhập xong **bấm** $\boxed{ALPHA}\boxed{CALC}\boxed{=}$.

Ví dụ 8: Một lượng hỗn hợp gồm hai đồng vị với số lượng hạt nhân ban đầu như nhau. Đồng vị thứ nhất có chu kì bán rã là 2,4 ngày, đồng vị thứ hai có chu kì bán rã là 4 ngày. Sau thời gian t_1 thì còn lại 87,75% số hạt nhân trong hỗn hợp chưa phân rã, sau thời gian t_2 thì còn lại 75% số hạt nhân của hỗn hợp chưa phân rã. Tìm tỉ số t_1/t_2.

A. 2. B. 0,45. C. 4. D. 0,25.

Hướng dẫn

$$\%\text{còn lại} = \frac{N_1 + N_2}{2N_0} = 0,5\left(e^{-\frac{\ln 2}{T_1}t} + e^{-\frac{\ln 2}{T_2}t}\right)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 0,5\left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4}t_1} + e^{-\frac{\ln 2}{4}t_1}\right) = 0,8775 \Rightarrow t_1 = 0,568 \\ 0,5\left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4}t_2} + e^{-\frac{\ln 2}{4}t_2}\right) = 0,75 \Rightarrow t_2 = 1,257 \end{cases} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} \approx 0,45 \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 9: Một lượng hỗn hợp gồm hai đồng vị với số lượng hạt nhân ban đầu như nhau. Đồng vị thứ nhất có chu kì bán rã là 2,4 ngày, đồng vị thứ hai có chu kì bán rã là 40 ngày. Sau thời gian t_1 thì có 87,75% số hạt nhân trong hỗn hợp bị phân rã, sau thời gian t_2 thì có 75% số hạt nhân của hỗn hợp bị phân rã. Tìm tỉ số t_1/t_2.

A. 2. B. 0,5. C. 4. D. 0,25.

Hướng dẫn

$$\%\text{còn lại} = \frac{N_1 + N_2}{2N_0} = 0,5\left(e^{-\frac{\ln 2}{T_1}t} + e^{-\frac{\ln 2}{T_2}t}\right)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 0,5\left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4}t_1} + e^{-\frac{\ln 2}{40}t_1}\right) = 0,1225 \Rightarrow t_1 = 81,16585 \\ 0,5\left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4}t_2} + e^{-\frac{\ln 2}{40}t_2}\right) = 0,25 \Rightarrow t_2 = 40,0011 \end{cases} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = 2 \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

4) Số hạt nhân con tạo thành

Vì cứ mỗi hạt nhân mẹ bị phân rã tạo thành một hạt nhân con nên số hạt nhân con tạo thành đúng bằng số hạt nhân mẹ bị phân rã:

$$N_{con} = \Delta N = N_0\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right), \text{ với } N_0 = \frac{m_0}{A_{me}}N_A$$

Đối với trường hợp hạt α thì: $N_\alpha = N_0\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right)$

Thể tích khí Heli tạo ra ở điều kiện tiêu chuẩn:

$$V_\alpha = \frac{N_\alpha}{N_A}.22,4(l) = \frac{m_0}{A_{me}}\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right).22,4(l)$$

Nếu t << T thì $1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \approx \frac{\ln 2}{T}t$

Ví dụ 1: Một nguồn phóng xạ ${}_{88}Ra^{224}$ (chu kì bán rã 3,7 ngày) ban đầu có khối lượng 35,84 (g). Biết số Avogađro $6,023.10^{23}$. Cứ mỗi hạt Ra224 khi phân rã tạo thành 1 hạt anpha. Sau 14,8 (ngày) số hạt anpha tạo thành là:

A. $9,0.10^{22}$. B. $9,1.10^{22}$. C. $9,2.10^{22}$. D. $9,3.10^{22}$.

Hướng dẫn

$$N_\alpha = \frac{m_0}{A_{me}} N_A \left(1 - e^{-\frac{ln2}{T}t}\right) = \frac{35,84}{224}.6,023.10^{23}\left(1 - e^{-\frac{ln2}{3,7}.14,7}\right) \approx 9.10^{22} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 2: Trong quá trình phân rã U235 phóng ra tia phóng xạ α và tia phóng xạ β^- theo phản ứng: $U235 \rightarrow X + 7\alpha + 4\beta^-$. Lúc đầu có 1 (g) U235 nguyên chất. Xác định số hạt α phóng ra trong thời gian 1 (năm). Cho biết chu kì bán rã của U235 là 0,7 (tỉ năm). Biết số Avôgađrô $6,023.10^{23}$.

A. $17,76.10^{12}$. B. $17,77.10^{12}$. C. $17,75.10^{12}$. D. $2,54.10^{12}$.

Hướng dẫn

$$N_\alpha = 7\Delta N = 7.N_0\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) \approx 7.\frac{m_0}{235}.N_A.\frac{\ln 2}{T}.t$$

$$N_\alpha = 7.\frac{1}{235}.6,023.10^{23}.\frac{\ln 2}{0,7.10^9}.1 \approx 17,76.10^{12} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 3: Đồng vị Po210 phóng xạ α và biến thành một hạt nhân chì Pb206. Ban đầu có 0,168 (g) Po sau một chu kì bán rã, thể tích của khí hêli sinh ra ở điều kiện tiêu chuẩn (1 mol khí trong điều kiện tiêu chuẩn chiếm một thể tích 22,4 (lít)) là

A. 8,96 ml. B. 0,0089 ml. C. 0,89 ml. D. 0,089 ml.

Hướng dẫn

$$V_\alpha = \frac{m}{A_{me}}\left(1 - e^{-\frac{ln2}{T}t}\right).22,4(l) = \frac{0,168}{210}\left(1 - e^{-\frac{ln2}{T}T}\right).22,4(l) = 8,96.10^{-3}(l)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 4: Một mẫu U238 có khối lượng 1 (g) phát ra 12400 hạt anpha trong một giây. Tìm chu kì bán rã của đồng vị này. Coi một năm có 365 ngày, số avogadro là $6,023.10^{23}$.

A. 4,4 (tỉ năm). B. 4,5 (tỉ năm). C. 4,6 (tỉ năm). D. 0,45 (tỉ năm).

Hướng dẫn

$$N_\alpha = \frac{m_0}{A_{me}} N_A \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) \approx \frac{m_0}{A_{me}} N_A.\frac{\ln 2}{T}t$$

$$\Rightarrow 12400 \approx \frac{1}{238}.6,023.10^{23}.\frac{\ln 2}{T}\frac{1(\text{năm})}{365.86400} \Rightarrow T = 4,5.10^9(\text{năm}) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 5: Ban đầu có một mẫu Po210 nguyên chất có khối lượng 1 (g). Cứ mỗi hạt khi phân rã tạo thành 1 hạt α. Biết rằng sau 365 ngày nó tạo ra 89,6 (cm^3) khí Hêli ở (đktc). Chu kì bán rã của Po là

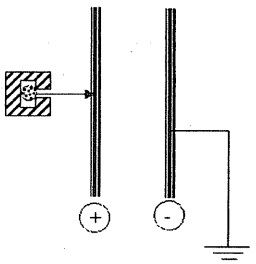
A. 138,0 ngày. B. 138,1 ngày. C. 138,2 ngày. C. 138,3 ngày.

Hướng dẫn

$$V_\alpha = \frac{m}{A_{me}}\left(1-e^{-\frac{ln2}{T}t}\right).22,4(l) \Rightarrow 89,6.10^{-3} = \frac{1}{210}\left(1-e^{-\frac{ln2}{T}365}\right).22,4(l)$$

$$\Rightarrow T \approx 138,1(\text{ngày}) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Nếu cho chùm phóng xạ α đập vào một bản tụ điện chưa tích điện thì mỗi hạt sẽ lấy đi 2e làm cho bản này tích điện dương +2e. Nếu có N_α đập vào thì điện tích dương của bản này sẽ là $Q = N_\alpha.3,2.10^{-19}(C)$. Do hiện tượng điện hưởng bản tụ còn lại tích điên –Q. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ: $U = \frac{Q}{C}$.



Ví dụ 6: Radi $_{88}Ra^{224}$ là chất phóng xạ anpha, lúc đầu có 10^{13} nguyên tử chưa bị phân rã. Các hạt He thoát ra được hứng lên một bản tụ điện phẳng có điện dung 0,1 μF, bản còn lại nối đất. Giả sử mỗi hạt anpha sau khi đập vào bản tụ, sau đó thành một nguyên tử heli. Sau hai chu kì bán rã hiệu điện thế giữa hai bản tụ bằng

A. 12 V. B. 1,2 V. C. 2,4 V. D. 24 V.

Hướng dẫn

$$N_\alpha = N_0\left(1-e^{-\frac{ln2}{T}t}\right) = 10^{13}\left(1-e^{-\frac{ln2}{T}.2T}\right) = \frac{3}{4}10^{13}$$

$$Q = N_\alpha.3,2.10^{-19} = \frac{3}{4}10^{13}.3,2.10^{-19} = 2,4.10^{-6}(C) \Rightarrow U = \frac{Q}{C} = 24(V)$$

$$\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 7: Poloni Po210 là chất phóng xạ anpha, có chu kỳ bán rã 138 ngày. Một mẫu Po210 nguyên chất có khối lượng là 0,01 g. Các hạt He thoát ra được hứng lên một bản tụ điện phẳng có điện dung 2 μF, bản còn lại nối đất. Giả sử mỗi hạt anpha sau khi đập vào bản tụ, sau đó thành một nguyên tử heli. Cho biết số Avôgađrô N_A = $6,022.10^{23}$ mol^{-1}. Sau 5 phút hiệu điện thế giữa hai bản tụ bằng

A. 3,2 V. B. 80 V. C. 8 V. D. 32 V.

Hướng dẫn

$$N_\alpha = \frac{m_0}{A_{me}}N_A\left(1-e^{-\frac{ln2}{T}t}\right) \approx \frac{m_0}{A_{me}}N_A\frac{ln2}{T}t = \frac{0,01}{210}.6,022.10^{23}\frac{ln2}{138.24.60}.5 \approx 5.10^{14}$$

$$Q = 2N_\alpha .1,6.10^{-19} = 1,6.10^{-4}(C) \Rightarrow U = \frac{Q}{C} = 80(V) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

5) Khối lượng hạt nhân con

$$m_{con} = \frac{N_{con}}{N_A}.A_{con} = \frac{N_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right)}{N_A}.A_{con} = \frac{A_{con}}{A_{me}}m_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right)$$

* Với phóng xạ bêta thì $A_{con} = A_{me}$ nên: $m_{con} = \Delta m = m_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right)$

* Với phóng xạ alpha thì $A_{con} = A_{me} - 4$ nên: $m_{con} = \frac{A_{me}-4}{A_{me}}m_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right)$

Ví dụ 1: Ban đầu có 1000 (g) chất phóng xạ Co60 với chu kì bán rã là 5,335 (năm). Biết rằng sau khi phóng xạ tạo thành Ni60. Sau 15 (năm) khối lượng Ni tạo thành là:

A. 858,5 g. B. 859,0 g. C. 857,6 g. D. 856,6 g.

Hướng dẫn

$$m_{Ni} = \Delta m = m_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) = 1000\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{5,335}15}\right) = 857,6(g)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: Mỗi hạt Ra226 phân rã chuyển thành hạt nhân Rn222. Xem khối lượng bằng số khối. Nếu có 226 g Ra226 thì sau 2 chu kì bán rã khối lượng Rn222 tạo thành là

A. 55,5 g. B. 56,5 g. C. 169,5 g. D. 166,5 g.

Hướng dẫn

$$m_{Rn} = \frac{A_{Rn}}{A_{Ra}}m_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) = \frac{222}{226}.226\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}2T}\right) = 166,5(g)$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 3: Ban đầu có một mẫu Po210 nguyên chất khối lượng 1 (g) sau một thời gian nó phóng xạ α và chuyển thành hạt nhân Pb206 với khối lượng là 0,72 (g). Biết chu kì bán rã Po là 138 ngày. Tuổi mẫu chất trên là

A. 264 ngày. B. 96 ngày. C. 101 ngày. D. 102 ngày.

Hướng dẫn

$$m_{Pb} = \frac{A_{Pb}}{A_{Po}}m_0\left(1-e^{-\frac{ln2}{T}t}\right) \Rightarrow 0,72(g) = \frac{206}{210}.1.\left(1-e^{-\frac{ln2}{138}t}\right) \Rightarrow t \approx 264(\text{ngày})$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

6) Tỉ số hạt (khối lượng) nhân con và số hạt (khối lượng) nhân mẹ còn lại

$$\begin{cases} N_{me} = N_0 e^{-\lambda t} \\ N_{con} = \Delta N = N_0\left(1 - e^{-\lambda t}\right) \end{cases} \Rightarrow \frac{N_{con}}{N_{me}} = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1\right)$$

$$\Rightarrow \frac{m_{con}}{m_{me}} = \frac{A_{con}}{A_{me}}\frac{N_{con}}{N_{me}} = \frac{A_{con}}{A_{me}}\left(e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1\right)$$

Ví dụ 1: Hạt nhân Na24 phân rã β^- với chu kỳ bán rã là 15 giờ, tạo thành hạt nhân X. Sau thời gian bao lâu một mẫu chất phóng xạ Na24 nguyên chất sẽ có tỉ số số nguyên tử của X và của Na có trong mẫu bằng 0,75?

A. 24,2 h. B. 12,1 h. C. 8,6 h. D. 10,1 h.

Hướng dẫn

$$\frac{N_X}{N_{Na}} = e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 \Rightarrow 0,75 = e^{\frac{\ln 2}{15}t} - 1 \Rightarrow t \approx 12,1(h) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 2: Tính chu kì bán rã T của một chất phóng xạ, cho biết tại thời điểm t_1, tỉ số giữa hạt con và hạt mẹ là 7, tại thời điểm $t_2 = t_1 + 26,7$ ngày, tỉ số đó là 63.

A. 16 ngày. B. 8,9 ngày. C. 12 ngày. D. 53 ngày.

Hướng dẫn

$$\frac{N_{con}}{N_{me}} = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1\right) \Rightarrow \begin{cases} \left(\frac{N_{con}}{N_{me}}\right)_{t_1} = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} - 1\right) = 7 \Rightarrow e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} = 8 \\ \left(\frac{N_{con}}{N_{me}}\right)_{t_2} = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}(t_1+26,7)} - 1\right) = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}26,7}e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} - 1\right) = 63 \Rightarrow e^{\frac{\ln 2}{T}26,7} = 8 \end{cases}$$

$$\Rightarrow T = 8,9(\text{ngày}) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: Giả sử ban đầu có một mẫu phóng xạ X nguyên chất, có chu kỳ bán rã T và biến thành hạt nhân bền Y. Tại thời điểm t_1 tỉ lệ giữa hạt nhân Y và hạt nhân X là k. Tại thời điểm $t_2 = t_1 + 2T$ thì tỉ lệ đó là

A. k + 4. B. 4k/3. C. 4k + 3. D. 4k.

Hướng dẫn

$$\frac{N_Y}{N_X} = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1\right) \Rightarrow \begin{cases} \left(\frac{N_Y}{N_X}\right)_{t_1} = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} - 1\right) = k \Rightarrow e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} = k + 1 \\ \left(\frac{N_Y}{N_X}\right)_{t_2} = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}(t_1+2T)} - 1\right) = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}2T}e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} - 1\right) = 4k + 3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 4: Ban đầu có một mẫu chất phóng xạ nguyên chất X với chu kì bán rã T. Cứ một hạt nhân X sau khi phóng xạ tạo thành một hạt nhân Y. Nếu hiện nay trong

mẫu chất đó tỉ lệ số nguyên tử của chất Y và chất X là k thì tuổi của mẫu chất được xác định như sau:

A. Tln(1 - k)/ln2. B. Tln(1 + k)/ln2. C. Tln(1 - k)ln2. D. Tln(1 + k)ln2.

Hướng dẫn

$$k=\frac{N_Y}{N_X}=e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1\Rightarrow t=\frac{T\ln(k+1)}{\ln 2}\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 5: (ĐH-2008) Hạt nhân ${}^{A_1}_{z_1}X$ phóng xạ và biến thành một hạt nhân ${}^{A_2}_{z_2}Y$ bền. Coi khối lượng của hạt nhân X, Y bằng số khối của chúng tính theo đơn vị u. Biết chất phóng xạ X có chu kì bán rã là T. Ban đầu có một khối lượng chất X, sau 2 chu kì bán rã thì tỉ số giữa khối lượng của chất Y và khối lượng của chất X là

A. $4A_1/A_2$. B. $4A_2/A_1$. C. $3A_1/A_2$. D. $3A_2/A_1$.

Hướng dẫn

$$\frac{m_{con}}{m}=\frac{A_{con}}{A_{me}}\left(e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1\right)=\frac{A_2}{A_1}\left(e^{\frac{\ln 2}{T}2T}-1\right)=3\frac{A_2}{A_1}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 6: Một hạt nhân X tự phóng xạ ra tia bêta với chu kì bán rã T và biến đổi thành hạt nhân Y. Tại thời điểm t người ta khảo sát thấy tỉ số khối lượng hạt nhân Y và X bằng a. Sau đó tại thời điểm t + T tỉ số trên xấp xỉ bằng

A. a+ 1. B. a + 2. C. 2a- 1. D. 2a + 1.

Hướng dẫn

Vì phóng xạ beta nên $A_{con} = A_{me}$: $\frac{m_{con}}{m}=\frac{A_{con}}{A_{me}}\left(e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1\right)=\left(e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1\right)$

$$\begin{cases} Tại\ thời\ điểm\ t: e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1=a\Rightarrow e^{\frac{\ln 2}{T}t}=a+1 \\ Tại\ thời\ điểm\ t+T: \frac{m_{con}}{m}=\left(e^{\frac{\ln 2}{T}(t+T)}-1\right)=\left(2e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1\right)=2a+1 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 7: Hạt nhân Po210 là hạt nhân phóng xạ α, sau khi phát ra tia α nó trở thành hạt nhân chì bền. Dùng một mẫu Po210, sau 30 (ngày) người ta thấy tỉ số khối lượng của chì và của Po210 trong mẫu bằng 0,1595. Xác định chu kì bán rã của Po210.

A. 138,074 ngày. B. 138,025 ngày. C. 138,086 ngày. D. 138,047 ngày.

Hướng dẫn

$$\frac{m_{con}}{m}=\frac{A_{con}}{A_{me}}\left(e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1\right)\Rightarrow 0{,}1595=\frac{206}{210}\left(e^{\frac{\ln 2}{T}30}-1\right)\Rightarrow T\approx 138{,}025(\text{ngày})$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 8: Ban đầu có một mẫu Po210 nguyên chất, sau một thời gian nó phóng xạ α và chuyển thành hạt nhân chì Pb206 bền với chu kì bán rã 138,38 ngày. Hỏi sau bao lâu thì tỉ lệ giữa khối lượng chì và khối lượng pôlôni còn lại trong mẫu là 0,7?

A. 109,2 ngày. B. 108,8 ngày. C. 107,5 ngày. D. 106,8 ngày.

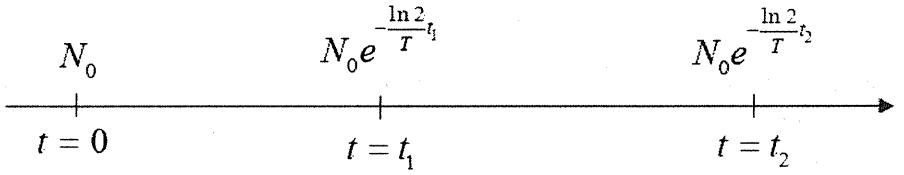
Hướng dẫn

$$\frac{m_{con}}{m}=\frac{A_{con}}{A_{me}}\left(e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1\right)\Rightarrow 0,7=\frac{206}{210}\left(e^{\frac{\ln 2}{138,38}t}-1\right)\Rightarrow t\approx 107,5(\text{ngày})$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

7) Số (khối lượng) hạt nhân con tạo ra từ t_1 đến t_2

Phân bố số hạt nhân mẹ còn lại theo trục thời gian:



Số hạt nhân con tạo ra từ thời điểm t_1 đến thời điểm t_2 đúng bằng số hạt nhân mẹ bị phân rã trong thời gian đó: $N_{12}=N_1-N_2=N_0\left(e^{-\frac{\ln 2}{T}t_1}-e^{-\frac{\ln 2}{T}t_2}\right)$

Nếu $t_1 - t_2 \ll T$ thì $N_{12}=N_0e^{-\frac{\ln 2}{T}t_1}\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}(t_2-t_1)}\right)\approx N_0e^{-\frac{\ln 2}{T}t_1}.\frac{\ln 2}{T}(t_2-t_1)$

Số hạt nhân con tạo ra từ thời điểm t_1 đến thời điểm t_2 :

$$m_{12}=\frac{N_{12}}{N_A}A_{con}=\frac{A_{con}}{A_{me}}m_0\left(e^{-\frac{\ln 2}{T}t_1}-e^{-\frac{\ln 2}{T}t_2}\right)$$

Ví dụ 1: Một mẫu Ra226 nguyên chất có tổng số nguyên tử là $6,023.10^{23}$. Sau thời gian nó phóng xạ tạo thành hạt nhân Rn222 với chu kì bán rã 1570 (năm). Số hạt nhân Rn222 được tạo thành trong năm thứ 786 là

A. $1,7.10^{20}$. B. $1,8.10^{20}$. C. $1,9.10^{20}$. D. $2,0.10^{20}$.

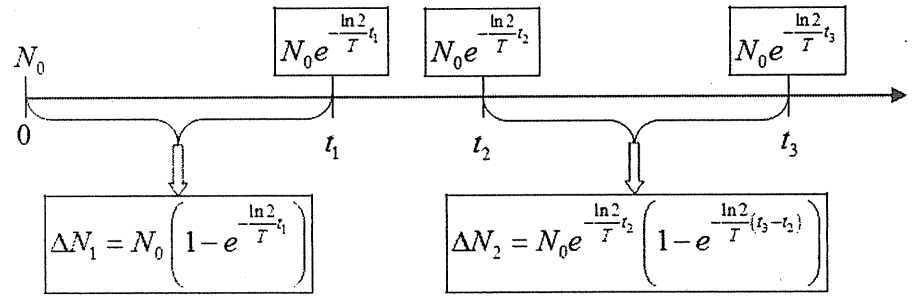
Hướng dẫn

Ta chọn $t_1 = 785$ năm và $t_2 = 786$ năm.

$$N_{12}=N_0\left(e^{-\frac{\ln 2}{T}t_1}-e^{-\frac{\ln 2}{T}t_2}\right)=6,023.10^{23}.\left(e^{-\frac{\ln 2}{1570}.785}-e^{-\frac{\ln 2}{1570}.786}\right)\approx 1,9.10^{20}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Nếu liên quan đến số hạt bị phân rã trong các khoảng thời gian khác nhau thì ta tính cho từng khoảng rồi lập tỉ số.



Nếu $t_3 - t_2 = t_1 = \Delta t$ *thì* $\dfrac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = e^{\frac{\ln 2}{T}t_2}$

Ví dụ 2: Đồng vị $_{11}Na^{24}$ là chất phóng xạ beta trừ, trong 10 giờ đầu người ta đếm được 10^{15} hạt beta trừ bay ra. Sau 30 phút kể từ khi đo lần đầu người ta lại thấy trong 10 giờ đếm được $2,5.10^{14}$ hạt beta trừ bay ra. Tính chu kỳ bán rã của đồng vị nói trên.

A. 5 giờ. B. 6,25 giờ. C. 6 giờ. D. 5,25 giờ.

Hướng dẫn

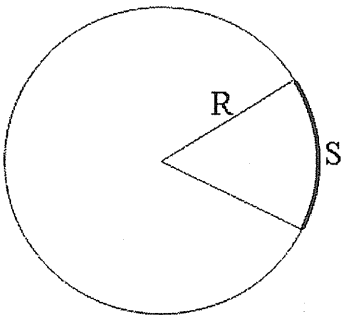
Cách 1: Ta thấy $t_3 - t_2 = t_1 = \Delta t = 10$ h và $t_2 = 10,5$ h nên:

$$\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = e^{\frac{\ln 2}{T}t_2} \Rightarrow \frac{10^{15}}{2,5.10^{14}} = e^{\frac{\ln 2}{T}10,5} \Rightarrow T = 5,25(h) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Cách 2:

$$\begin{cases} \Delta N_1 = N_0\left(1-e^{-\frac{ln2}{T}10}\right) = 10^{15} \\ \Delta N_2 = N_0e^{-\frac{ln2}{T}10,5}\left(1-e^{-\frac{ln2}{T}10}\right) = 2,5.10^{14} \end{cases} \Rightarrow e^{\frac{ln2}{T}10,5} = 4 \Rightarrow T = 5,25(h)$$

8) Số chấm sáng trên màn huỳnh quang



Giả sử một nguồn phóng xạ đặt cách màn huỳnh quang một khoảng R, diện tích của màn S thì số chấm sáng trên màn đúng bằng số hạt phóng xạ đập vào: $n_s = \dfrac{N_{px}}{4\pi R^2}.S$

Nếu cứ một hạt nhân mẹ bị phân rã tạo ra k hạt phóng xạ thì $N_{Px} = k\Delta N = kN_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right)$, nếu t << T thì $N_{Px} \approx kN_0\dfrac{\ln 2}{T}t = k\dfrac{m_0}{A_{me}}N_A\dfrac{\ln 2}{T}t$. Do đó: $n_s = k\dfrac{m_0}{A_{me}}N_A\dfrac{t}{T}\dfrac{S}{4\pi R^2}.\ln 2$

Ví dụ 1: Một lượng phóng xạ Na22 có 10^7 nguyên tử đặt cách màn huỳnh quang một khoảng 1 cm, màn có diện tích 10 cm^2. Biết chu kì bán rã của Na22 là 2,6 năm, coi một năm có 365 ngày. Cứ một nguyên tử phân rã tạo ra một hạt phóng xạ β^- và mỗi hạt phóng xạ đập vào màn huỳnh quang phát ra một chấm sáng. Xác định số chấm sáng trên màn sau 10 phút.

A. 58. B. 15. C. 40. D. 156.

Hướng dẫn

$$n_s = \frac{N_{px}}{4\pi R^2}.S_1 = N_0.\frac{t}{T}.\frac{S_1}{4\pi R^2}\ln 2 = 10^7.\frac{10}{2,6.365.24.60}.\frac{10}{4\pi}.\ln 2 \approx 40 \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Chú ý: Đối với máy đếm xung, cứ mỗi hạt phóng xạ đập vào bộ đếm tự động tăng một đơn vị. Vì vậy, số hạt bị phân rã (ΔN) tỉ lệ với số xung đếm được (n) (chọn hệ số tỉ lệ μ): $\Delta N = \mu n \Rightarrow N_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) = \mu n \Rightarrow \begin{cases} t = t_1 \Rightarrow N_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t_1}\right) = \mu n_1 \\ t = kt_1 \Rightarrow N_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}kt_1}\right) = \mu n_2 \end{cases}$

$\Rightarrow \dfrac{1-e^{-\frac{\ln 2}{T}kt_1}}{1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t_1}} = \dfrac{n_2}{n_1}$. *Đặt* $x = e^{-\frac{\ln 2}{T}t_1}$ *thì* $\dfrac{1-x^k}{1-x} = \dfrac{n_2}{n_1}$ *(Có thể dùng máy tính cầm tay để giải nhanh phương trình này).*

Ví dụ 2: Để đo chu kì bán rã của một chất phóng xạ người ta cho máy đếm xung bắt đầu đếm từ thời điểm t = 0 đến thời điểm t_1 = 2 h máy đếm được n xung, đến thời điểm t_2 = 6 h, máy đếm được 2,3n xung. Xác định chu kì bán rã của chất phóng xạ này.

A. 4,76 h. B. 4,71 h. C. 4,72 h. D. 2,73 h.

Hướng dẫn

$$\frac{1-x^k}{1-x} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{1-x^3}{1-x} = 2,3 \Rightarrow x \approx 0,745 \Rightarrow e^{-\frac{\ln 2}{T}.2} = 0,745 \Rightarrow T \approx 4,71(h)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

9) Viết phương trình phản ứng hạt nhân

Ta dựa vào định luật bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối.

Áp dụng cho trường hợp phóng xạ:

* Với phóng xạ α thì hạt nhân con lùi 2 ô trong bảng hệ thống tuần hoàn so với hạt nhân mẹ và số khối giảm 4 đơn vị.
* Với phóng xạ β^+ thì hạt nhân con lùi 1 ô trong bảng hệ thống tuần hoàn so với hạt nhân mẹ và số khối không thay đổi.

* Với phóng xạ β^- thì hạt nhân con tiến 1 ô trong bảng hệ thống tuần hoàn so với hạt nhân mẹ và số khối không thay đổi.

Như vậy, chỉ có phóng xạ α mới làm thay đổi số khối nên $N_\alpha = \frac{A_{me} - A_{con}}{4}$.

Ví dụ 1: (CĐ-2012) Cho phản ứng hạt nhân: $X + {}^{19}_{9}F \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{16}_{8}O$. Hạt X là

A. anpha. B. nơtron. C. đơteri. D. prôtôn.

Hướng dẫn

${}^{A}_{Z}X + {}^{19}_{9}F \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{16}_{8}O$ $\begin{cases} A + 19 = 4 + 16 \Rightarrow A = 1 \\ Z + 9 = 2 + 8 \Rightarrow Z = 1 \end{cases} \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: Hỏi sau bao nhiêu lần phóng xạ α và bao nhiêu lần phóng xạ β^- thì hạt nhân ${}_{92}U^{238}$ biến đổi thành hạt nhân ${}_{82}Pb^{206}$?

A. 8 phóng xạ α và 6 lần phóng xạ bêta trừ.

B. 9 phóng xạ α và 12 lần phóng xạ bêta trừ.

C. 6 phóng xạ α và 3 lần phóng xạ bêta trừ.

D. 6 phóng xạ α và 8 phóng xạ bêta trừ.

Hướng dẫn

Số phóng xạ α: $N_\alpha = \frac{A_{me} - A_{con}}{4} = \frac{238 - 206}{4} = 8$

Nếu chỉ 8 phóng xạ α thì sẽ làm lùi 2.8 = 16 ô!

Nhưng yêu cầu chỉ lùi 92 – 82 = 10 ô nên phải có 6 phóng xạ bêta trừ để làm tiến 6 ô $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 3: Hạt nhân Bi210 có tính phóng xạ β^- và biến thành hạt nhân của nguyên tử Pôlôni. Khi xác định năng lượng toàn phần E_{Bi} (gồm cả động năng và năng lượng nghỉ) của bítmút trước khi phát phóng xạ, năng lượng toàn phần E_e của hạt β^-, năng lượng toàn phần E_p của hạt Poloni người ta thấy $E_{Bi} \neq E_e + E_P$. Hãy giải thích?

A. Còn có cả hạt nơtrinô và nơtron. B. Còn có cả phản hạt nơtrinô và phôtôn.

C. Còn có cả hạt nơtrinô và bêta cộng. D. Còn có cả hạt nơtrinô và phôtôn.

Hướng dẫn

${}^{210}_{83}Bi \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{210}_{84}Po + \tilde{\nu} + \gamma \Rightarrow$ Chọn B.

2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN ỨNG DỤNG CÁC ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ

Phương pháp giải

1) Độ phóng xạ của lượng chất

Độ phóng xạ ban đầu: $H_0 = \lambda N_0 = \frac{\ln 2}{T} N_0$

Độ phóng xạ ở thời điểm t: $H = H_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$

Với m_0 g khối lượng chất phóng xạ nguyên chất thì $N_0 = \frac{m_0}{A_{me}} N_A$

Nếu chất phóng xạ chứa trong hỗn hợp thì $m_0 = m_{hh}$.phần trăm.

$$H_0 = \frac{\ln 2}{T} \frac{m(g).a_1\%}{A_1} N_A$$

Ví dụ 1: Cho biết chu kì bán rã của Ra224 là 3,7 (ngày), số Avôgađro là $6,02.10^{23}$. Một nguồn phóng xạ Ra có khối lượng 35,84 (μg) thì độ phóng xạ là

A. 3,7 (Ci). B. 5,6 (Ci). C. 3,5 (Ci). D. 5,4 (Ci).

Hướng dẫn

$$H_0 = \frac{ln2}{T}.\frac{m_0}{A_{me}} N_A = \frac{ln2}{3,7.86400}.\frac{35,84.10^{-6}}{224} \times 6,02.10^{23} \times \frac{1Ci}{3,7.10^{10}} \approx 5,6(Ci)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 2: Cm^{244} là một nguyên tố phóng xạ với hằng số phóng xạ $1,21.10^{-9}\ s^{-1}$. Ban đầu một mẫu có độ phóng bằng 10^4 phân rã/s, thì độ phóng xạ sau 3650 ngày là

A. 0,68 (Bq). B. $2,21.10^2$ (Bq). C. $6,83.10^3$ (Bq). D. $6,83.10^2$ (Bq).

Hướng dẫn

$$H = H_0 e^{-\lambda t} = 10^4.e^{-1,21.10^{-9}.3650.86400} \approx 6,83.10^3\,(Bq) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 3: Chất phóng xạ $_{27}Co^{60}$ có chu kì bán rã 5,33 (năm) (xem 1 năm = 365 ngày), một đồng vị khác $_{27}Co^{59}$ không có tính phóng xạ. Một loại côban tự nhiên là hỗn hợp của hai đồng vị Co60 và Co59 với tỉ lệ khối lượng tương ứng là 1:49. Biết số Avôgađrô $6,023.10^{23}$. Độ phóng xạ ban đầu của 15 (g) hỗn hợp là

A. 274 (Ci). B. 275 (Ci). C. 336 (Ci). D. 97,4 (Ci).

Hướng dẫn

$$H_0 = \frac{\ln 2}{T} \frac{m(g).a_1\%}{A_1} N_A$$

$$H_0 = \frac{\ln 2}{5,33.365.86400} \frac{15(g).2\%}{60} 6,023.10^{23}(Bq) \times \frac{1Ci}{3,7.10^{10}} \approx 336(Ci)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 4: Một khối phóng xạ có độ phóng xạ ban đầu H_0, gồm 2 chất phóng xạ có số hạt nhân ban đầu bằng nhau. Chu kì bán rã của chúng lần lượt là $T_1 = 2$ h và $T_2 = 3$ h. Sau 6 h, độ phóng xạ của khối chất còn lại là

A. $7H_0/40$. B. $3H_0/16$. C. $9H_0/40$. D. $5H_0/16$.

Hướng dẫn

$$H_0 = \frac{\ln 2}{T_1} N_0 + \frac{\ln 2}{T_2} N_0 \Rightarrow N_0 \ln 2 = \frac{6}{5} H_0$$

$$\Rightarrow H = \frac{\ln 2}{T_1} N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_1}t} + \frac{\ln 2}{T_2} N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_2}t} = \frac{7H_0}{40} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: $\begin{cases} H_0 = \dfrac{\Delta N_0}{\Delta t_0} \\ H = \dfrac{\Delta N}{\Delta t} \end{cases} \xrightarrow{H = H_0 e^{-\frac{ln2}{T}t}} \dfrac{\Delta N}{\Delta t} = \dfrac{\Delta N_0}{\Delta t_0}.e^{-\frac{ln2}{T}t}$

Ví dụ 5: Một mẫu phóng xạ Si31 ban đầu trong 5 phút có 196 nguyên tử bị phân rã, nhưng sau đó 5,2 giờ (kể từ t = 0) cùng trong 5 phút chỉ có 49 nguyên tử bị phân rã. Chu kỳ bán rã của Si31 là

A. 2,6 giờ. B. 3,3 giờ. C. 4,8 giờ. D. 5,2 giờ.

Hướng dẫn

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{\Delta N_0}{\Delta t_0}.e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \frac{49}{5} = \frac{196}{5} e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow T \approx 2,6(h) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

2) Số hạt bị phân rã trong thời gian ngắn

Để tìm quan hệ về số hạt bị phân rã trong thời gian ngắn ($\Delta t << T$) ta xuất phát từ công thức tính độ phóng xạ: $H = H_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \dfrac{\Delta N}{\Delta t} = \dfrac{\Delta N_0}{\Delta t_0} e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

Trong đó, ΔN_0 là số hạt bị phân rã trong thời gian Δt_0 ở lúc đầu; ΔN là số hạt bị phân rã trong thời gian Δt ở thời điểm t.

Ví dụ 1: Lúc đầu, một nguồn phóng xạ Côban có 10^{14} hạt nhân phân rã trong ngày đầu tiên. Biết chu kỳ bán rã của Côban là T = 4 năm. Sau 12 năm, số hạt nhân của nguồn này phân rã trong hai ngày là

A. $2,5.10^{13}$ hạt nhân. B. $3,3.10^{13}$ hạt nhân.

C. $5,0.10^{13}$ hạt nhân. D. $6,6.10^{13}$ hạt nhân.

Hướng dẫn

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{\Delta N_0}{\Delta t} e^{-\frac{ln2}{T}t} \Rightarrow \frac{\Delta N}{2.86400} = \frac{10^{14}}{86400}.e^{-\frac{ln2}{4}12} \Rightarrow \Delta N = 2,5.10^{13}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Lúc đầu, một nguồn phóng xạ X có 10^{20} hạt nhân phân rã trong 2 giờ đầu tiên. Sau ba chu kì bán rã T (biết T cỡ triệu năm), số hạt nhân của nguồn này phân rã trong thời gian gian Δt là 375.10^{17}. Tính Δt.

A. 6 h. B. 4 h. C. 3 h. D. 9 h.

Hướng dẫn

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{\Delta N_0}{\Delta t_0} e^{-\frac{ln2}{T}t} \Rightarrow \frac{375.10^{17}}{\Delta t} = \frac{10^{20}}{2}.e^{-\frac{ln2}{T}3T} \Rightarrow \Delta t = 6(h) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 3: Tại thời điểm t_1 độ phóng xạ của một mẫu chất là x, ở thời điểm t_2 là y. Nếu chu kì bán rã của mẫu là T thì số hạt phân rã trong khoảng thời gian $t_2 - t_1$ là:

A. (x - y)ln2/T. B. $xt_1 - yt_2$. C. x – y. D. (x - y)T/ln2.

Hướng dẫn

$$H = \lambda N = \frac{\ln 2}{T}N \begin{cases} x = \dfrac{\ln 2}{T}N_1 \\ y = \dfrac{\ln 2}{T}N_2 \end{cases} \Rightarrow N_1 - N_2 = \frac{(x-y)T}{\ln 2} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 4: Hai chất phóng xạ (1) và (2) có chu kỳ bán rã và hằng số phóng xạ tương ứng là T_1 và T_2 ; λ_1 và λ_2 và số hạt nhân ban đầu N_2 và N_1. Biết (1) và (2) không phải là sản phẩm của nhau trong quá trình phân rã. Sau khoảng thời gian bao lâu, số hạt nhân của hai chất bằng nhau?

A. $t = \dfrac{1}{\lambda_2 - \lambda_1}\ln\dfrac{N_2}{N_1}$. B. $t = \dfrac{1}{\lambda_1 - \lambda_2}\ln\dfrac{N_2}{N_1}$.

C. $t = (T_2 - T_1)\ln\dfrac{N_2}{N_1}$. D. $t = (T_1 - T_2)\ln\dfrac{N_2}{N_1}$.

Hướng dẫn

$$N_1 e^{-\lambda_1 t} = N_2 e^{-\lambda_2 t} \Rightarrow e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow (\lambda_2 - \lambda_1)t = \ln\frac{N_2}{N_1} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1}\ln\frac{N_2}{N_1}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

3) Ứng dụng chữa bệnh ung thư

Trong điều trị ung thư, bệnh nhân được chiếu xạ với một liều xác định một nguồn phóng xạ tức là $\Delta N = \Delta N_0$ nên thay vào công thức $\dfrac{\Delta N}{\Delta t} = \dfrac{\Delta N_0}{\Delta t_0}e^{-\frac{ln2}{T}t}$ ta được:

$$\frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t_0}e^{-\frac{ln2}{T}t} \Rightarrow \Delta t = \Delta t_0 e^{\frac{ln2}{T}t}$$

Ví dụ 1: Trong điều trị ung thư, bệnh nhân được chiếu xạ với một liều xác định nào đó từ một nguồn phóng xạ (chất phóng xạ có chu kì bán rã là 5,25 năm). Khi nguồn được sử dụng lần đầu thì thời gian cho một liều chiếu xạ là 15 phút. Hỏi sau 2 năm thì thời gian cho một lần chiếu xạ là bao nhiêu phút?

A. 13,0 phút. B. 14,1 phút. C. 10,7 phút. D. 19,5 phút.

Hướng dẫn

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{\Delta N_0}{\Delta t_0}e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t_0}e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \Delta t = \Delta t_0 e^{\frac{\ln 2}{T}t} = 15.e^{\frac{\ln 2}{5,25}2} \approx 19,5(\text{phút})$$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 2: Một bệnh nhân điều trị bằng đồng vị phóng xạ, dùng tia γ để diệt tế bào bệnh. Thời gian chiếu xạ lần đầu là Δt = 20 phút, cứ sau 1 tháng thì bệnh nhân phải tới bệnh viện khám bệnh và tiếp tục chiếu xạ. Biết đồng vị phóng xạ đó có chu kỳ bán rã T = 4 tháng (coi $\Delta t << T$) và vẫn dùng nguồn phóng xạ trong lần đầu. Hỏi lần chiếu xạ thứ 4 phải tiến hành trong bao lâu để bệnh nhân được chiếu xạ với cùng một lượng tia γ như lần đầu?

A. 40 phút. B. 24,2 phút. C. 20 phút. D. 33,6 phút.

Hướng dẫn

Lần 2 thì t = 1 tháng, lần 3 thì t = 2 tháng, lần 4 thì t = 3 tháng.

$$\Delta t = \Delta t_0 e^{\frac{\ln 2}{T}t} = 20.e^{\frac{\ln 2}{4}3} \approx 33,6(\text{phút}) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 3: Trong điều trị ung thư, bệnh nhân được chiếu xạ với một liều xác định nào đó từ một nguồn phóng xạ với chu kì bán rã là 4 năm. Khi nguồn được sử dụng lần đầu thì thời gian cho một lần chiếu xạ là Δt_0. Cứ sau 1 năm bệnh nhân phải tới bệnh viện khám bệnh và tiếp tục chiếu xạ. Tính Δt_0 biết lần chiếu xạ thứ 4 chiếu trong thời gian 20 phút.

A. 15,24 phút. B. 11,89 phút. C. 20,18 phút. D. 16,82 phút.

Hướng dẫn

$$\Delta t = \Delta t_0 e^{\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow 20 = \Delta t_0 e^{\frac{\ln 2}{4}3} \Rightarrow \Delta t_0 \approx 11,89(\text{phút}) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

4) Tuổi của thiên thể

Giả sử khi mới hình thành một thiên thể tỉ lệ hai đồng vị U238 và U235 là a:b (số hạt nguyên chất tương ứng là aN_0 và bN_0). Số hạt còn lại hiện nay lần lượt là

$$\begin{cases} N_1 = aN_0.e^{-\frac{\ln 2}{T_1}t} \\ N_2 = bN_0.e^{-\frac{\ln 2}{T_2}t} \end{cases} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{a}{b}e^{\left(\frac{\ln 2}{T_2} - \frac{\ln 2}{T_1}\right)t} \Rightarrow t = ?$$

Ví dụ 1: Hiện nay trong quặng thiên nhiên có cả U238 và U235 theo tỉ lệ số nguyên tử là 140:1. Giả thiết ở thời điểm hình thành Trái Đất tỉ lệ trên là 1:1. Tính tuổi của Trái đất, biết chu kì bán rã của U238 và U235 là $T_1 = 4,5.10^9$ năm $T_2 = 0,713.10^9$ năm.

A. 6.10^9 năm. B. $5,5.10^9$ năm. C. 5.10^9 năm. D. $6,5.10^8$ năm.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} N_1 = N_0 e^{-\frac{ln2}{T_1}t} \\ N_2 = N_0 e^{-\frac{ln2}{T_1}t} \end{cases} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = e^{t ln2\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)} \Rightarrow \frac{140}{1} = e^{t ln2\left(\frac{1}{0,713} - \frac{1}{4,5}\right)} \Rightarrow t \approx 6.10^9 (năm)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Một mẫu quặng Uran tự nhiên gồm U235 với hàm lượng 0,72% và phần còn lại là U238. Hãy xác định hàm lượng của U235 và thời kì Trái Đất được tạo thành cách đây 4,5 (tỉ năm). Cho biết chu kì bán rã của các đồng vị U235 và U238 lần lượt là 0,704 (tỉ năm) và 4,46 (tỉ năm).

A. 22%. B. 24%. C. 23%. D. 25%.

Hướng dẫn

$$\begin{cases} m_1 = m_{10}e^{-\frac{\ln 2}{T_1}t} \\ m_2 = m_{20}e^{-\frac{\ln 2}{T_1}t} \end{cases} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{m_{10}}{m_{20}}e^{t\ln 2\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)}$$

$$\Rightarrow \frac{m_{10}}{m_{20}} = \frac{m_1}{m_2}e^{-t\ln 2\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)} = \frac{0,72}{99,28}e^{-4,5\ln 2\left(\frac{1}{4,46}-\frac{1}{0,704}\right)} \approx 0,303$$

$$\Rightarrow \%m_{10} = \frac{0,303}{1,303} \approx 0,23 = 23\% \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

5) Tuổi hòn đá

Giả sử khi mới hình thành một hòn đá, chỉ có U238, cứ mỗi hạt U238 phân rã tạo ra một hạt Pb206. Đến thời điểm t, số hạt U238 còn lại và số hạt Pb206 tạo thành lần lượt là: $\begin{cases} N_{me} = N_0e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \\ N_{con} = N_0\left(1-e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right) \end{cases} \Rightarrow \frac{N_{con}}{N_{me}} = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1\right)$

Ta có tỉ lệ về khối lượng: $\frac{m_{con}}{m_{me}} = \frac{A_{con}}{A_{me}}\left(e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1\right)$

Ví dụ 1: (ĐH-2012)Hạt nhân urani $^{238}_{92}U$ sau một chuỗi phân rã, biến đổi thành hạt nhân chì $^{206}_{82}Pb$. Trong quá trình đó, chu kì bán rã của $^{238}_{92}U$ biến đổi thành hạt nhân chì là $4,47.10^9$ năm. Một khối đá được phát hiện có chứa $1,188.10^{20}$ hạt nhân $^{238}_{92}U$ và $6,239.10^{18}$ hạt nhân $^{206}_{82}Pb$. Giả sử khối đá lúc mới hình thành không chứa chì và tất cả lượng chì có mặt trong đó đều là sản phẩm phân rã của $^{238}_{92}U$. Tuổi của khối đá khi được phát hiện là

A. $3,3.10^8$ năm. B. $6,3.10^9$ năm. C. $3,5.10^7$ năm. D. $2,5.10^6$ năm.

Hướng dẫn

$$\frac{N_{con}}{N_{me}} = \left(e^{\frac{\ln 2}{T}t}-1\right) \Rightarrow \frac{6,239.10^{18}}{1,188.10^{20}} = e^{\frac{\ln 2}{4,47.10^9}t}-1 \Rightarrow t = 3,3.10^8\,(năm)$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: Đồng vị U238 sau một loạt phóng xạ α và β biến thành chì theo phương trình sau: U238 → 8α + 6β⁻ + Pb206. Chu kì bán rã của quá trình đó là 4,6 (tỉ năm). Giả sử có một loại đá chỉ chứa U238, không chứa chì. Nếu hiện nay tỉ lệ các khối lượng của Uran và chì trong đá ấy là 37 thì tuổi của đá ấy là bao nhiêu?

A. 0,1 tỉ năm. B. 0,2 tỉ năm. C. 0,3 tỉ năm. D. 0,4 tỉ năm.

Hướng dẫn

$$\frac{m_{con}}{m_{me}}=\frac{A_{con}}{A_{me}}\left(e^{\frac{ln2}{T}t}-1\right)\Rightarrow\frac{1}{37}=\frac{206}{238}\left(e^{\frac{ln2}{4,6}t}-1\right)\Rightarrow t\approx 0,2\left(\text{tỉ năm}\right)\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

6) Tuổi của cổ vật có nguồn gốc sinh vật

Gọi H và H_0 lần lượt là độ phóng xạ của cổ vật và của mẫu mới tương tự về khối lượng về thể loại.

Nếu xem H_0 cũng chính là độ phóng xạ lúc đầu của cổ vật thì: $H=H_0e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

Ví dụ 1: Bằng phương pháp cacbon 14 (chu kỳ bán rã của C14 là 5600 năm) người ta đo được độ phóng xạ của một đĩa gỗ của người Ai cập cổ là 0,15 Bq; độ phóng xạ của một khúc gỗ vừa mới chặt có cùng khối lượng là 0,25 Bq. Tuổi của đĩa cổ là

A. 4100 năm. B. 3700 năm. C. 2500 năm. D. 2100 năm.

Hướng dẫn

$$H=H_0e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\Rightarrow 0,15=0,25e^{-\frac{\ln 2}{5600}t}\Rightarrow t\approx 4100\left(\text{năm}\right)\Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý:

1) *Khối lượng mẫu mới = k khối lượng cổ vật:* $H_{\text{cổ}}=\frac{H_{\text{mới}}}{k}e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

2) *Khối lượng cổ vật = k khối lượng mẫu mới:* $\frac{H_{\text{cổ}}}{k}=H_{\text{mới}}e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

Ví dụ 2: Phân tích một tượng gỗ cổ (đồ cổ) người ta thấy rằng độ phóng xạ β⁻ của nó bằng 0,385 lần độ phóng xạ của một khúc gỗ mới chặt có khối lượng gấp đôi khối lượng của tượng gỗ đó. Đồng vị ^{14}C có chu kỳ bán rã là 5600 năm. Tuổi tượng gỗ là

A. 35000 năm. B. 2,11 nghìn năm. C. 7,71 nghìn năm. D. 13312 năm.

Hướng dẫn

$$H_{\text{cổ}}=\frac{H_{\text{mới}}}{k}e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\Rightarrow \underbrace{H_{\text{cổ}}}_{0,385H_{\text{mới}}}=\frac{H_{\text{mới}}}{2}e^{-\frac{\ln 2}{5600}t}\Rightarrow t\approx 2,11.10^3\left(\text{năm}\right)\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 3: Một ngôi mộ cổ vừa mới khai quật. Một mẫu ván quan tài của nó chứa 50 g cacbon có độ phóng xạ là 457 phân rã/phút (chỉ có C14 là phóng xạ). Biết rằng độ phóng xạ của cây cối đang sống vào khoảng 3000 phân rã/phút tính trên 200 g cacbon. Chu kì bán rã của C14 khoảng 5600 năm. Tuổi của ngôi mộ cổ đó là

A. 9,2 nghìn năm. B. 1,5 nghìn năm. C. 2,2 nghìn năm. D. 4 nghìn năm.

Hướng dẫn

Ta so sánh độ phóng xạ 1 g mẫu mới (3000/200) và 1 g cổ vật (457/50) nên

$$H = H_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \frac{457}{50} = \frac{3000}{200} e^{-\frac{\ln 2}{5600}t} \Rightarrow t \approx 4.10^3 (\text{năm}) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

7) Đo thể tích máu trong cơ thể sống

Để xác định thể tích máu có trong cơ thể sống, ban đầu người ta đưa vào máu một lượng chất phóng xạ (N_0, n_0, H_0) chờ cho đến thời điểm t để chất phóng xạ phân bố đều vào toàn bộ thể tích máu V (lúc này tổng lượng chất phóng xạ chỉ còn $N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}, n_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}, H_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$) thì người ta lấy ra V_1 thể tích máu để xác định lượng chất phóng xạ chứa trong V_1 này (N_1, n_1, H_1). Ta có:

$$\begin{cases} \frac{N_0}{V} e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = \frac{N_1}{V_1} \\ \frac{n_0}{V} e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = \frac{n_1}{V_1} \\ \frac{H_0}{V} e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = \frac{H_1}{V_1} \end{cases}$$

Nếu lúc đầu đưa vào máu V_0 thể tích dung dịch chứa chất phóng xạ với nồng độ C_{M0} thì $n_0 = V_0 C_{M0}$ và lượng nước chứa trong thể tích V_0 sẽ thẩm thấm ra ngoài nên không làm thay đổi thể tích máu: $\frac{V_0 C_{M0}}{V} e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = \frac{n_1}{V_1}$

Ví dụ 1: Để xác định thể tích máu trong cơ thể sống bác sĩ đã cho vào V_0 (lít) một dung dịch chứa Na24 (Đồng vị Na24 là chất phóng xạ có chu kì bán rã T) với nồng độ C_{M0} (mol/l). Sau thời gian hai chu kì người ta lấy V_1 (lít) máu của bệnh nhân thì tìm thấy n_1 (mol) Na24. Xác định thể tích máu của bệnh nhân. Giả thiết chất phóng xạ được phân bố đều vào máu.

A. $V_0V_1C_{M0}/n_1$. B. $2V_0V_1C_{M0}/n_1$. C. $0,25V_0V_1C_{M0}/n_1$. D. $0,5V_0V_1C_{M0}/n_1$.

Hướng dẫn

$$\frac{V_0 C_{M0}}{V} e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = \frac{n_1}{V_1} \Rightarrow \frac{V_0 C_{M0}}{V} e^{-\frac{\ln 2}{T}2T} = \frac{n_1}{V_1} \Rightarrow V = 0,25 \frac{V_1 V_0 C_{M0}}{n_1}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: Để xác định thể tích máu trong cơ thể bệnh nhân bác sĩ đã cho vào 1 (ml) một dung dịch chứa I-131 (Đồng vị I-131 là chất phóng xạ có chu kì bán rã 8,06 (h)) có độ phóng xạ 4.10^{-6} (Ci). Sau 1 (h) người ta lấy 1 (ml) máu của bệnh nhân thì độ phóng xạ của lượng máu này là $7,8.10^{-10}$ (Ci). Xác định thể tích máu của bệnh nhân. Giả thiết chất phóng xạ được phân bố đều vào máu.

A. 5,05 lít. B. 4,71 lít. C. 4,72 lít. D. 4,73 lít.

Hướng dẫn

$$\frac{H_0}{V}e^{-\frac{\ln 2}{T}t}=\frac{H_1}{V_1}\Rightarrow\frac{4.10^{-6}}{V}e^{-\frac{\ln 2}{8,06}1}=\frac{7,8.10^{-10}}{10^{-3}}\Rightarrow V\approx 4,71(l)\Rightarrow \text{Chọn B.}$$

3. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN NĂNG LƯỢNG PHÓNG XẠ, NĂNG LƯỢNG PHÂN HẠCH, NĂNG LƯỢNG NHIỆT HẠCH.

Phương pháp giải

Phóng xạ, phân hạch và nhiệt hạch là các phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

1) Năng lượng phóng xạ

Hạt nhân mẹ A đứng yên phóng xạ thành hai hạt B (hạt nhân con) và C (hạt phóng xạ): A → B + C

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng và định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$\begin{cases}\vec{0}=m_C\vec{v}_C+m_B\vec{v}_B\\ m_Ac^2=W_C+W_B+(m_C+m_B)c^2\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}m_C\vec{v}_C=-m_B\vec{v}_B\\ W_C+W_B=\Delta E\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}m_BW_B=m_CW_C\\ W_B+W_C=\Delta E\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}W_C=\dfrac{m_B}{m_C+m_B}\Delta E\\ W_B=\dfrac{m_C}{m_C+m_B}\Delta E\end{cases}$$

Nhận xét: Hai hạt sinh ra chuyển động theo hai hướng ngược nhau, có tốc độ và động năng tỉ lệ nghịch với khối lượng.

Nếu bỏ qua bức xạ gama thì năng lượng tỏa ra chuyển hết thành động năng của các hạt tạo thành.

Ví dụ 1: Hạt nhân A (có khối lượng m_A) đứng yên phóng xạ thành hạt B (có khối lượng m_B) và C (có khối lượng m_C) theo phương trình phóng xạ: A → B + C. Nếu phản ứng toả năng lượng ΔE thì động năng của B là

A. $\Delta E.m_C/(m_B+m_C)$. B. $\Delta E.m_B/(m_B+m_C)$.

C. $\Delta E.(m_B+m_C)/m_C$. D. $\Delta E.m_B/m_C$.

Hướng dẫn

Ta có cách nhớ nhanh: Động năng các hạt sinh ra tỉ lệ nghịch với khối lượng và tổng động năng của chúng bằng ΔE nên: "toàn bộ có m_B+m_C phần trong đó W_B chiếm m_C phần và W_C chiếm m_B phần": $W_B=\dfrac{m_C}{m_B+m_C}\Delta E\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 2: (ĐH-2008) Hạt nhân A đang đứng yên thì phân rã thành hạt nhân B có khối lượng m_B và hạt α có khối lượng m_α. Tỉ số giữa động năng của hạt nhân B và động năng của hạt α ngay sau phân rã bằng

A. (m_α/m_B). B. $(m_B/m_\alpha)^2$. C. $(m_\alpha/m_B)^2$. D. m_B/m_α.

Hướng dẫn

$A \to B + \alpha$

Cách 1: Động năng các hạt sinh ra tỉ lệ nghịch với khối lượng: $\frac{W_B}{W_\alpha} = \frac{m_\alpha}{m_B} \Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2: $\vec{0} = m_B\vec{v}_B + m_\alpha\vec{v}_\alpha \Rightarrow (m_B v_B)^2 = (m_\alpha v_\alpha)^2 \Rightarrow m_B W_B = m_\alpha W_\alpha \Rightarrow \frac{W_B}{W_\alpha} = \frac{m_\alpha}{m_B}$

Ví dụ 3: (ĐH – 2011) Một hạt nhân X đứng yên, phóng xạ α và biến thành hạt nhân Y. Gọi m_1 và m_2, v_1 và v_2, K_1 và K_2 tương ứng là khối lượng, tốc độ, động năng của hạt α và hạt nhân Y. Hệ thức nào sau đây là đúng?

A. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{K_1}{K_2}$.

B. $\frac{v_2}{v_1} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{K_2}{K_1}$.

C. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{K_1}{K_2}$.

D. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{K_2}{K_1}$.

Hướng dẫn

Hai hạt sinh ra chuyển động theo hai hướng ngược nhau, có tốc độ và động năng tỉ lệ nghịch với khối lượng $\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 4: Ban đầu hạt nhân Po210 đứng yên phóng xạ α theo phản ứng: Po210 → α + X. Cho khối lượng của các hạt: m_α = 4,0015u; m_{Po} = 209,9828u; m_X = 205,9744u; $1uc^2$ = 931 (MeV); 1 MeV = $1,6.10^{-13}$ J. Biết năng lượng toả ra trong phản ứng chuyển hết thành động năng của các hạt tạo thành. Động năng của hạt X là:

A. $1,94.10^{-14}$ J. B. $1,95.10^{-14}$ J. C. $1,96.10^{-14}$ J. D. $1,97.10^{-14}$ J.

Hướng dẫn

$\Delta E = (m_{Po} - m_\alpha - m_X)c^2 = 6,4239(MeV)$

Động năng các hạt sinh ra tỉ lệ nghịch với khối lượng và tổng động năng của chúng bằng ΔE nên: "toàn bộ có $m_\alpha + m_X$ phần trong đó W_α chiếm m_X phần và W_X chiếm m_α phần": $W_X = \frac{m_\alpha}{m_\alpha + m_X}\Delta E \approx 1,96.10^{-14}(J)$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 5: Hạt nhân Ra226 đứng yên phóng xạ ra hạt α theo phương trình sau: Ra226 → α + Rn222. Cho biết tỉ lệ khối lượng của hạt nhân Rn và hạt α là 55,47. Biết năng lượng toả ra trong phản ứng chuyển hết thành động năng của các hạt tạo thành. Hỏi bao nhiêu % năng lượng toả ra chuyển thành động năng của hạt α.

A. 98,22%. B. 98,23%. C. 98,24%. D. 98,25%.

Hướng dẫn

$\%W_\alpha = \frac{W_\alpha}{\Delta E} = \frac{m_{Th}}{m_{Th} + m_\alpha} \approx 98,23\% \Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: (ĐH-2012) Một hạt nhân X, ban đầu đứng yên, phóng xạ α và biến thành hạt nhân Y. Biết hạt nhân X có số khối là A, hạt α phát ra tốc độ v. Lấy khối lượng của hạt nhân bằng số khối của nó tính theo đơn vị u. Tốc độ của hạt nhân Y bằng

A. $\frac{4v}{A+4}$. B. $\frac{2v}{A-4}$. C. $\frac{4v}{A-4}$. D. $\frac{2v}{A+4}$.

Hướng dẫn

${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{A-4}_{Z-2}Y$

$\vec{0} = m_Y\vec{v}_Y + m_\alpha\vec{v}_\alpha \Rightarrow m_Y\vec{v}_Y = -m_\alpha\vec{v}_\alpha \Rightarrow v_Y = \frac{m_\alpha v_\alpha}{m_Y} = \frac{4v}{A-4} \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 7: Hạt nhân U234 đứng yên phóng xạ ra hạt α theo phương trình: U234 → α + Th230. Biết năng lượng toả ra trong phản ứng là $2,2.10^{-12}$ J và chuyển hết thành động năng của các hạt tạo thành. Cho khối lượng các hạt: m_α = 4,0015u, m_{Th} = 229,9737u, 1u = $1,6605.10^{-27}$ kg. Tốc độ của hạt anpha là:

A. $0,256.10^8$ m/s. B. $0,255.10^8$ m/s. C. 0,084 m/s. D. $0,257.10^8$ m/s.

Hướng dẫn

$$W_\alpha = \frac{m_{Th}}{m_{Th}+m_\alpha}\Delta E = \frac{229,9737}{229,9737+4,0015}.2,2.10^{-12} \approx 2,1624.10^{-12}(J)$$

$$\Rightarrow v_\alpha = \sqrt{\frac{2W_\alpha}{m_\alpha}} = \sqrt{\frac{2.2,1624.10^{-12}}{4,0015.1,6605.10^{-27}}} \approx 0,255.10^8(m/s) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Chú ý: Để tính năng lượng do 1 phân rã tạo ra có thể làm theo 1 trong các cách sau:

* $\Delta E = (m_A - m_B - m_C)c^2 = (\Delta m_B + \Delta m_C - \Delta m_A)c^2 = W_{lkB} + W_{lkC} - W_{lkA}$

* $\Delta E = W_B + W_C$ *với* $m_B W_B = m_C W_C$

Ví dụ 8: (CĐ-2010) Pôlôni ${}_{84}{}^{210}Po$ phóng xạ α và biến đổi thành chì Pb. Biết khối lượng các hạt nhân Po; α; Pb lần lượt là: 209,937303 u; 4,001506 u; 205,929442 u và 1 u = 931,5 MeV/c^2. Năng lượng tỏa ra khi một hạt nhân pôlôni phân rã xấp xỉ bằng

A. 5,92 MeV. B. 2,96 MeV. C. 29,60 MeV. D. 59,20 MeV.

Hướng dẫn

$\Delta E = (m_{Po} - m_\alpha - m_X)c^2 = 5,92(MeV) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 9: Hạt nhân U234 đứng yên phóng xạ ra hạt α theo phương trình sau: U234 → α + Th230. Cho biết tỉ lệ khối lượng của hạt nhân Th và hạt α là 57,47. Biết năng lượng toả ra trong phản ứng chuyển hết thành động năng của các hạt tạo thành. Động năng của hạt α là 4 MeV. Tính năng lượng phản ứng tỏa ra.

A. 4,06 MeV. B. 4,07 MeV. C. 4,04 MeV. D. 4,08 MeV.

Hướng dẫn

$$\Delta E = W_\alpha + W_{Th} \xrightarrow{m_\alpha W_\alpha = m_{Th} W_{Th}} \Delta E = W_\alpha + \frac{m_\alpha}{m_{Th}} W_\alpha = 4 + \frac{1}{57,47}.4 \approx 4,07(MeV)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 10: Hạt nhân Ra226 đứng yên phóng ra một hạt α và biến đổi thành hạt nhân X. Động năng của hạt α phóng ra bằng 4,8 MeV. Coi tỉ lệ khối lượng xấp xỉ bằng tỉ số của số khối. Năng lượng một phân rã toả ra là

A. 4,886 MeV. B. 4,885 MeV. C. 4,884 MeV. D. 0 MeV.

Hướng dẫn

$$\Delta E = \mathrm{W}_\alpha + \mathrm{W}_{Rn} = \mathrm{W}_\alpha + \frac{m_\alpha}{m_{Th}} \mathrm{W}_\alpha = 4,886(MeV) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Chú ý: Nếu năng lượng do 1 phân rã tạo là ΔE thì năng lượng do N phân rã tạo ra là $Q = N\Delta E$.

Số phân rã luôn bằng số hạt nhân mẹ bị phân rã: $\left[\begin{array}{l} N = \dfrac{m}{A_{me}} N_A \\ N = \dfrac{H}{\lambda} = \dfrac{HT}{\ln 2} \end{array}\right.$

Ví dụ 11: Pôlôni ${}_{84}{}^{210}\mathrm{Po}$ phóng xạ α và biến đổi thành chì Pb. Mỗi phân rã toả ra 6,3 MeV. Biết số Avôgađrô $6,02.10^{23}$/mol, khối lượng mol của ${}_{84}{}^{210}\mathrm{Po}$ là 210 g/mol, 1 MeV = $1,6.10^{-13}$ J. Ban đầu có 1 g nguyên chất, sau khi phân rã hết năng lượng toả ra là

A. $1,81.10^{20}$ MeV. B. $28,896.10^9$ J. C. $28,896.10^8$ J. D. $1,81.10^{21}$ MeV.

Hướng dẫn

$$Q = N\Delta E = \frac{m}{A_{me}} N_A.\Delta E = \frac{1}{210}.6,02.10^{23}.6,3.1,6.10^{-13} = 28,896.10^8(J)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 12: Hạt nhân Ra226 đứng yên phóng ra một hạt α và biến đổi thành hạt nhân X. Tốc độ của hạt α phóng ra bằng $1,51.10^7$ m/s. Coi tỉ lệ khối lượng xấp xỉ bằng tỉ số của số khối. Biết số Avôgađrô $6,02.10^{23}$/mol, khối lượng mol của Ra226 là 226 g/mol và khối lượng của hạt α là 4,0015u, 1u = $1,66.10^{-27}$ kg. Khi phân rã hết 0,1 μg Ra226 nguyên chất năng lượng toả ra là

A. 100 J. B. 120 J. C. 205 J. D. 87 J.

Hướng dẫn

$$\Delta E = \mathrm{W}_\alpha + \mathrm{W}_{Rn} = \mathrm{W}_\alpha + \frac{m_\alpha}{m_{Rn}} \mathrm{W}_\alpha \xrightarrow{\mathrm{W}_\alpha = \frac{m_\alpha v_\alpha^2}{2}}$$

$$\Delta E = \left(1 + \frac{4}{222}\right)\frac{4,0015.1,66.10^{-27}.\left(1,51.10^{7}\right)^{2}}{2} \approx 7,71.10^{-13}\left(J\right)$$

$$Q = N\Delta E = \frac{m}{A_{me}}N_A\Delta E = \frac{10^{-7}}{226}.6,02.10^{23}.7,71.10^{-13} \approx 205\left(J\right) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 13: Pôlôni $_{84}Po^{210}$ là chất phóng xạ α thành hạt nhân chì Pb206 với chu kì bán rã là 138 (ngày). Độ phóng xạ ban đầu của của một lượng chất phóng xạ $1,5.10^{11}$ (Bq). Cho khối lượng: $m_\alpha = 4,0015u$; $m_{Po} = 209,9828u$; $m_{Pb} = 205,9744u$; $N_A = 6,02.10^{23}$; $1uc^2 = 931$ (MeV). Tìm năng lượng toả ra khi lượng chất trên phân rã hết.

A. $1,844.10^{19}$ (MeV). B. 6,42 (MeV).

C. $1,845.10^{19}$ (MeV). D. $1,66.10^{19}$ (MeV).

Hướng dẫn

$$\Delta E = \left(m_{Po} - m_\alpha - m_{Pb}\right)c^2 \approx 6,4239\left(MeV\right)$$

$$Q = N\Delta E = \frac{HT}{\ln 2}\Delta E = \frac{1,5.10^{11}.138.86400}{\ln 2}.6,4239 \approx 1,66.10^{19}\left(MeV\right) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Chú ý: Trong phóng xạ alpha nếu viết phương trình phóng xạ: $A \to B + \alpha$ thì động năng của hạt α là $W_\alpha = \frac{m_B}{m_B + m_\varepsilon}\Delta E$.

Thực tế, đo được động năng của hạt α là $W'_\alpha < W_\alpha$! Tại sao vậy?

Điều này được giải thích là trong phóng xạ alpha còn có cả bức xạ gama:

$A \to B + \alpha + \gamma$

Do đó, năng lượng của bức xạ gama: $\varepsilon = W_\alpha - W'_\alpha$ với $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$.

Ví dụ 14: Radon $_{86}Rn^{222}$ là chất phóng xạ α và chuyển thành hạt nhân X. Biết rằng sự phóng xạ này toả ra năng lượng 12,5 (MeV) dưới dạng động năng của hai hạt sinh ra. Cho biết tỉ lệ khối lượng của hạt nhân X và hạt α là 54,5. Trong thực tế người ta đo được động năng của hạt α là 11,74 MeV. Sự sai lệch giữa kết quả tính toán và kết quả đo được giải thích là do có phát ra bức xạ γ. Tính năng lượng của bức xạ γ.

A. 0,51 (MeV). B. 0,52 (MeV). C. 0,53 (MeV). D. 0,54 (MeV).

Hướng dẫn

$$\varepsilon = W_\alpha - W'_\alpha = \frac{m_{Th}}{m_{Th} + m_\alpha}\Delta E - W'_\alpha = \frac{54,5}{55,5}12,5 - 11,74 = 0,53\left(MeV\right)$$

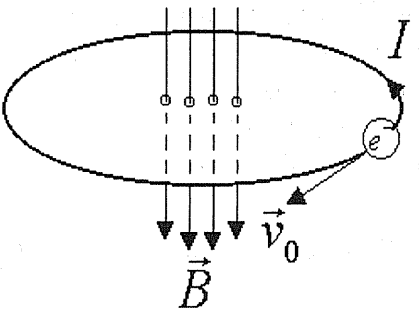
$\Rightarrow$ Chọn C.

Chú ý: Khi cho chùm tia phóng xạ chuyển động vào trong từ trường đều thì cần phân biệt các trường hợp sau:

1) Trường hợp $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$

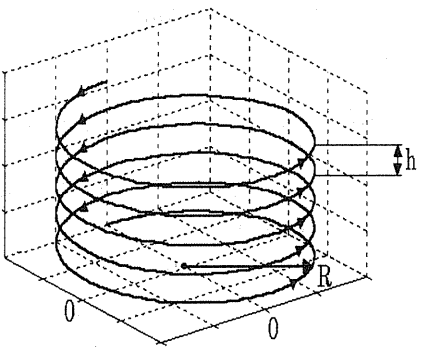
+ *Lực Loren tác dụng lên hạt phóng xạ (α, β), có phương luôn luôn vuông góc với phương của vận tốc, vì vậy hạt chuyển động tròn đều với bán kính quỹ đạo R.*
+ *Lực Loren tác dụng lên hạt (có độ lớn $F_L = qv_0B$) đóng vai trò là lực hướng tâm (có độ lớn $F_{ht} = \frac{mv_0^2}{R}$), tức là $qv_0B = \frac{mv_0^2}{R}$*

- *Bán kính quỹ đạo: $R = \frac{mv_0}{qB}$*
- *Tần số góc: $\omega = \frac{v_0}{R} = \frac{qB}{m}$*
- *Chu kì quay: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB}$*
- *Chiều quay được xác định bởi quy tắc bàn tay trái.*



2) Trường hợp véc tơ vận tốc hợp với véc tơ cảm ứng từ một góc $\varphi \neq 90^0$:

+ *Ta phân tích: $\vec{v}_0 = \vec{v}_t + \vec{v}_n \quad (\vec{v}_t \,//\vec{B},\ \vec{v}_n \perp \vec{B}) \Rightarrow \begin{cases} v_t = v_0 \cos\varphi \\ v_n = v_0 \sin\varphi \end{cases}$*
+ *Thành phần $\vec{v}_n$ gây ra chuyển động tròn, Lực Loren tác dụng lên hạt (có độ lớn $F_L = qv_nB$) đóng vai trò là lực hướng tâm (có độ lớn $F_{ht} = \frac{mv_n^2}{R}$), tức là: $qv_nB = \frac{mv_n^2}{R}$*



+ *Bán kính: $R = \frac{mv_n}{qB} = \frac{mv_0 \sin\varphi}{qB}$*
+ *Tần số góc: $\omega = \frac{v_n}{R} = \frac{qB\sin\varphi}{m}$*
+ *Thời gian cần thiết để hạt chuyển động hết 1 vòng tròn là: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB\sin\varphi}$*
+ *Thành phần $\vec{v}_t$ gây ra chuyển động quán tính theo phương song song với $\vec{B}$. Trong thời gian T, chuyển động tròn đi hết 1 vòng thì đồng thời nó cũng tiến được theo phương song song với $\vec{B}$ một đoạn – gọi là bước ốc: $h = v_t.T$*

+ *Hạt tham gia đồng thời hai chuyển động: chuyển động tròn do $\vec{v}_n$ gây ra và chuyển động quán tính theo phương song song với $\vec{B}$ do $\vec{v}_t$ gây ra. Vậy chuyển động của hạt là sự tổng hợp của hai chuyển động nó trên, kết quả là nó chuyển động theo đường đinh ốc, với bán kính và bước ốc lần lượt là R và h.*

Ví dụ 15: Hạt α có khối lượng 4,0015u, điện tích $3,2.10^{-19}$ (C) chuyển động vào trong một trường đều có cảm ứng từ 10^{-2} (T) vuông góc với tốc độ 10^6 (m/s), coi 1u = $1,66.10^{-27}$ (kg). Bán kính quỹ đạo là

A. 2,1 m. B. 2,0 m. C. 3,2 m. D. 3,3 m.

Hướng dẫn

$$F_{l.} = F_{ht} \Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} = \frac{4,0015.1,66.10^{-27}.10^6}{3,2.10^{-19}.10^{-2}} \approx 2,1(m) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 16: Có 3 hạt mang động năng bằng nhau là: hạt prôtôn, hạt đơtêri và hạt α, cùng đi vào một từ trường đều và đều chuyển động tròn đều trong từ trường. Gọi bán kính quĩ đạo của chúng lần lượt là: R_H, R_D, R_α. Ta có:

A. $R_H < R_\alpha < R_D$. B. $R_H = R_\alpha < R_D$. C. $R_\alpha < R_H < R_D$. D. $R_H < R_D = R_\alpha$.

Hướng dẫn

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{\sqrt{2m\frac{mv^2}{2}}}{qB} = \frac{\sqrt{2W}}{B}.\sqrt{\frac{m}{q^2}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_\alpha = \dfrac{\sqrt{2W}}{B}.\sqrt{\dfrac{m_\alpha}{4}.\dfrac{1}{e^2}} \\ R_H = \dfrac{\sqrt{2W}}{B}.\sqrt{m_H.\dfrac{1}{e^2}} \xrightarrow{\frac{m_\alpha}{4} < m_H < m_D} R_\alpha < R_H < R_D \Rightarrow \text{Chọn C.} \\ R_D = \dfrac{\sqrt{2W}}{B}.\sqrt{m_D.\dfrac{1}{e^2}} \end{cases}$$

2) Năng lượng phân hạch

Năng lượng toàn phần do 1 phân hạch: $\Delta E = \left(\sum m_t - \sum m_s\right)c^2 > 0$

Năng lượng toàn phần do N phân hạch: $Q = N\Delta E$

Đối với trường hợp phân hạch U235, số phân hạch bằng số hạt U235:

$$N = \frac{m(kg)}{0,235(kg)}N_A \text{ nên } Q = \frac{m(kg)}{0,235(kg)}N_A\Delta E$$

Nếu hiệu suất của quá trình sử dụng năng lượng là H thì năng lượng có ích và công suất có ích lần lượt là:

$$\begin{cases} A_i = HQ = H\dfrac{m(kg)}{0,235(kg)}N_A\Delta E \\ P_i = \dfrac{A_i}{t} \end{cases}$$

Ví dụ 1: Phản ứng phân hạch của Urani 235 là: ${}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \to {}^{95}_{42}\mathrm{Mo} + {}^{139}_{57}\mathrm{La} + 2{}^{1}_{0}\mathrm{n} + 7{}^{0}_{-}\mathrm{e}^{-}$. Cho biết khối lượng của các hạt nhân là: $m_U = 234,99u$; $m_{Mo} = 94,88u$; $m_{La} = 138,87u$; $m_n = 1,01u$, $m_e \approx 0$ và $1uc^2 = 931$ MeV. Năng lượng một phân hạch toả ra là

A. 216,4 (MeV). B. 227,14 (MeV). C. 214,13 (MeV). D. 227,18 (MeV).

Hướng dẫn

$\Delta E = \left(\sum m_t - \sum m_s\right)c^2 \doteq 214,13(MeV) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: Trong phản ứng phân hạch hạt nhân U235, năng lượng trung bình toả ra khi phân chia một hạt nhân là 214 (MeV). Tính năng lượng toả ra trong quá trình phân hạch 1 (g) hạt nhân U235 trong lò phản ứng. Cho biết số Avôgađrô $N_A = 6,023.10^{23}$, 1 MeV = $1,6.10^{-13}$ (J).

A. $8,8.10^{4}$ (J) B. $8,7.10^{10}$ (J) C. $8,8.10^{10}$ (J) D. $5,5.10^{10}$ (J)

Hướng dẫn

$$Q = N\Delta E = \frac{m(kg)}{0,235(kg)}N_A\Delta E = \frac{0,001(kg)}{0,235(kg)}.6,023.10^{23}.214.1,6.10^{-13} \approx 8,8.10^{10}(J)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: Trong phản ứng phân hạch hạt nhân U235, năng lượng trung bình toả ra khi phân chia một hạt nhân là 200 (MeV). Nếu 40% năng lượng này biến thành điện năng thì điện năng bằng bao nhiêu (KWh) khi phân hạch hết 500 (kg) U235. Cho biết số Avôgađrô $N_A = 6,023.10^{23}$.

A. $4,55.10^{9}$ (kWh). B. $4,54.10^{9}$ (kWh). C. $4,56.10^{9}$ (kWh). D. $4,53.10^{9}$ (kWh).

Hướng dẫn

$$A_i = HQ = H\frac{m(kg)}{0,235(kg)}N_A\Delta E$$

$$A_i = 0,4.\frac{500}{0,235}.6,023.10^{23}.200.1,6.10^{-13} \times \frac{1kWh}{36.10^{5}} \approx 4,56.10^{9}(kWh)$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 4: Một nhà máy điện hạt nhân dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất 30%. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng 200 MeV. Trong 365 ngày hoạt động nhà máy tiêu thụ một khối lượng U235 nguyên chất là 2461 kg. Cho biết số Avôgađrô $N_A = 6,023.10^{23}$. Tính công suất phát điện.

A. 1919 MW. B. 1920 MW. C. 1921 MW. D. 1922 MW.

Hướng dẫn

$$P_i = \frac{A_i}{t} = \frac{1}{t} H \frac{m(kg)}{0,235(kg)} N_A \Delta E$$

$$P_i = \frac{1}{365.86400}.0,3.\frac{2461}{0,235}.6,023.10^{23}.200.1,6.10^{-13} \approx 1920.10^6 (W)$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 5: Một tàu ngầm có công suất 160 KW, dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất 20%. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng 200 MeV. Hỏi sau bao lâu tiêu thụ hết 0,5 kg U235 nguyên chất? Coi $N_A = 6,023.10^{23}$.

A. 592 ngày. B. 593 ngày. C. 594 ngày. D. 595 ngày.

Hướng dẫn

Từ $P_i = \frac{A_i}{t} = \frac{1}{t} H \frac{m(kg)}{0,235(kg)} N_A \Delta E \Rightarrow t = \frac{H \frac{m(kg)}{0,235(kg)} N_A \Delta E}{P_i}$

$$\Rightarrow t = \frac{0,2.\frac{0,5(kg)}{0,235(kg)}.6,023.10^{23}.200.1,6.10^{-13}}{160.10^3} \times \frac{1(\text{ngày})}{86400} \approx 593(\text{ngày})$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: Một nhà máy điện hạt nhân có công suất phát điện P, dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất H. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng ΔE. Hỏi sau thời gian t hoạt động nhà máy tiêu thụ số nguyên tử U235 nguyên chất là bao nhiêu.

A. (P.t)/(H.ΔE). B. (H.ΔE)/(P.t). C. (P.H)/(ΔE.t). D. (P.t.H)/(ΔE).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \text{Năng lượng có ích}: A_i = Pt \\ \text{Năng lượng có ích 1 phân hạch}: Q_1 = H.\Delta E \end{cases} \Rightarrow N = \frac{A_i}{Q_1} = \frac{Pt}{H.\Delta E} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 7: Một nhà máy điện hạt nhân có công suất phát điện P (W), dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất H. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng ΔE (J). Hỏi sau thời gian t (s) hoạt động nhà máy tiêu thụ bao nhiêu kg U235 nguyên chất. Gọi N_A là số Avôgađrô.

A. (P.t.0,235)/(H.ΔE.N_A). B. (H.ΔE.235)/(P.t.N_A).

C. (P.H.235)/(ΔE.t.N_A). D. (P.t.235)/(H.ΔE.N_A).

Hướng dẫn

$$\begin{cases} \text{Năng lượng có ích}: A_i = Pt \\ \text{Năng lượng có ích 1 phân hạch}: Q_1 = H.\Delta E \end{cases} \Rightarrow N = \frac{A_i}{Q_1} = \frac{Pt}{H.\Delta E}$$

Số kg U cần phân hạch : $m = \frac{N}{N_A}.0,235 = \frac{Pt.0,235}{N_A.H.\Delta E} \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 8: Một nhà máy điện nguyên tử có công suất phát điện 182.10^7 (W), dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất 30%. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng 200 (MeV). Hỏi trong 365 ngày hoạt động nhà máy tiêu thụ một khối lượng U235 nguyên chất là bao nhiêu. Số Avogadro là 6,022.1023

A. 2333 kg. B. 2461 kg. C. 2362 kg. D. 2263 kg.

Hướng dẫn

Năng lượng có ích: $A_i = Pt$

Năng lượng có ích 1 phân hạch: $Q_1 = H.\Delta E$

Số hạt cần phân hạch: $N = \frac{A_i}{Q_1} = \frac{Pt}{H.\Delta E}$

Khối lượng U235 cần phân hạch:

$m = \frac{N}{N_A}.0.235 = \frac{Pt.0.235}{N_A.H.\Delta E} \approx 2333(kg) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 9: Một nhà máy điện hạt nhân có công suất phát điện 1920 (MW), dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất 30%. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng $3,2.10^{-11}$ (J). Nhiên liệu dùng là hợp kim chứa U235 đã làm giàu 36%. Hỏi trong 365 ngày hoạt động nhà máy tiêu thụ một khối lượng nhiên liệu là bao nhiêu. Coi $N_A = 6,022.10^{23}$.

A. 6,9 (tấn) B. 6,6 (tấn) C. 6,8 (tấn) D. 6,7 (tấn)

Hướng dẫn

Khối lượng U235 cần phân hạch: $m = \frac{Pt.0,235}{N_A.H.\Delta E} \approx 2461(kg)$

Khối lượng nhiên liệu cần phân hạch: $2461\frac{100}{36} \approx 6,8.10^3(kg) \Rightarrow$ Chọn C.

3) Năng lượng nhiệt hạch

a) Năng lượng phản ứng nhiệt hạch

Năng lượng toàn phần do 1 phản ứng: $\Delta E = \left(\sum m_t - \sum m_s\right)c^2 > 0$

Năng lượng toàn phần do N phản ứng: $Q = N\Delta E$

Nếu cứ 1 phản ứng có k hạt X thì số phản ứng: $N = \frac{N_X}{k} = \frac{1}{k}\frac{m_X}{A_X}N_A$

Nước trong tự nhiên chứa 0,015% nước nặng D_2O, số hạt D có trong m = VD khối lượng nước tự nhiên:

$$N_D = 2N_{D_2O} = 2\frac{m_{D_2O}}{20}N_A = 2\frac{m.0,015\%}{20}N_A = 2\frac{VD.0,015\%}{20}N_A$$

Ví dụ 1: Tính năng lượng được giải phóng khi tổng hợp hai hạt nhân đơtêri thành một hạt α trong phản ứng nhiệt hạch? Cho biết khối lượng của các hạt: $m_D = 2,01402u$; $m_\alpha = 4,0015u$; $1uc^2 = 931$ (MeV).

A. 26,4 (MeV). B. 27,4 (MeV). C. 24,7 (MeV). D. 27,8 (MeV).

Hướng dẫn

$_1^2D + _1^2D \rightarrow _2^4He \Rightarrow Q = (2m_D - m_{He})c^2 = 24,7(MeV) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 2: (CĐ-2010) Cho phản ứng hạt nhân $_1^3H + _1^2H \rightarrow _2^4He + _0^1n + 17,6MeV$. Lấy số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23}$ mol^{-1}, 1MeV=1,6.10^{-13} J. Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 1 g khí heli xấp xỉ bằng

A. 4,24.10^8 J. B. 4,24.10^5 J. C. 5,03.10^{11} J. D. 4,24.10^{11} J.

Hướng dẫn

Số phản ứng bằng số hạt He: $N = N_{He} = \frac{m_{He}}{A_{He}} N_A = \frac{1}{4}.6,02.10^{23} = 1,505.10^{23}$

$Q = N.\Delta E = 1,505.10^{23}.17,6.1,6.10^{-13} \approx 4,24.10^{11}(J) \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 3: Cho phản ứng hạt nhân: D + D → T + p + 5,8.10^{-13} (J). Nước trong tự nhiên chứa 0,015% nước nặng D_2O. Cho biết khối lượng mol của D_2O bằng 20 g/mol số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23}$. Nếu dùng toàn bộ D có trong 1 (kg) nước để làm nhiên liệu cho phản ứng trên thì năng lượng thu được là:

A. 2,6.10^9 (J) B. 2,7.10^9 (J) C. 2,5.10^9 (J) D. 5,2.10^9 (J)

Hướng dẫn

Số phản ứng bằng một nửa số hạt D:

$$N = \frac{1}{2}N_D = \frac{1}{2}.2N_{D_2O} = \frac{m_{D_2O}}{20}N_A = \frac{10^3(g).0,015\%}{20}.6,02.10^{23} = 4,51.10^{21}$$

$Q = N\Delta E = 4,51.10^{21}.5,8.10^{-13} \approx 2,6.10^9(J) \Rightarrow$ Chọn A.

b) Bức xạ năng lượng của Mặt Trời, các sao

Nếu trong thời gian t, khối lượng Mặt Trời giảm do bức xạ là m thì năng lượng bức xạ toàn phần và công suất bức xạ toàn phần lần lượt là: $\begin{cases} E = mc^2 \\ P = \frac{E}{t} = \frac{mc^2}{t} \Rightarrow m = \frac{Pt}{c^2} \end{cases}$

Phần trăm khối lượng bị giảm sau thời gian t là: $h = \frac{m}{M}$, với M là khối lượng của Mặt Trời.

Ví dụ 1: (ĐH - 2007) Do sự phát bức xạ nên mỗi ngày (86400 s) khối lượng Mặt Trời giảm một lượng 3,744.10^{14} kg. Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là 3.10^8 m/s. Công suất bức xạ (phát xạ) trung bình của Mặt Trời bằng

A. 3,9.10^{20} MW. B. 4,9.10^{40} MW. C. 5,9.10^{10} MW. D. 3,9.10^{15} MW.

Hướng dẫn

$$P=\frac{E}{t}=\frac{mc^2}{t}=3,9.10^{26}\left(\text{W}\right)\Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 2: Mặt Trời có khối lượng 2.10^{30} (kg) và công suất bức xạ $3,8.10^{26}$ (W). Nếu công suất bức xạ không đổi thì sau một tỉ năm nữa, phần khối lượng giảm đi là bao nhiêu phần trăm của khối lượng hiện nay. Xem 1 năm có 365,2422 ngày và tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 (m/s).

A. 0,005% B. 0,006% C. 0,007% D. 0,008%

Hướng dẫn

$$h=\frac{m}{M}=\frac{Pt}{Mc^2}=\frac{3,8.10^{26}.10^9.365,2422.86400}{2.10^{30}.9.10^{16}}\approx 0,007\%$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 6: Mặt Trời có khối lượng 2.10^{30} (kg) và công suất bức xạ toàn phần là $3,9.10^{26}$ (W). Nếu công suất bức xạ không đổi thì sau bao lâu khối lượng giảm đi 0,01%? Xem 1 năm có 365,2422 ngày.

A. 0,85 tỉ năm. B. 1,46 tỉ năm. C. 1,54 tỉ năm. D. 2,12 tỉ năm.

Hướng dẫn

$$\frac{0,01}{100}=h=\frac{Pt}{mc^2}\Rightarrow t=\frac{10^{-4}.2.10^{30}.9.10^{16}}{3,9.10^{26}}(s)\times\frac{1(\text{năm})}{365,2422.86400}\approx 1,46.10^9(\text{năm})$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 7: Mặt trời có công suất bức xạ toàn phần $3,8.10^{26}$ (W). Giả thiết sau mỗi giây trên Mặt Trời có 200 (triệu tấn) Hêli được tạo ra do kết quả của chu trình cacbon – nitơ: $4(_1H^1)\rightarrow {}_2He^4+2e^+$. Chu trình này đóng góp bao nhiêu phần trăm vào công suất bức xạ của Mặt Trời. Biết mỗi chu trình toả ra năng lượng 26,8 MeV.

A. 32% B. 33% C. 34% D. 35%

Hướng dẫn

Trong một giây, số hạt nhân Heli tạo thành là:

$$N=\frac{200.10^6.10^6\left(g\right)}{4}.6,023.10^{23}=3,0115.10^{37}$$

Trong một giây chu trình đó bức xạ ra một năng lượng là:

$$Q_1=N.26,8.1,6.10^{-13}\approx 129.10^{24}\left(J\right)$$

Công suất bức xạ của chu trình này là: $P_1=\frac{Q_1}{t}=129.10^{24}\left(W\right)$.

Chu trình này đóng góp số phần trăm vào công suất bức xạ của Mặt Trời là:

$$\frac{P_1}{P}100\%=\frac{129.10^{24}\left(W\right)}{3,8.10^{26}}.100\%\approx 34\%\Rightarrow \text{Chọn C.}$$

CÂU HỎI LÝ THUYẾT

SÓNG CƠ

1. Sóng cơ

Câu 1: Biên độ sóng tại một điểm nhất định trong môi trường sóng truyền qua

A. là biên độ dao động của các phần tử vật chất tại đó.

B. tỉ lệ năng lượng của sóng tại đó.

C. biên độ dao động của nguồn.

D. tỉ lệ với bình phương tần số dao động.

Câu 2 (ĐH 2009): Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm

A. trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó ngược pha.

B. gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

C. gần nhau nhất mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

D. trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

Câu 3: Bước sóng là

A. quãng đường mà mỗi phần tử của môi trường đi được trong 1 giây.

B. khoảng cách giữa hai phần tử của sóng dao động ngược pha.

C. khoảng cách giữa hai phần tử sóng gần nhất trên phương truyền sóng dao động cùng pha.

D. khoảng cách giữa hai vị trí xa nhau nhất của mỗi phần tử của sóng.

Câu 4: Bước sóng λ là

A. quãng đường sóng truyền được trong một chu kì dao động của sóng.

B. khoảng cách giữa hai điểm trên phương truyền sóng luôn dao động cùng pha với nhau.

C. là quãng đường sóng truyền được trong một đơn vị thời gian.

D. khoảng cách giữa hai điểm trên phương truyền sóng gần nhau nhất luôn có cùng li độ với.

Câu 5: Chọn câu **đúng**?

A. Dao động của một điểm bất kì trên phương truyền sóng sẽ có biên độ cực đại khi nó cùng pha dao động với nguồn.

B. Biên độ sóng tại một điểm là biên độ dao động của phần tử vật chất tại điểm đó khi có sóng truyền qua.

C. Tần số dao động của các phần tử vật chất có sóng truyền qua sẽ giảm dần theo thời gian do ma sát.

D. Sự truyền sóng là sự truyền pha dao động vì các phần tử vật chất khi có sóng truyền qua sẽ dao động cùng pha với nguồn.

Câu 6: Chọn câu đúng. Sóng ngang là sóng

A. lan truyền theo phương nằm ngang.

B. trong đó có các phần tử sóng dao động theo phương nằm ngang.

C. trong đó các phần tử sóng dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng.

D. trong đó các phần tử sóng dao động theo cùng một phương với phương truyền sóng.

Câu 7: Chọn phương án SAI. Bước sóng là

A. quãng đường sóng truyền đi được trong một chu kì.

B. khoảng cách giữa hai ngọn sóng gần nhất trên phương truyền sóng.

C. khoảng cách giữa hai điểm của sóng có li độ bằng không ở cùng một thời điểm.

D. khoảng cách giữa hai điểm của sóng gần nhất có cùng pha dao động.

Câu 8: Chọn phương án **sai**. Quá trình truyền sóng là:

A. một quá trình truyền vật chất.

B. một quá trình truyền năng lượng.

C. một quá trình truyền pha dao động.

D. một quá trình truyền trạng thái dao động.

Câu 9: Hai điểm M và N trên cùng một phương truyền của một sóng có bước sóng λ dao động vuông pha với nhau, trong khoảng giữa hai điểm M và N còn có một và chỉ một điểm P dao động vuông pha với M. Kết luận nào sau đây là **sai**?

A. Trong khoảng giữa M và N có một và chỉ một điểm dao động ngược pha với M.

B. MP = $0,25\lambda$.

C. P dao động đồng pha với N.

D. MN = $0,75\lambda$.

Câu 10: Hai điểm M và N trên phương truyền sóng cách nhau một khoảng 3/4 bước sóng thì

A. khi M có thế năng cực đại thì N có động năng cực tiểu.

B. khi M có li độ cực đại dương thì N có vận tốc cực đại dương.

C. khi M có vận tốc cực đại dương thì N có li độ cực đại dương.

D. li độ dao động của M và N luôn luôn bằng nhau về độ lớn.

Câu 11(CĐ 2012): Khi nói về sự phản xạ của sóng cơ trên vật cản cố định, phát biểu nào sau đây **đúng**?

A. Tần số của sóng phản xạ luôn lớn hơn tần số của sóng tới.

B. Sóng phản xạ luôn ngược pha với sóng tới ở điểm phản xạ.

C. Tần số của sóng phản xạ luôn nhỏ hơn tần số của sóng tới.

D. Sóng phản xạ luôn cùng pha với sóng tới ở điểm phản xạ.

Câu 12(ĐH 2012): Khi nói về sự truyền sóng cơ trong một môi trường, phát biểu nào sau đây **đúng**?

A. Những phần tử của môi trường cách nhau một số nguyên lần bước sóng thì dao động cùng pha.

B. Hai phần tử của môi trường cách nhau một phần tư bước sóng thì dao động lệch pha nhau 90^0.

C. Những phần tử của môi trường trên cùng một hướng truyền sóng và cách nhau một số nguyên lần bước sóng thì dao động cùng pha.

D. Hai phần tử của môi trường cách nhau một nửa bước sóng thì dao động ngược pha.

Câu 13: Khi sóng truyền qua các môi trường vật chất, đại lượng không thay đổi là

A. Năng lượng sóng. B. Biên độ sóng.

C. Bước sóng. D. Tần số sóng.

Câu 14: Một sóng ngang truyền trên một sợ dây rất dài. Hai điểm PQ = $5\lambda/4$ sóng truyền từ P đến Q. Kết Luận nào sau đây đúng.

A. Khi Q có li độ cực đại thì P có vận tốc cực đại.

B. Li độ P, Q luôn trái dấu.

C. Khi P có li độ cực đại thì Q có vận tốc cực đại.

D. Khi P có thế năng cực đại thì Q có thế năng cực tiểu.

Câu 15: Một sóng cơ học lan truyền trên một sợi dây đàn hồi rất dài. Quan sát tại 2 điểm M và N trên dây cho thấy, khi điểm M ở vị trí cao nhất hoặc thấp nhất thì điểm N qua vị trí cân bằng và ngược lại khi N ở vị trí cao nhất hoặc thấp nhất thì điểm M qua vị trí cân bằng. Độ lệch pha giữa hai điểm đó là

A. số nguyên 2π. B. số lẻ lần π.

C. số lẻ lần $\pi/2$. D. số nguyên lần $\pi/2$.

Câu 16: Một sóng cơ học lan truyền trên một sợi dây đàn hồi rất dài. Quan sát tại 2 điểm M và N trên dây cho thấy, chúng cùng đi qua vị trí cân bằng ở một thời điểm nhưng theo hai chiều ngược nhau. Độ lệch pha giữa hai điểm đó là

A. số nguyên 2π. B. số lẻ lần π.

C. số lẻ lần $\pi/2$. D. số nguyên lần $\pi/2$.

Câu 17: Một sóng cơ học có biên độ không đổi A, bước sóng λ. Vận tốc dao động cực đại của phần tử môi trường bằng 4 lần tốc độ truyền sóng khi:

A. $\lambda = \pi A$. B. $\lambda = 2\pi A$. C. $\lambda = \pi A/2$. D. $\lambda = \pi A/4$.

Câu 18: Một sóng cơ học có tần số f lan truyền trong môi trường vật chất đàn hồi với tốc độ v, khi đó bước sóng được tính theo công thức

A. $\lambda = v.f$ B. $\lambda = v/f$ C. $\lambda = 3v.f$ D. $\lambda = 2v/f$

Câu 19: Một sóng cơ truyền từ không khí vào nước, đại lượng không thay đổi là

A. chu kì của sóng. B. tốc độ của sóng.

C. bước sóng. D. năng lượng.

Câu 20: Một sóng cơ học lan truyền theo phương x có bước sóng λ, tần số góc ω và có biên độ là A không đổi khi truyền đi. Sóng truyền qua điểm M rồi đến điểm N và hai điểm cách nhau $5\lambda/6$. Vào một thời điểm nào đó vận tốc dao động của M là $+\omega A$ thì vận tốc dao động tại N là

A. $0,5\omega A$. B. $-0,5\omega A$. C. $+\omega A$. D. $-\omega A$.

Câu 21 (ĐH 2011): Phát biểu nào sau đây là **đúng** khi nói về sóng cơ?

A. Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

B. Sóng cơ truyền trong chất rắn luôn là sóng dọc.

C. Sóng cơ truyền trong chất lỏng luôn là sóng ngang.

D. Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

Câu 22: Phát biểu nào sau đây **không** đúng?

A. Trong sóng cơ học chỉ có trạng thái dao động, tức là pha dao động được truyền đi, còn bản thân các phần tử môi trường thì dao động tại chỗ.

B. Quá trình truyền sóng cơ học là quá trình truyền năng lượng, còn quá trình truyền sóng điện từ thì không truyền năng lượng.

C. Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng và dao động cùng pha.

D. Bước sóng của sóng cơ do một nguồn phát ra phụ thuộc vào bản chất môi trường còn chu kì thì không.

Câu 23: Phát biểu nào sau đây là **sai**?

A. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền trạng thái dao động. Các phần tử môi trường chỉ dao đông tại chỗ, không truyền theo sóng.

B. Sóng ngang là sóng có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.

C. Sóng ngang truyền được chất rắn và trong chất lỏng.

D. Sóng dọc là sóng có phương dao động trùng với phương truyền sóng. Sóng dọc truyền được cả trong chất khí, chất lỏng và chất rắn.

Câu 24: Phương trình sóng có dạng

A. $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

B. $x = A\cos\omega(t - x/\lambda)$.

C. $x = A\cos2\pi(t/T - x/\lambda)$.

D. $x = A\cos\omega(t/T - \varphi)$.

Câu 25: Sóng cơ học là

A. sự lan truyền dao động của vật chất theo thời gian.

B. những dao động cơ học lan truyền trong một môi trường vật chất theo thời gian.

C. sự lan toả vật chất trong không gian.

D. sự lan truyền biên độ dao động của các phân tử vật chất theo thời gian.

Câu 26: Sóng cơ học truyền trong môi trường vật chất qua điểm A rồi đến điểm B thì

A. chu kì dao động tại A khác chu kì dao động tại B.

B. dao động tại A trễ pha hơn tại B.

C. biên độ dao động tại A lớn hơn tại B.

D. tốc độ truyền sóng tại A lớn hơn tại B.

Câu 27: Sóng ngang truyền được trong môi trường nào?

A. Chất rắn và trên bề mặt chất lỏng.

B. Chất lỏng và chất khí.

C. Cả trong chất rắn, lỏng và khí.

D. Chỉ trong chất rắn.

Câu 28: Sóng cơ lan truyền qua điểm M rồi đến điểm N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau một phần ba bước sóng. Coi biên độ sóng không đổi bằng A. Tại thời điểm $t_1 = 0$ có $u_M = +3$ cm và $u_N = -3$ cm. Tìm thời điểm t_2 liền sau đó có $u_M = +A$.

A. 11T/12. B. T/12. C. T/6. D. T/3.

Câu 29: Sóng cơ lan truyền qua điểm N rồi đến điểm M cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau một phần ba bước sóng. Coi biên độ sóng không đổi bằng A. Tại thời điểm $t_1 = 0$ có $u_M = +3$ cm và $u_N = -3$ cm. Tìm thời điểm t_2 liền sau đó có $u_M = +A$.

A. 11T/12. B. T/12. C. T/6. D. T/3.

Câu 30: Tốc độ truyền sóng cơ (thông thường) **không** phụ thuộc vào

A. tần số và biên độ của sóng.

B. nhiệt độ của môi trường và tần số cửa sóng.

C. bản chất của môi trường lan truyền sóng.

D. biên độ của sóng và bản chất của môi trường.

Câu 31: Trên mặt hồ đủ rộng, một cái phao nhỏ nổi trên mặt nước tại một ngọn sóng dao động với phương trình $u = 5\cos(4\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm, t). Vào buổi tối, người ta chiếu sáng mặt hồ bằng những chớp sáng đều đặn cứ 0,5 s một lần. Khi đó quan sát sẽ thấy cái phao

A. dao động với biên độ 5 cm nhưng tiến dần ra xa nguồn.

B. dao động tại một vị trí xác định với biên độ 5 cm.

C. dao động với biên độ 5 cm nhưng tiến dần lại nguồn.

D. không dao động.

Câu 32: Tại một điểm A trên mặt thoáng của một chất lỏng yên tĩnh, người ta nhỏ xuống đều đặt các giọt nước giống nhau cách nhau 0,01 (s), tạo ra sóng trên mặt nước. Chiếu sáng mặt nước bằng một đèn nhấp nháy phát ra 25 chớp sáng trong một giây. Hỏi khi đó người ta sẽ quan sát thấy gì?

A. Mặt nước phẳng lặng. B. Dao động.

C. Mặt nước sóng sánh. D. Gợn lồi, gợn lõm đứng yên.

2. Sóng dừng

Câu 33: Cho A, B, C, D, E theo thứ tự là 5 nút liên tiếp trên một sợi dây có sóng dừng. M, N, P là các điểm bất kỳ của dây lần lượt nằm trong các khoảng AB, BC, DE. Kết luận nào sau đây là đúng?

A. M dao động cùng pha P, ngược pha với N.

B. Không thể biết được vì không biết chính xác vị trí các điểm M, N, P.

C. M dao động cùng pha N, ngược pha với P.

D. N dao động cùng pha P, ngược pha với M.

Câu 34: Chọn câu SAI khi nói về sóng dừng xảy ra trên sợi dây:

A. Hai điểm đối xứng với nhau qua điểm nút luôn dao động cùng pha.

B. Khoảng cách giữa điểm nút và điểm bụng liền kề là một phần tư bước sóng.

C. Khi xảy ra sóng dừng không có sự truyền năng lượng.

D. Khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây duỗi thẳng là nửa chu kỳ.

Câu 35: Đầu A của một sợi dây AB được nối với nguồn dao động nhỏ để tạo ra sóng dừng trên dây với A xem là nút. Khi thay đổi tần số của nguồn, thấy rằng tần số nhỏ nhất để tạo sóng dừng là 100 Hz, tần số liền kề để vẫn tạo sóng dừng là 200 Hz. Chọn câu đúng.

A. Đầu B cố định.

B. Đầu B tự do.

C. Trường hợp đề bài đưa ra không thể xảy ra.

D. Đề bài chưa đủ dữ kiện để kết luận.

Câu 36: Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi có hai đầu cố định là độ dài của dây bằng

A. một số nguyên lần bước sóng.

B. một số chẵn lần một phần tư bước sóng.

C. một số lẻ lần nửa bước sóng.

D. một số chẵn lần nửa bước sóng.

Câu 37: Khi sóng dừng trên sợi dây đàn hồi thì

A. tất cả các điểm của sợi dây đều dừng dao động

B. nguồn phát sóng dao động.

C. trên dây có những điểm dao động với biên độ cực đại xen kẽ với những điểm đứng yên.

D. trên dây chỉ còn sóng phản xạ, còn sóng tới bị dừng lại.

Câu 38: Khi sóng dừng xuất hiện trên một sợi dây đàn hồi, dao động của các phần tử vật chất trong khoảng hai điểm nút gần nhau nhất sẽ dao động

A. ngược pha. B. vuông pha.

C. lệch pha nhau $\pi/4$. D. cùng pha.

Câu 39(CĐ 2010): Một sợi dây chiều dài ℓ căng ngang, hai đầu cố định. Trên dây đang có sóng dừng với n bụng sóng , tốc độ truyền sóng trên dây là v. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là

A. $\frac{v}{n\ell}$. B. $\frac{nv}{\ell}$. C. $\frac{\ell}{2nv}$. D. $\frac{\ell}{nv}$.

Câu 40: Một sợi dây đàn ghi ta được giữ chặt ở 2 đầu và đang dao động, trên dây có sóng dừng. Tại thời điểm sợi dây duỗi thẳng thì vận tốc tức thời theo phương vuông góc với dây của mọi điểm dọc theo dây (trừ 2 đầu dây)

A. cùng hướng tại mọi điểm. B. phụ thuộc vào vị trí từng điểm.

C. khác không tại mọi điểm. D. bằng không tại mọi điểm.

Câu 41: Một sợi dây dài 2L được kéo căng hai đầu cố định. Kích thích để trên dây có sóng dừng ngoài hai đầu là hai nút chỉ còn điểm chính giữa C của sợi dây là nút. M và N là hai điểm trên dây đối xứng nhau qua C. Dao động tại các điểm M và N sẽ có biên độ

A. như nhau và cùng pha. B. khác nhau và cùng pha.

C. như nhau và ngược pha nhau. D. khác nhau và ngược pha nhau.

Câu 42: Một sợi dây đàn hồi dài có sóng dừng với hai tần số liên tiếp là 30 Hz và 50 Hz. Chọn phương án đúng.

A. Dây đó có một đầu cố định và một đầu tự do. Tần số nhỏ nhất để có sóng dừng khi đó là 30 Hz.

B. Dây đó có một đầu cố định và một đầu tự do. Tần số nhỏ nhất để có sóng dừng khi đó là 10 Hz.

C. Dây đó có hai đầu cố định. Tần số nhỏ nhất để có sóng dừng khi đó là 30 Hz.

D. Dây đó có hai đầu cố định. Tần số nhỏ nhất để có sóng dừng khi đó là 10 Hz.

Câu 43: Một sợi dây đàn hồi được treo thẳng đứng vào một điểm cố định, đầu kia để tự do. Người ta tạo ra sóng dừng trên dây với tần số bé nhất là f_1. Để lại có sóng dừng, phải tăng tần số tối thiểu đến giá trị $f_2 = kf_1$. Giá trị k bằng

A. 4. B. 3. C. 6. D. 2.

Câu 44: Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng ổn định chu kì T và bước sóng λ. Trên dây, A là một điểm nút, B là một điểm bụng gần A nhất, C là điểm thuộc AB sao cho AB = 4AC. Khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần mà li độ dao động của phần tử tại B bằng biên độ dao động của phần tử tại C là

A. T/4. B. 3T/8. C. T/3. D. T/8.

Câu 45: Một sóng cơ học truyền trên một sợi dây rất dài thì một điểm M trên sợi có vận tốc dao động biến thiên theo phương trình $v_M = 20\pi\sin(10\pi t + \varphi)$ (cm/s). Giữ chặt một điểm trên dây sao cho trên dây hình thành sóng dừng, khi đó bề rộng một bụng sóng có độ lớn là:

A. 8 cm. B. 6 cm. C. 16 cm. D. 4 cm.

Câu 46: Một sóng cơ lan truyền trên một dây đàn hồi gặp đầu dây cố định thì phản xạ trở lại, khi đó

A. sóng phản xạ có cùng tần số và cùng bước sóng với sóng tới.

B. sóng phản xạ luôn giao thoa với sóng tới và tạo thành sóng dừng.

C. sóng phản xạ luôn cùng pha với sóng tới.

D. sóng phản xạ luôn ngược pha với sóng tới.

Câu 47: Phát biểu nào sau đây là **đúng**? Khi có sóng dừng trên dây đàn hồi thì

A. nguồn phát sóng ngừng dao động còn các điểm trên dây vẫn dao động.

B. trên dây có các điểm dao động mạnh xen kẽ với các điểm đứng yên.

C. trên dây chỉ còn sóng phản xạ, còn sóng tới bị triệt tiêu.

D. tất cả các điểm trên dây đều dừng lại không dao động.

Câu 48: Sóng truyền trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do. Muốn có sóng dừng trên dây thì chiều dài của sợi dây phải bằng

A. một số lẻ lần nửa bước sóng.

B. một số lẻ lần một phần tư bước sóng.

C. một số nguyên lần bước sóng.

D. một số chẵn lần một phần tư bước sóng.

Câu 49: Sóng truyền trên một sợi dây hai đầu cố định có bước sóng λ. Muốn có sóng dừng trên dây thì chiều dài l của dây phải có giá trị nào dưới đây?

A. $l = \lambda/4$ B. $l = \lambda/2$ C. $l = 2\lambda/3$ D. $l = \lambda^2$

Câu 50: Sóng dừng xảy ra trên dây đàn hồi có hai đầu cố định khi

A. chiều dài của dây bằng một phần tư bước sóng.

B. chiều dài dây bằng một số nguyên lần nửa bước sóng.

C. bước sóng gấp ba chiều dài của dây.

D. chiều dài của dây bằng một số lẻ lần nửa bước sóng.

Câu 51: Sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi rất dài có bước sóng λ. Quan sát tại 2 điểm A và B trên dây, người ta thấy A là nút và B là bụng. Xác định số nút và số bụng trên đoạn AB (kể cả A và B).

A. số nút = số bụng = 2.(AB/λ) + 0,5.

B. số nút + 1 = số bụng = 2.(AB/λ) + 1.

C. số nút = số bụng + 1 = 2.(AB/λ) + 1.

D. số nút = số bụng = 2.(AB/λ) + 1.

Câu 52: (Sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi rất dài có bước sóng λ. Quan sát tại 2 điểm A và B trên dây, người ta thấy A là nút và B cũng là nút. Xác định số nút và số bụng trên đoạn AB (kể cả A và B).

A. số nút = số bụng = 2.(AB/λ) + 0,5.

B. số nút + 1 = số bụng = 2.(AB/λ) + 1.

C. số nút = số bụng + 1 = 2.(AB/λ) + 1.

D. số nút = số bụng = 2.(AB/λ) + 1.

Câu 53: Sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi rất dài có bước sóng λ. Quan sát tại 2 điểm A và B trên dây, người ta thấy A và B đều là bụng. Xác định số nút và số bụng trên đoạn AB (kể cả A và B).

A. số nút = số bụng = 2.(AB/λ) + 0,5.

B. số nút + 1 = số bụng = 2.(AB/λ) + 1.

C. số nút = số bụng + 1 = 2.(AB/λ) + 1.

D. số nút = số bụng = 2.(AB/λ) + 1.

Câu 54: Sóng dừng trên dây dài 1 m với vật cản cố định, tần số f = 80 Hz. Tốc độ truyền sóng là 40 m/s. Cho các điểm M_1, M_2, M_3, M_4 trên dây và lần lượt cách vật cản cố định là 20 cm, 30 cm, 70 cm, 75 cm. Điều nào sau đây mô tả **không** đúng trạng thái dao động của các điểm.

A. M_2 và M_3 dao động cùng pha. B. M_4 không dao động.

C. M_3 và M_1 dao động cùng pha. D. M_1 và M_2 dao động ngược pha.

Câu 55: Ta quan sát thấy hiện tượng gì khi trên một sợi dây có sóng dừng?

A. Tất cả các phần tử của dây đều đứng yên.

B. Trên dây có những bụng sóng xen kẽ với nút sóng.

C. Tất cả các phần tử trên dây đều dao động với biên độ cực đại.

D. Tất cả các phần tử trên dây đều chuyển động với cùng Tốc độ.

Câu 56(CĐ 2007): Trên một sợi dây có chiều dài l, hai đầu cố định, đang có sóng dừng. Trên dây có một bụng sóng. Biết vận tốc truyền sóng trên dây là v không đổi. Tần số của sóng là

A. v/l. B. $v/2l$. C. $2v/l$. D. $v/4l$.

Câu 57(CĐ-2009)Trên một sợi dây đàn hồi dài 1,2 m, hai đầu cố định, đang có sóng dừng. Biết sóng truyền trên dây có tần số 100 Hz và tốc độ 80 m/s. Số bụng sóng trên dây là

A. 3. B. 5. C. 4. D. 2.

Câu 58(CĐ 2012): Trên một sợi dây có sóng dừng với bước sóng là λ. Khoảng cách giữa hai nút sóng liền kề là

A. $\frac{\lambda}{2}$. B. 2λ. C. $\frac{\lambda}{4}$. D. λ.

Câu 59: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B, đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng λ. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Gọi C là điểm trên mặt nước, cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của AB một khoảng $4,5\lambda$. Biết khoảng cách hai nguồn A và B là 12λ. Nhận xét nào sau đây đúng?

A. Điểm C dao động cùng pha với các nguồn.

B. Điểm C dao động lệch pha với các nguồn là $\pi/2$.

C. Điểm C dao động ngược pha với các nguồn.

D. Điểm C dao động lệch pha với các nguồn là $\pi/4$.

Câu 60: Trên một dây có sóng dừng mà các tần số trên dây theo quy luật: $f_1:f_2:f_3:.....:f_n = 1:2:3:.....:n$. Số nút và số bụng trên dây là:

A. Số nút bằng số bụng trừ 1. B. Số nút bằng số bụng cộng 1.

C. Số nút bằng số bụng. D. Số nút bằng số bụng trừ 2.

Câu 61: Trong hiện tượng sóng dừng trên dây. Khoảng cách giữa hai nút hay hai bụng sóng liên tiếp bằng

A. một số nguyên lần bước sóng. B. một phần tư bước sóng.

C. một nửa bước sóng. D. một bước sóng.

Câu 62: Xét sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi rất dài, tại A một bụng sóng và tại B một nút sóng. Quan sát cho thấy giữa hai điểm A và B còn có thêm một bụng. Khoảng cách A và B bằng bao nhiêu lần bước sóng

A. năm phần tư.
B. nửa bước sóng.
C. một phần tư.
D. ba phần tư.

3. Giao thoa

Câu 63: Chọn kết luận SAI về hiện tượng giao thoa sóng :

A. Hiện tượng giao thoa sóng là hiện tượng xảy ra do sự tổng hợp của hai hay nhiều sóng kết hợp trong không gian, trong đó có những chỗ nhất định mà biên độ sóng được tăng cường hoặc bị giảm bớt.
B. Hai sóng kết hợp thì tại mỗi điểm mà hai sóng gặp nhau thì độ lệch pha giữa hai dao động của chúng phải là một đại lượng không đổi theo thời gian.
C. Trong hiện tượng giao thoa sóng, độ lệch pha của hai sóng thành phần tại điểm hai sóng gặp nhau sẽ quyết định độ lớn của biên độ dao động tổng hợp tại điểm đó.
D. Sóng kết hợp chỉ có thể được tạo ra từ hai nguồn kết hợp.

Câu 64: Chọn phương án SAI.

A. Nơi nào có sóng thì nơi ấy có hiện tượng giao thoa
B. Nơi nào có hiện tượng giao thoa thì nơi ấy có sóng
C. Hai sóng cùng loại gặp nhau có thể không gây ra hiện tượng giao thoa
D. Hai sóng kết hợp gặp nhau sẽ gây ra hiện tượng giao thoa

Câu 65(ĐH 2007): Để khảo sát giao thoa sóng cơ, người ta bố trí trên mặt nước nằm ngang hai nguồn kết hợp S_1 và S_2. Hai nguồn này dao động điều hòa theo phương thẳng đứng, cùng pha. Xem biên độ sóng không thay đổi trong quá trình truyền sóng. Các điểm thuộc mặt nước và nằm trên đường trung trực của đoạn S_1S_2 sẽ

A. dao động với biên độ bằng nửa biên độ cực đại.
B. dao động với biên độ cực tiểu.
C. dao động với biên độ cực đại.
D. không dao động.

Câu 66: Đối với trường hợp hai nguồn kết hợp bất kì (không cùng pha), trong miền giao thoa của hai sóng, những điểm có biên độ dao động cực tiểu thì

A. hiệu đường đi từ hai nguồn đến điểm đó bằng một số nguyên lần bước sóng.
B. hiệu đường đi từ hai nguồn đến điểm đó bằng một số bán nguyên lần bước sóng.
C. độ lệch pha của hai sóng kết hợp tại điểm đó bằng một số nguyên lần 2π.
D. độ lệch pha của hai sóng kết hợp tại điểm đó bằng một số bán nguyên lần 2π.

Câu 67: Để hai sóng phát ra từ hai nguồn kết hợp dao động ngược pha, khi gặp nhau tại một điểm trong một môi trường có tác dụng tăng cường nhau thì hiệu số đường đi của chúng phải bằng

A. một số nguyên lần bước sóng.
B. một số lẻ lần nửa bước sóng.

C. một số nguyên lần nửa bước sóng.

D. một số lẻ lần bước sóng.

Câu 68 (ĐH 2010): Điều kiện để hai sóng cơ khi gặp nhau, giao thoa được với nhau là hai sóng phải xuất phát từ hai nguồn dao động

A. cùng biên độ và có hiệu số pha không đổi theo thời gian.

B. cùng tần số, cùng phương.

C. có cùng pha ban đầu và cùng biên độ.

D. cùng tần số, cùng phương và có hiệu số pha không đổi theo thời gian.

Câu 69: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp trên mặt nước người ta thấy điểm M đứng yên, có hiệu đường đi đến hai nguồn là $n\lambda$ (n là số nguyên). Độ lệch pha của hai nguồn bằng một

A. số nguyên lần 2π.

B. số nguyên lần π.

C. số lẻ lần $\pi/2$.

D. số lẻ lần π.

Câu 70: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp trên mặt nước người ta thấy điểm M đứng yên, có hiệu đường đi đến hai nguồn là $(n + 0,5)\lambda$ (n là số nguyên). Độ lệch pha của hai nguồn bằng một

A. số nguyên lần 2π.

B. số nguyên lần π.

C. số lẻ lần $\pi/2$.

D. số lẻ lần π.

Câu 71: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước có phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos\omega t$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t + \pi/6)$. Trên đường nối hai nguồn, trong số những điểm có biên độ dao động cực đại thì điểm M gần đường trung trực nhất cách đường trung trực một khoảng bằng

A. 1/24 bước sóng và M nằm về phía S_1.

B. 1/12 bước sóng và M nằm về phía S_2.

C. 1/24 bước sóng và M nằm về phía S_2.

D. 1/12 bước sóng và M nằm về phía S_1.

Câu 72: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước có phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos\omega t$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t - \pi/4)$. Trên đường nối hai nguồn, trong số những điểm có biên độ dao động cực tiểu thì điểm M gần đường trung trực nhất cách đường trung trực một khoảng bằng

A. 3/16 bước sóng và M nằm về phía S_1.

B. 3/16 bước sóng và M nằm về phía S_2.

C. 3/8 bước sóng và M nằm về phía S_2.

D. 3/8 bước sóng và M nằm về phía S_1.

Câu 73: Giao thoa giữa hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước có phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos\omega t$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t + \pi/6)$. Trên đường nối hai nguồn, trong số những điểm có biên độ dao động cực tiểu thì điểm M gần đường trung trực nhất cách đường trung trực một khoảng bằng

A. 5/12 bước sóng và M nằm về phía S_1.

B. 5/12 bước sóng và M nằm về phía S_2.

C. 5/24 bước sóng và M nằm về phía S_2.

D. 5/6 bước sóng và M nằm về phía S_1.

Câu 74: Hiện tượng giao thoa sóng xảy ra khi có

A. hai sóng chuyển động ngược chiều giao nhau.

B. hai dao động cùng chiều, cùng pha gặp nhau

C. hai sóng xuất phát từ hai nguồn dao động cùng pha, cùng biên độ giao nhau.

D. hai sóng xuất phát từ hai tâm dao động cùng tần số, cùng pha và cùng phương giao nhau.

Câu 75: Hai sóng kết hợp là

A. hai sóng chuyển động cùng chiều với cùng tốc độ.

B. hai sóng luôn đi kèm với nhau.

C. hai sóng có cùng tần số, cùng phương và có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

D. hai sóng cùng bước sóng và có độ lệch pha biến thiên tuần hoàn.

Câu 76: Hai nguồn dao động kết hợp S_1, S_2 gây ra hiện tượng giao thoa sóng trên mặt thoáng chất lỏng. Nếu tăng tần số dao động của hai nguồn S_1 và S_2 lên 2 lần thì khoảng cách giữa hai điểm liên tiếp trên S_1S_2 có biên độ dao động cực tiểu sẽ thay đổi như thế nào?

A. Tăng lên 2 lần. B. Không thay đổi.

C. Tăng lên 4 lần. D. Giảm đi 2 lần.

Câu 77: Khoảng cách ngắn nhất từ trung điểm O của AB (A và B là các nguồn kết hợp cùng pha) đến một điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn AB là (SGK VL 12):

A. $\lambda/2$ B. $\lambda/4$ C. $3\lambda/4$ D. λ

Câu 78: Khoảng cách ngắn nhất từ trung điểm O của AB (A và B là các nguồn kết hợp cùng pha) đến một điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn AB là (SGK VL 12):

A. $\lambda/2$ B. $\lambda/4$ C. $3\lambda/4$ D. λ

Câu 79: Khi xảy ra hiện tượng giao thoa sóng nước với hai nguồn kết hợp ngược pha S_1 và S_2, những điểm nằm trên đường trung trực sẽ

A. dao động với biên độ bé nhất.

B. đứng yên, không dao động.

C. dao động với biên độ lớn nhất.

D. dao động với biên độ có giá trị trung bình.

Câu 80: Những điểm hiệu đường đi đến hai nguồn kết hợp cùng pha, cùng phương, cùng biên độ bằng một số bán nguyên lần bước sóng thì:

A. Dao động với biên độ bằng biên độ các nguồn kết hợp.

B. Dao động với biên độ cực đại .

C. Dao động với biên độ bằng 1/2 biên độ các nguồn kết hợp.

D. Đứng yên.

Câu 81(CD 2009): Ở mặt nước có hai nguồn sóng dao động theo phương vuông góc với mặt nước, có cùng phương trình u = Acosωt. Trong miền gặp nhau của hai sóng, những điểm mà ở đó các phần tử nước dao động với biên độ cực đại sẽ có hiệu đường đi của sóng từ hai nguồn đến đó bằng

A. một số lẻ lần nửa bước sóng. B. một số nguyên lần bước sóng.

C. một số nguyên lần nửa bước sóng. D. một số lẻ lần bước sóng.

Câu 82: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng dao động với các phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos(\omega t + \pi/2)$ và $u_2 = a_2\cos(\omega t + \pi)$. Bước sóng tạo ra là 4 cm. Một điểm M trên mặt chất lỏng cách các nguồn lần lượt là d_1 và d_2. Xác định điều kiện để M nằm trên cực tiểu? (với m là số nguyên)

A. $d_1 - d_2 = 4m + 2$ cm. B. $d_1 - d_2 = 4m + 1$ cm.

C. $d_1 - d_2 = 2m + 1$ cm. D. $d_1 - d_2 = 2m - 1$ cm.

Câu 83: Tại hai điểm A và B trên mặt nước có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha cùng biên độ, bước sóng λ. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Biết khoảng cách AB = 5λ. Trên khoảng AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại và trong số đó có bao nhiêu điểm dao động cùng pha với các nguồn?

A. Có 9 điểm dao động với biên độ cực đại trong đó có 5 điểm dao động cùng pha với các nguồn.

B. Có 9 điểm dao động với biên độ cực đại trong đó có 4 điểm dao động cùng pha với các nguồn.

C. Có 9 điểm dao động với biên độ cực đại và cả 9 điểm đó đều dao động cùng pha với các nguồn.

D. Có 11 điểm dao động với biên độ cực đại và cả 11 điểm đó đều dao động cùng pha với các nguồn.

Câu 84: Trong quá trình giao thoa sóng, dao động tổng hợp tại M chính là sự tổng hợp các sóng thành phần. Gọi Δφ là độ lệch pha của hai sóng thành phần tại M, d_2, d_1 là khoảng cách từ M đến hai nguồn sóng (với k là số nguyên và là bước sóng λ). Biên độ dao động tại M đạt cực đại khi

A. $\Delta\varphi = 0{,}5(2k + 1)\pi$. B. $\Delta\varphi = 2k\pi$.

C. $d_2 - d_1 = k\lambda$. D. $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$.

Câu 85: Trong sự giao thoa của sóng trên mặt nước của hai nguồn kết hợp, ngược pha, phát ra các sóng có bước sóng λ, những điểm dao động với biên độ cực đại có hiệu khoảng cách từ đó đến các nguồn (với $k = 0, \pm1, \pm2, \pm3...$) có giá trị là

A. $d_2 - d_1 = k\lambda$. B. $d_2 - d_1 = k\dfrac{\lambda}{2}$.

C. $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$. D. $d_2 - d_1 = 2k\lambda$.

Câu 86: Trong miền giao thoa của hai sóng kết hợp của hai nguồn kết hợp cùng pha cùng biên độ, có hai điểm M và N tương ứng nằm trên đường dao động cực đại và cực tiểu. Nếu giảm biên độ của một nguồn kết hợp còn một nửa thì biên độ dao động tại M

A. tăng lên và biên độ tại N giảm.

B. và N đều tăng lên.

C. giảm xuống và biên độ tại N tăng lên.

D. và N đều giảm xuống.

Câu 87: Trong miền giao thoa của hai sóng (của hai nguồn kết hợp cùng pha) thì những điểm có biên độ dao động cực:

A. đại thì hiệu đường đi từ hai nguồn đến điểm đó bằng một số chẵn lần bước sóng.

B. tiểu thì hiệu đường đi từ hai nguồn đến điểm đó bằng một số lẻ lần bước sóng.

C. đại thì hiệu đường đi từ hai nguồn đến điểm đó bằng một số chẵn lần nửa bước sóng.

D. tiểu thì hiệu đường đi từ hai nguồn đến điểm đó bằng một số nguyên lần nửa bước sóng.

Câu 88: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B đều có phương trình u = 5cosωt (cm). Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi và bước sóng là 2 cm. Điểm M trên mặt nước nằm trong vùng giao thoa cách A và B lần lượt là AM = 3,75 cm; BM = 3,25 cm. Chọn câu đúng.

A. Có những thời điểm mà M và B cùng qua vị trí cân bằng của chúng.

B. Điểm M dao động cùng pha với các nguồn.

C. Khi tốc độ dao động của M cực tiểu thì tốc độ dao động của A cực đại.

D. Điểm M dao động ngược pha với các nguồn.

Câu 89: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B, đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng λ. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Gọi C là điểm trên mặt nước, cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của AB một khoảng 4,5λ. Biết khoảng cách hai nguồn A và B là 12λ. Nhận xét nào sau đây đúng?

A. Điểm C dao động cùng pha với các nguồn.

B. Điểm C dao động lệch pha với các nguồn là π/2.

C. Điểm C dạo động ngược pha với các nguồn.

D. Điểm C dao động lệch pha với các nguồn là π/4.

Câu 90: Xét trên mặt nước có hai nguồn kết hợp A và B. Xét 2 mệnh đề sau:

(I) Đường trung trực của AB là một cực đại khi và chỉ khi hai nguồn kết hợp cùng pha.

(II) Đường trung trực của AB là một cực tiểu khi và chỉ khi hai nguồn kết hợp ngược pha.

Lựa chọn phương án đúng.

A. cả (I) và (II) đúng
B. (I) đúng; (II) sai
C. (I) sai; (II) đúng
D. cả (I) và (II) sai

4. Sóng âm

Câu 91: Âm do một chiếc đàn bầu phát ra

A. nghe càng trầm khi biên độ âm càng nhỏ và tần số âm càng lớn.
B. nghe càng cao khi mức cường độ âm càng lớn.
C. có độ cao phụ thuộc vào hình dạng và kích thước hộp cộng hưởng.
D. có âm sắc phụ thuộc vào dạng đồ thị dao động của âm.

Câu 92: Âm thanh do người hay một nhạc cụ phát ra có đồ thị được biểu diễn theo thời gian có dạng

A. đường cong bất kì.
B. đường hình sin.
C. đường đồ thị hàm cos.
D. biến thiên tuần hoàn.

Câu 93: Âm của một cái đàn ghi ta và của một cái kèn phát ra mà tai người phân biệt được khác nhau thì KHÔNG thể có cùng

A. cường độ âm.
B. mức cường độ âm.
C. tần số âm.
D. đồ thị dao động âm.

Câu 94: Các đặc tính nào sau đây ***không phải*** là của sóng âm?

A. Tốc độ truyền sóng âm trong chất rắn lớn hơn trong chất lỏng và trong chất lỏng lớn hơn trong chất khí.
B. Tốc độ truyền sóng âm phụ thuộc vào tính đàn hồi, mật độ và nhiệt độ của môi trường truyền sóng.
C. Sóng âm là những sóng cơ học dọc lan truyền trong môi trường vật chất với tốc độ hữu hạn.
D. Trong cùng một môi trường, sóng âm có biên độ lớn hơn thì truyền đi với với tốc độ lớn hơn.

Câu 95: Cảm giác về âm phụ thuộc những yếu tố nào sau đây?

A. Nguồn âm và môi trường truyền âm.
B. Nguồn âm và tai người nghe.
C. Môi trường truyền âm và tai người nghe.
D. Tai người nghe và thần kinh thính giác.

Câu 96: Chọn phương án **sai**. Xét sóng âm và sóng ánh sáng truyền từ không khí vào nước.

A. Bước sóng của sóng âm giảm còn bước sóng của ánh sáng tăng.

B. Tần số và chu kì của sóng âm và ánh sáng đều không thay đổi.
C. Năng lượng của cả sóng âm và ánh sáng đều bị giảm.
D. Sóng âm và ánh sáng đều bị phản xạ tại mặt ngăn cách giữa không khí và nước.

Câu 97: Chọn câu SAI.
A. Tốc độ truyền sóng âm phụ thuộc vào nhiệt độ.
B. Sóng âm và sóng cơ có cùng bản chất vật lý.
C. Sóng âm chỉ truyền được trong môi trường khí và lỏng.
D. Sóng âm có tần số nhỏ hơn 16Hz là hạ âm.

Câu 98: Chọn câu SAI.
A. Ngưỡng nghe của tai phụ thuộc vào tần số của âm
B. Tốc độ truyền sóng âm phụ thuộc vào nhiệt độ
C. Sóng âm và sóng cơ có cùng bản chất vật lý
D. Sóng âm truyền trên bề mặt vật rắn là sóng dọc

Câu 99: Chọn câu SAI trong các câu sau
A. Đối với tai con người, cường độ âm càng lớn thì âm càng to
B. Cảm giác nghe âm to hay nhỏ chỉ phụ thuộc vào cường độ âm
C. Cùng một cường độ âm tai con người nghe âm cao to hơn nghe âm trầm
D. Ngưỡng đau hầu thư không phụ thuộc vào tần số của âm

Câu 100: Chọn phương án SAI.
A. Nguồn nhạc âm là nguồn phát ra âm có tính tuần hoàn gây cảm giác dễ chịu cho người nghe
B. Có hai loại nguồn nhạc âm chính có nguyên tắc phát âm khác nhau, một loại là các dây đàn, loại khác là các cột khí của sáo và kèn.
C. Mỗi loại đàn đều có một bầu đàn có hình dạng nhất định, đóng vai trò của hộp cộng hưởng.
D. Khi người ta thổi kèn thì cột không khí trong thân kèn chỉ dao động với một tần số âm cơ bản hình sin.

Câu 101: Độ cao của âm phụ thuộc vào yếu tố nào sau đây?
A. Độ đàn hồi của âm.
B. Biên độ dao động của nguồn âm
C. Tần số của nguồn âm.
D. Đồ thị dao động của nguồn âm.

Câu 102: Đối với âm cơ bản và hoạ âm bậc 2 do cùng một dây đàn phát ra thì
A. hoạ âm bậc 2 có cường độ lớn hơn cường độ âm cơ bản.
B. tần số hoạ âm bậc 2 gấp đôi tần số âm cơ bản.
C. tần số âm cơ bản lớn gấp đôi tần số hoạ âm bậc 2.
D. tốc độ âm cơ bản gấp đôi tốc độ hoạ âm bậc 2.

Câu 103 (CĐ 2008): Đơn vị đo cường độ âm là
A. Oát trên mét (W/m).
B. Ben (B).
C. Niutơn trên mét vuông (N/m^2).
D. Oát trên mét vuông (W/m^2).

Câu 104: Đại lượng nào sau đây có giá trị quá lớn sẽ ảnh hưởng đến sức khoẻ và thần kinh của người?

A. tần số âm. B. âm sắc của âm.

C. biên độ của âm. D. mức cường độ âm.

Câu 105: Giữ nguyên công suất phát âm của một chiếc loa nhưng tăng dần tần số của âm thanh mà máy phát ra từ 50 Hz đến 20 kHz. Những người có thính giác bình thường sẽ nghe được âm với cảm giác

A. to dần rồi nhỏ lại. B. có độ to nhỏ không đổi.

C. to dần. D. nhỏ dần.

Câu 106: Hai âm thanh có âm sắc khác nhau là do

A. có tần số khác nhau.

B. độ cao và độ to khác nhau.

C. số lượng các họa âm trong chúng khác nhau.

D. số lượng và cường độ các họa âm trong chúng khác nhau.

Câu 107: Hai âm có cùng độ cao, chúng có đặc điểm nào trong các đặc điểm sau:

A. cùng biên độ.

B. cùng bước sóng trong một môi trường.

C. cùng tần số và bước sóng.

D. cùng tần số.

Câu 108: Hai âm thanh có âm sắc khác nhau là do:

A. khác nhau về tần số.

B. khác nhau về tần số và biên độ các họa âm.

C. khác nhau về đồ thị dao động âm.

D. khác nhau về chu kỳ của sóng âm.

Câu 109: Hai nhạc cụ mà hộp cộng hưởng giống nhau cùng phát ra cùng một âm cơ bản, nhưng có các hoạ âm khác nhau thì âm tổng hợp sẽ có

A. độ cao khác nhau B. dạng đồ thị dao động giống nhau

C. âm sắc khác nhau D. độ to như nhau

Câu 110: Hộp cộng hưởng có tác dụng

A. làm tăng tần số của âm. B. làm giảm bớt cường độ âm.

C. làm tăng cường độ của âm. D. làm giảm độ cao của âm.

Câu 111: Khi âm thanh truyền từ không khí vào nước thì

A. Bước sóng và tần số đều thay đổi.

B. Bước sóng không đổi nhưng tần số thay đổi.

C. Bước sóng và tần số không đổi.

D. Bước sóng thay đổi nhưng tần số không đổi.

Câu 112: Khi cường độ âm tăng lên 10^n lần, thì mức cường độ âm sẽ:

A. Tăng thêm 10n dB. B. Tăng lên 10n lần.

C. Tăng thêm 10^n dB. D. Tăng lên n lần.

Câu 113(CĐ 2007): Khi sóng âm truyền từ môi trường không khí vào môi trường nước thì

A. chu kì của nó tăng. B. tần số của nó không thay đổi.

C. bước sóng của nó giảm. D.bước sóng của nó không thay đổi.

Câu 114: Khi sóng âm đi từ môi trường không khí vào môi trường rắn

A. biên độ sóng tăng lên. B. tần số sóng tăng lên.

C. năng lượng sóng tăng lên. D. bước sóng tăng lên.

Câu 115: Khi sóng âm truyền từ không khí vào nước thì bước sóng

A. tăng. B. giảm.

C. không đổi. D. giảm sau đó tăng.

Câu 116(CĐ 2010): Khi nói về sóng âm, phát biểu nào sau đây là **sai**?

A. Ở cùng một nhiệt độ, tốc độ truyền sóng âm trong không khí nhỏ hơn tốc độ truyền sóng âm trong nước.

B. Sóng âm truyền được trong các môi trường rắn, lỏng và khí.

C. Sóng âm trong không khí là sóng dọc.

D. Sóng âm trong không khí là sóng ngang.

Câu 117: Kết luận nào **không** đúng với âm nghe được?

A. Âm nghe càng cao nếu chu kì âm càng nhỏ.

B. Âm nghe được là các sòng cơ có tần số từ 16 Hz đến 20000 Hz.

C. Âm sắc, độ to, độ cao, cường độ và mức cường độ âm là các đặc trưng sinh lí của âm.

D. Âm nghe được có cùng bản chất với siêu âm và hạ âm.

Câu 118: Lắp xi lanh đã được lồng pittong và âm thoa lên giá sao cho hai nhánh âm thoa nằm trong mặt phẳng chứa trục xilanh, vuông góc với trục xi lanh và một nhánh âm thoa nằm gần sát đầu hở của xilanh. Dùng búa caosu gõ nhẹ, đều đặn vào một nhánh của âm thoa, đồng thời dịch chuyển dần pittong ra xa đầu hở của xilanh. Lắng nghe âm phát ra và xác định được hai vị trí gần nhau nhất của pittong khi nghe thấy âm to nhất là cách nhau Δl. Bước sóng của sóng âm truyền trong không khí bằng

A. Δl. B. $2\Delta l$. C. $0{,}5\Delta l$. D. $0{,}25\Delta l$.

Câu 119: Lượng năng lượng sóng âm truyền trong 1 đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền là:

A. độ to của âm. B. cường độ âm.

C. mức cường độ âm. D. công suất âm.

Câu 120(ĐH 2008): Một lá thép mỏng, một đầu cố định, đầu còn lại được kích thích để dao động với chu kì không đổi và bằng 0,08 s. Âm do lá thép phát ra là

A. âm mà tai người nghe được. B. nhạc âm.

C. hạ âm. D. siêu âm.

Câu 121: Một người nghe thấy âm do một nhạc cụ phát ra có tần số f và tại vị trí người đó cường độ âm I. Nếu tần số và cường độ âm là f' = 10f và I' = 10I thì người ấy nghe thấy âm có

A. độ cao tăng 10 lần. B. độ to tăng 10 lần.

C. độ to tăng thêm 10 (dB). D. độ cao tăng lên.

Câu 122(CĐ 2012): Một nguồn âm điểm truyền sóng âm đẳng hướng vào trong không khí với tốc độ truyền âm là v. Khoảng cách giữa 2 điểm gần nhau nhất trên cùng hướng truyền sóng âm dao động ngược pha nhau là d. Tần số của âm là

A. $\frac{v}{2d}$. B. $\frac{2v}{d}$. C. $\frac{v}{4d}$. D. $\frac{v}{d}$.

Câu 123: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Âm có cường độ lớn thì tai có cảm giác âm đó luôn "to".

B. Âm có tần số lớn thì tai có cảm giác âm đó luôn "to".

C. Âm "to" hay "nhỏ" phụ thuộc vào mức cường độ âm và tần số âm .

D. Âm có cường độ nhỏ thì tai có cảm giác âm đó luôn "bé".

Câu 124: Phát biểu nào sau đây **không** đúng?

A. Âm nghe được có tần số nằm trong khoảng từ 16Hz đến 20000Hz.

B. Về bản chất vật lí thì sóng âm, sóng siêu âm và sóng hạ âm không có gì khác nhau, chúng đều là sóng cơ.

C. Sóng siêu âm là sóng âm duy nhất mà tai người không nghe được.

D. Sóng âm là sóng dọc truyền trong các môi trường vật chất như rắn, lỏng hoặc khí.

Câu 125: Phát biểu nào sau đây **không** đúng ?

A. Về bản chất vật lý thì sóng âm, sóng siêu âm, sóng hạ âm đều là sóng cơ.

B. Sóng siêu âm là sóng âm mà tai người không nghe thấy được.

C. Dao động âm có tần số trong miền từ 16 Hz đến 20 kHz.

D. Sóng âm là sóng dọc.

Câu 126: Sóng âm dừng trong một cột khí AB, đầu A để hở, đầu B bịt kín (B luôn là một nút sóng) có bước sóng λ. Biết rằng nếu đặt tai tại A thì âm nghe được là to nhất. Tính số nút và số bụng trên đoạn AB (kể cả A và B).

A. số nút = số bụng = 2.(AB/λ) + 0,5.

B. số nút = số bụng + 1 = 2.(AB/λ) + 1.

C. số nút + 1 = số bụng = 2.(AB/λ) + 1.

D. số nút = số bụng = 2.(AB/λ) + 1.

Câu 127: Sóng âm dừng trong một cột khí AB, đầu A để hở, đầu B bịt kín (B luôn là một nút sóng) có bước sóng λ. Nếu đặt tai tại A thì âm không nghe được. Xác định số nút và số bụng trên đoạn AB (kể cả A và B).

A. số nút = số bụng = 2.(AB/λ) + 0,5.

B. số nút + 1 = số bụng = 2.(AB/λ) + 1.

C. số nút = số bụng + 1 = 2.(AB/λ) + 1.

D. số nút = số bụng = 2.(AB/λ) + 1.

Câu 128: Sóng siêu âm không sử dụng được vào các việc nào sau đây?

A. Dùng để soi các bộ phận cơ thể.

B. Dùng để nội soi dạ dày.

C. Phát hiện khuyết tật trong khối kim loại.

D. Thăm dò: đàn cá; đáy biển.

Câu 129: Tai con người có thể nghe được những âm có mức cường độ âm ở trong khoảng

A. từ 0 dB đến 1000 dB. B. từ 10 dB đến 100 dB.

C. từ -10 dB đến 100 dB. D. từ 0 dB đến 130 dB.

Câu 130: Trong các nhạc cụ, hộp đàn có tác dụng

A. làm tăng độ cao và độ to của âm.

B. giữ cho âm phát ra có tần số ổn định.

C. vừa khuếch đại âm, vừa tạo ra âm sắc riêng của âm do đàn phát ra.

D. tránh được tạp âm và tiếng ồn làm cho tiếng đàn trong trẻo.

Câu 131: Tốc độ truyền âm trong một môi trường sẽ:

A. có giá trị như nhau với mọi môi trường.

B. tăng khi độ đàn hồi của môi trường càng lớn.

C. giảm khi khối lượng riêng của môi trường tăng.

D. có giá trị cực đại khi truyền trong chân không.

SÓNG ĐIỆN TỪ

1. Dao động điện từ

Câu 132: Công thức tính năng lượng điện từ của một mạch dao động LC là

A. $W = Q_0U_0/2$ B. $W = Q_0^2/2$ C. $W = I_0^2/(2C)$ D. $W = I_0^2/L$

Câu 133: Cho hai mạch dao động lí tưởng LC có cùng tần số dao động riêng f_0. Nếu mắc hai mạch này nối tiếp với nhau thì mạch mới có tần số dao động riêng là f. So sánh f và f_0.

A. $f = \frac{f_0}{2}$. B. $f < f_0$. C. $f = f_0$. D. $f > f_0$.

Câu 134: Chọn phát biểu đúng về điện trường trong khung dao động.

A. Điện trường biến thiên trong tụ điện sinh ra một từ trường đều, giống như từ trường nam châm hình chữ U.

B. Trong khoảng không gian giữa hai bản tụ điện có một từ trường do điện trường biến thiên trong tụ sinh ra.

C. Trong lòng cuộn cảm chỉ có từ trường, không có điện trường.

D. Trong khoảng không gian giữa hai bản tụ điện không có dòng điện do các điện tích chuyển động gây nên, do đó không có từ trường.

Câu 135: Chọn phương án **đúng** khi nói về điện từ trường.

A. Điện trường xoáy là điện trường mà đường sức là những đường cong có điểm đầu và điểm cuối.

B. Điện trường và từ trường không đổi theo thời gian đều có các đường sức là những đường cong hở.

C. Điện trường xoáy là điện trường mà đường sức là những đường cong không có điểm đầu và điểm cuối.

D. Điện trường và từ trường không đổi theo thời gian đều có các đường sức là những đường cong kín.

Câu 136: Chọn câu SAI.

A. Điện trường gắn liền với điện tích.

B. Từ trường gắn liền với dòng điện.

C. Điện từ trường gắn liền với điện tích và dòng điện.

D. Điện từ trường chỉ xuất hiện ở chỗ có điện trường hoặc từ trường biến thiên.

Câu 137: Chọn phát biểu **sai** khi nói về dao động riêng không tắt dần trong mạch dao động.

A. Năng lượng của mạch dao động riêng gồm năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm.

B. Năng lượng của mạch dao động riêng tại mỗi thời điểm đều tính bằng năng lượng điện trường cực đại hoặc năng lượng từ trường cuộn cảm.

C. Tại mọi thời điểm, năng lượng của mạch dao động riêng đều bằng nhau.

D. Trong quá trình dao động riêng, năng lượng điện trưởng giảm bao nhiêu lần thì năng lượng từ trường tăng đúng bấy nhiêu lần.

Câu 138: Chọn câu **sai**.

A. Từ trường biến thiên theo thời gian sẽ làm phát sinh xung quanh nó một điện trường xoáy ngay cả khi tại đó không có dây dẫn kín.

B. Điện trường xoáy xuất hiện giữa hai bản tụ điện khi tại đó có từ trường biến thiên. Điện trường xoáy giữa hai bản tụ điện này có các đường sức song song cách đều và không khép kín.

C. Khi điện trường giữa hai bản tụ biến thiên điều hoà theo tần số f thì giữa hai bản tụ xuất hiện một từ trường xoáy với các đường cảm ứng từ khép kín hình tròn có chiều biến thiên theo tần số f.

D. Điện trường xoáy có các đường sức từ khép kín bao quanh các đường cảm ứng của từ trường biến thiên.

Câu 139: Chọn phát biểu **sai** khi nói về điện từ trường.

A. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một loại trường duy nhất gọi là điện từ trường.

B. Từ trường trong nam châm vĩnh cửu là một trường hợp ngoại lệ ta chỉ quan sát thấy từ trường.

C. Không thể có điện trường và từ trường tồn tại độc lập.

D. Điện trường biến thiên ra từ trường xoáy và ngược lại từ trường biến thiên sinh ra điện trường xoáy.

Câu 140: Chọn phát biểu **sai**?

A. Năng lượng của mạch dao động gồm có năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và năng lượng từ tập trung ở cuộn cảm.

B. Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn với cùng tần số.

C. Trong mạch dao động luôn luôn có sự chuyển hóa qua lại giữa năng lượng điện trường và năng lượng từ trường.

D. Dao động điện từ của mạch dao động là một dao động cưỡng bức dưới tác dụng của nguồn điện.

Câu 141: Chọn phương án SAI khi nói về điện từ trường

A. Tương tác điện từ lan truyền trong không gian với một tốc độ hữu hạn

B. Điện trường và từ trường có thể chuyển hoá lẫn nhau

C. Điện từ trường là một dạng của vật chất, tồn tại khách quan.

D. Điện trường tĩnh và từ trường tĩnh không phải là những trường hợp riêng của trường điện từ.

Câu 142: Chọn phương án SAI khi nói về điện trường biến thiên và từ trường biến thiên

A. Mọi từ trường biến thiên theo thời gian đều làm xuất hiện một điện trường xoáy hoặc điện trường thế.

B. Điện trường xoáy có các đường sức bao quanh các đường cảm ứng từ.

C. Mọi điện trường biến thiên theo thời gian đều làm xuất hiện một từ trường biến thiên.

D. Các đường sức của từ trường này bao quanh các đường sức của điện trường.

Câu 143: Dao động điện từ trong mạch dao động LC là quá trình

A. biến đổi không tuần hoàn của điện tích trên tụ điện.

B. biến đổi theo hàm mũ của cường độ dòng điện.

C. chuyển hoá tuần hoàn giữa năng lượng từ trường và năng lượng điện trường.

D. bảo toàn hiệu điện thế giữa hai cực tụ điện.

Câu 144: Dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng khi cho tụ điện tích điện rồi cho nó phóng điện là dao động điện từ

A. cưỡng bức. B. tắt dần. C. duy trì. D. tự do.

Câu 145: Dòng điện trong mạch dao động

A. gồm cả dòng điện dẫn và dòng điện dịch.

B. là dòng điện dẫn.

C. là dòng electron tự do.

D. là dòng điện dịch.

Câu 146: Dòng điện trong mạch dao động LC lí tưởng là dòng điện kín trong đó phần dòng điện chạy qua tụ điện ứng với
A. dòng chuyển dời có hướng của các electron.
B. dòng chuyển dời có hướng của các ion dương.
C. dòng chuyển dời có hướng của các ion âm.
D. sự biến thiên của điện trường trong tụ điện theo thời gian.

Câu 147: Điện từ trường xuất hiện trong vùng không gian nào dưới đây?
A. Xung quanh một quả cầu tích điện.
B. Xung quanh một hệ hai quả cầu tích điện trái dấu.
C. Xung quanh một ống dây điện.
D. Xung quanh một tia lửa điện.

Câu 148: Điện trường xoáy **không** có tính chất nào sau đây?
A. Có các đường sức là các đường cong khép kín.
B. Sinh công không phụ thuộc đường đi mà chỉ phụ thuộc điểm đầu điểm cuối.
C. Phải tồn tại đồng thời với một từ trường biến thiên.
D. Xuất hiện khi có một điện tích dao động điều hòa.

Câu 149: Điện từ trường xuất hiện tại chỗ xảy ra tia chớp vào lúc nào?
A. Vào đúng lúc ta nhìn thấy tia chớp.
B. Trước lúc ta nhìn thấy tia chớp một khoảng thời gian rất ngắn.
C. Sau lúc ta nhìn thấy tia chớp một khoảng thời gian rất ngắn.
D. Điện từ trường không xuất hiện tại chỗ có tia chớp.

Câu 150: Điện tích của tụ điện trong mạch dao động LC biến thiên theo phương trình $q = Q_o\cos(2\pi t/T + \pi)$. Tại thời điểm $t = T/4$ thì
A. năng lượng điện trường cực đại.
B. dòng điện qua cuộn dây bằng 0.
C. hiệu điện thế giữa hai bản tụ bằng 0.
D. tụ tích điện cực đại.

Câu 151: Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về mối liên hệ giữa điện trường và từ trường?
A. Từ trường biến thiên luôn làm xuất hiện điện trường biến thiên.
B. Độ biến thiên của từ trường theo không gian lớn thì điện trường sinh có tần số càng lớn.
C. Điện trường biến thiên đều thì từ trường cũng biến thiên đều.
D. Điện trường biến thiên đều thì sinh ra từ trường không đổi.

Câu 152: Điều nào sau đây là <u>SAI</u> khi nói về mối liên hệ giữa điện trường và từ trường ?
A. Khi từ trường biến thiên làm xuất hiện điện trường biến thiên
B. Điện trường biến thiên làm xuất hiện từ trường biến thiên
C. Từ trường biến thiên càng nhanh làm điện trường sinh ra có tần số càng lớn
D. Điện trường của điện tích đứng yên có đường sức là đường cong kín.

Câu 153: Đưa lõi sắt non vào trong lòng ống dây của một mạch dao động điện từ LC thì sẽ làm

A. Tăng tần số dao động riêng f của mạch.

B. Giảm tần số dao động riêng f của mạch.

C. Giảm chu kỳ dao động riêng của mạch.

D. Giảm độ tự cảm của cuộn dây.

Câu 154: Hiện tượng nào dưới đây giúp ta khẳng định kết luận "Xung quanh một điện trường biến thiên xuất hiện một từ trường"? Đó là sự xuất hiện

A. từ trường của dòng điện thẳng. B. từ trường của dòng điện tròn.

C. từ trường của dòng điện dẫn. D. từ trường của dòng điện dịch.

Câu 155: Khi cho một dòng điện xoay chiều chạy qua một dây dẫn thẳng, xung quanh dây dẫn sẽ

A. có điện trường. B. có từ trường.

C. có điện từ trường. D. không tồn tại trường vật chất nào.

Câu 156: Khi một mạch dao động lí tưởng LC đang hoạt động thì

A. ở thời điểm năng lượng điện trường trong tụ cực đại, năng lượng từ trường trong cuộn cảm bằng không.

B. cường độ điện trường trong tụ điện tỉ lệ nghịch với diện tích của tụ điện.

C. ở mọi thời điểm, trong mạch chỉ có năng lượng điện trường.

D. cảm ứng từ trong cuộn dây tỉ lệ nghịch với cường độ dòng điện qua cuộn dây.

Câu 157: Khi một từ trường biến thiên theo thời gian thì sinh ra

A. điện trường xoáy. B. từ trường xoáy.

C. Một dòng điện. D. một từ trường thế.

Câu 158: Khi nam châm rơi qua một vòng dây dẫn kín A thì trong đó sẽ xuất hiện một dòng điện. Đặt trên vòng dây A một vòng dây kín B cùng hình dạng và kích thước nhưng làm bằng chất liệu khác thì trong vòng B không có dòng điện. Nếu đổi vị trí hai vòng dây cho nhau rồi cho nam châm rơi qua hai vòng dây thì

A. không có dòng điện trong cả hai.

B. không có dòng điện trong A, nhưng có dòng trong B.

C. có dòng điện trong cả hai dây.

D. không có dòng điện trong B, nhưng có dòng trong A.

Câu 159(CĐ-2011): Khi nói về điện từ trường, phát biểu nào sau đây **sai**?

A. Nếu tại một nơi có từ trường biến thiên theo thời gian thì tại đó xuất hiện điện trường xoáy.

B. Trong quá trình lan truyền điện từ trường, vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ tại một điểm luôn vuông góc với nhau.

C. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một trường duy nhất gọi là điện từ trường.

D. Điện từ trường không lan truyền được trong điện môi.

Câu 160(ĐH 2009): Khi nói về dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng, phát biểu nào sau đây **sai**?

A. Cường độ dòng điện qua cuộn cảm và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện biến thiên điều hòa theo thời gian với cùng tần số.

B. Năng lượng điện từ của mạch gồm năng lượng từ trường và năng lượng điện trường.

C. Điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch biến thiên điều hòa theo thời gian lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$

D. Năng lượng từ trường và năng lượng điện trường của mạch luôn cùng tăng hoặc luôn cùng giảm.

Câu 161: Khi một điện trường biến thiên theo thời gian thì sinh ra

A. Một điện trường. B. Một từ trường xoáy.

C. Một dòng điện. D. Một từ trường thế.

Câu 162: Khi phân tích thí nghiệm về hiện tượng cảm ứng điện từ, ta phát hiện ra

A. điện trường. B. từ trường.

C. điện từ trường. D. điện trường xoáy.

Câu 163(CĐ 2009): Mạch dao động LC lí tưởng gồm tụ điện có điện dung C, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Trong mạch có dao động điện từ tự do. Biết hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là U_0. Năng lượng điện từ của mạch bằng

A. $\frac{1}{2}LC^2$. B. $\frac{U_0^2}{2}\sqrt{LC}$. C. $\frac{1}{2}CU_0^2$. D. $\frac{1}{2}CL^2$.

Câu 164: Mạch dao động điện từ LC lí tưởng đang hoạt động. Điện tích của một bản tụ điện

A. biến thiên theo hàm bậc nhất của thời gian.

B. biến thiên theo hàm bậc hai của thời gian.

C. biến thiên điều hòa theo thời gian.

D. không thay đổi theo thời gian.

Câu 165: Mạch dao động LC_1, dao động với tần số f_1. Với mạch dao động LC_2 thì tần số là f_2. Nếu tụ C_1 mắc song song với tụ C_2 rồi mắc với cuộn cảm L thì tần số của mạch dao động được tính theo biểu thức nào?

A. $f = f_1 + f_2$. B. $\frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$.

C. $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$. D. $f^2 = f_1^2 + f_2^2$.

Câu 166: Mạch dao động L_1C, dao động với tần số f_1. Với mạch dao động L_2C thì tần số là f_2. Khi mạch dao động gồm bộ cuộn cảm (L_1 nối tiếp L_2) mắc với tụ điện C thì tần số dao động được tính theo biểu thức nào?

A. $f = f_1 + f_2$.

B. $\frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$.

C. $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$.

D. $f^2 = f_1^2 + f_2^2$.

Câu 167: Mạch dao động LC đang dao động tự do với chu kì là T. Thời gian ngắn nhất kể từ lúc năng lượng từ trường bằng ba lần năng lượng điện trường đến lúc năng lượng từ trường bằng năng lượng điện trường là

A. $\frac{T}{6}$. B. $\frac{T}{12}$. C. $\frac{T}{16}$. D. $\frac{T}{24}$.

Câu 168: Mạch dao động gồm tụ điện có điện dung C và cuộn dây có độ tự cảm L. Mạch đang dao động với tần số góc ω và điện tích cực đại trên tụ là Q_0. Chọn phương án đúng.

A. Năng lượng điện trường của tụ điện tại mỗi thời điểm t được tính bởi: $W_C = 0,5(Q_0\sin\omega t)^2/C$.

B. Năng lượng từ trường của cuộn cảm tại mỗi thời điểm t được tính bởi: $W_L = L(\omega Q_0\cos\omega t)^2$.

C. Tại mọi thời điểm tổng năng lượng điện trường và năng lượng từ trường trong mạch dao động là không đổi. Năng lượng của mạch dao động được bảo toàn và có độ lớn: $W = W_L + W_C = Q_0^2/(LC)$.

D. Khi cuộn cảm có điện trở đáng kể thì một phần năng lượng ban đầu bị chuyển hoá thành nhiệt năng nên dao động tắt dần, có biên độ giảm dần theo thời gian.

Câu 169: Mạch dao động điện từ tự do LC. Một nước năng lượng điện trường cực đại trong tụ chuyển thành năng lượng từ trong cuộn cảm mất thời gian t_0. Chu kì dao động điện từ trong mạch là

A. $2t_0$. B. $4t_0$. C. $8t_0$. D. $0,5t_0$.

Câu 170(CĐ 2012): Mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C. Trong mạch đang có dao động điện từ tự do. Gọi U_0 là hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ và I_0 là cường độ dòng điện cực đại trong mạch. Hệ thức đúng là

A. $I_0 = U_0\sqrt{\frac{C}{2L}}$. **B.** $I_0 = U_0\sqrt{\frac{C}{L}}$. **C.** $U_0 = I_0\sqrt{\frac{C}{L}}$. **D.** $U_0 = I_0\sqrt{\frac{2C}{L}}$.

Câu 171: Một nam châm vĩnh cửu đặt trên bàn. Một người quan sát chuyển động so với nam châm nếu dùng các thí nghiệm thích hợp thì sẽ quan sát thấy:

A. chỉ điện trường. B. chỉ từ trường.

C. vừa điện trường vừa từ trường. D. một dòng điện.

Câu 172: Một điện tích dương đặt trên bàn. Một người quan sát đứng yên so với điện tích nếu dùng các thí nghiệm thích hợp thì sẽ quan sát thấy:

A. chỉ điện trường. B. chỉ từ trường.

C. vừa điện trường vừa từ trường. D. một dòng điện.

Câu 173: Một nam châm vĩnh cửu đặt trên bàn. Một người quan sát đứng yên so với nam châm nếu dùng các thí nghiệm thích hợp thì sẽ quan sát thấy:

A. chỉ điện trường. B. chỉ từ trường.

C. vừa điện trường vừa từ trường. D. một dòng điện.

Câu 174: Một dòng điện không đổi chạy trong một dây kim loại thẳng. Xung quanh dây dẫn

A. có điện trường. B. có từ trường.

C. có điện từ trường. D. không có trường nào cả.

Câu 175: Một điện tích dương đặt trên bàn. Một người quan sát chuyển động so với điện tích nếu dùng các thí nghiệm thích hợp thì sẽ quan sát thấy:

A. chỉ điện trường. B. chỉ từ trường.

C. vừa điện trường vừa từ trường. D. một dòng điện.

Câu 176: Mối liên hệ giữa năng lượng điện trường $W_{đr}$ và năng lượng từ trường W_{tt} trong mạch dao động LC lí tưởng có dao động điện tử tự do với chu kì dao động T và năng lượng điện từ W là

A. $W_{đt}$, W_{tt} biến thiên theo thời gian với cùng chu kì T.

B. $W_{đt}$, W_{tt} biến thiên theo thời gian với cùng chu kì 2T.

C. $W_{đt}$, W_{tt} biến thiên theo thời gian với cùng chu kì T/2.

D. $W_{đt}$, W_{tt} biến thiên theo thời gian với cùng chu kì T.

Câu 177: Một mạch dao động LC lí tưởng, khi cường độ dòng trong mạch bằng không thì điện áp trên tụ điện có độ lớn bằng U_0. Khi cường độ dòng trong mạch đạt giá trị cực đại, người ta ghép nhanh song song với tụ điện một tụ điện có cùng điện dung. Điện áp cực đại giữa hai đầu cuộn cảm thuần là

A. $2U_0$. B. $U_0\sqrt{2}$. C. $U_0/\sqrt{2}$. D. U_0.

Câu 178: Một mạch dao động LC đang bức xạ được sóng trung. Để mạch đó bức xạ được sóng ngắn thì phải

A. mắc nối tiếp thêm vào mạch một cuộn dây thuần cảm thích hợp.

B. mắc nối tiếp thêm vào mạch một điện trở thuần thích hợp.

C. mắc nối tiếp thêm vào mạch một tụ điện có điện dung thích hợp.

D. mắc song song thêm vào mạch một tụ điện có điện dung thích hợp.

Câu 179(CĐ 2007): Một mạch dao động LC có điện trở thuần không đáng kể, gồm một cuộn dây có hệ số tự cảm L và một tụ điện có điện dung C. Trong mạch có dao động điện từ riêng (tự do) với giá trị cực đại của hiệu điện thế ở hai bản tụ điện bằng Umax. Giá trị cực đại Imax của cường độ dòng điện trong mạch được tính bằng biểu thức

A. $I_{max} = U_{max}\sqrt{C/L}$ B. $I_{max} = U_{max}\sqrt{LC}$.

C. $I_{max} = \sqrt{U_{max}/\sqrt{LC}}$. D. $I_{max} = U_{max}\sqrt{L/C}$.

Câu 180(ĐH 2009): Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần độ tự cảm L và tụ điện có điện dung thay đổi được từ C1 đến C2. Mạch dao động này có chu kì dao động riêng thay đổi được

A. từ $4\pi\sqrt{LC_1}$ đến $4\pi\sqrt{LC_2}$. B. từ $2\pi\sqrt{LC_1}$ đến $2\pi\sqrt{LC_2}$.

C. từ $2\sqrt{LC_1}$ đến $2\sqrt{LC_2}$. D. từ $4\sqrt{LC_1}$ đến $4\sqrt{LC_2}$.

Câu 181: Một mạch dao động LC đang phát sóng trung. Để mạch đó phát được sóng ngắn thì phải

A. mắc nối tiếp thêm vào mạch một cuộn dây thuần cảm thích hợp.

B. mắc nối tiếp thêm vào mạch một điện trở thuần thích hợp.

C. mắc nối tiếp thêm vào mạch một tụ điện có điện dung thích hợp.

D. mắc song song thêm vào mạch một tụ điện có điện dung thích hợp.

Câu 182(ĐH – CĐ 2010): Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C đang có dao động điện từ tự do. Ở thời điểm t = 0, hiệu điện thế giữa hai bản tụ có giá trị cực đại là U_0. Phát biểu nào sau đây là **sai**?

A. Năng lượng từ trường cực đại trong cuộn cảm là $\frac{CU_0^2}{2}$.

B. Cường độ dòng điện trong mạch có giá trị cực đại là $U_0\sqrt{\frac{C}{L}}$.

C. Điện áp giữa hai bản tụ bằng 0 lần thứ nhất ở thời điểm $t = \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$.

D. Năng lượng từ trường của mạch ở thời điểm $t = \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$ là $\frac{CU_0^2}{4}$.

Câu 183: Một mạch dao động gồm cuộn dây có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C, thực hiện dao động điện từ tự do. Điện tích cực đại trên mỗi bản tụ là Q_o và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là I_o. Chu kì dao động điện từ của mạch là

A. $T = 2\pi\frac{I_0}{Q_0}$. B. $T = 2\pi\frac{Q_0}{I_0}$. C. $T = 2\pi Q_0 I_0$. D. $T = 2\pi LC$.

Câu 184(CĐ 2009): Một mạch dao động LC lí tưởng, gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C. Trong mạch có dao động điện từ tự do. Gọi U_0, I_0 lần lượt là hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu tụ điện và cường độ dòng điện cực đại trong mạch thì

A. $U_0 = \frac{I_0}{\sqrt{LC}}$. B. $U_0 = I_0\sqrt{\frac{L}{C}}$. C. $U_0 = I_0\sqrt{\frac{C}{L}}$. D. $U_0 = I_0\sqrt{LC}$.

Câu 185(CĐ 2012): Một mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C. Trong mạch đang có dao động điện từ tự do. Biết điện tích cực đại trên một bản tụ điện là Q_0 và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là I_0. Tần số dao động được tính theo công thức

A. $f = \frac{1}{2\pi LC}$. B. $f = 2\pi LC$. C. $f = \frac{Q_0}{2\pi I_0}$. D. $f = \frac{I_0}{2\pi Q_0}$.

Câu 186: Một tụ điện có điện dung C tích điện đến hiệu điện thế U_0 được nối với một cuộn cảm có hệ số tự cảm L qua một khoá K (khoá K ngắt). Tại thời điểm $t = 0$, người ta đóng khoá K. Phát biểu nào sau đây **không** đúng?

A. Hiệu điện thế trên tụ điện lần đầu tiên bằng không ở thời điểm $t = \frac{\pi\sqrt{LC}}{2}$.

B. Năng lượng cực đại tích trữ trong cuộn cảm là $\frac{1}{2}CU_0^2$.

C. Giá trị cực đại của cường độ dòng điện trong mạch bằng $U_0\sqrt{\frac{C}{L}}$.

D. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp để năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường là $t_0 = \pi\sqrt{LC}$.

Câu 187: Ở đâu xuất hiện điện từ trường?

A. xung quanh một điện tích đứng yên.

B. Xung quanh một dòng điện không đổi.

C. Xung quanh một ống dây điện.

D. Xung quanh chỗ hàn điện.

Câu 188: Phát biểu nào sau đây là **đúng** khi nói về điện từ trường?

A. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một loại trường duy nhất gọi là điện từ trường.

B. Vận tốc lan truyền của điện từ trường trong chất rắn lớn hơn trong chất khí.

C. Điện trường và từ trường tồn tại riêng biệt, độc lập với nhau.

D. Điện từ trường lan truyền được trong các môi trường rắn, lỏng, khí và không lan truyền được trong chân không.

Câu 189: Phát nào sau đây là SAI khi nói về điện từ trường?

A. Khi từ trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra một điện trường xoáy.

B. Điện trường xoáy là điện trường mà đường sức là những đường cong có điểm đầu và điểm cuối.

C. Khi điện trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra một từ trường.

D. Từ trường có các đường sức từ bao quanh các đường sức của điện trường biến thiên.

Câu 190: Phát biểu nào sau đây **không** đúng khi nói về điện từ trường?

A. Nếu tại một nơi có một từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy.

B. Nếu tại một nơi có một điện trường không đều thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường xoáy.

C. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của cùng một loại từ trường duy nhất gọi là điện từ trường.

D. Điện từ trường xuất hiện xung quanh một chỗ có tia lửa điện.

Câu 191: Phát biểu nào sau đây **sai** về điện từ trường?

A. Một điện trường biến thiên theo thời gian sinh ra một từ trường ở các điểm lân cận.

B. Điện từ trường lan truyền trong không gian dưới dạng sóng điện từ, không lan truyền trong chân không.

C. Một từ trường biến thiên theo thời gian sinh ra một điện trường xoáy ở các điểm lân cận.

D. Trong điện từ trường, véctơ cường độ điện trường và véctơ cảm ứng từ luôn vuông góc với nhau.

Câu 192: Phát biểu nào sau đây về dao động điện từ trong mạch dao động lý tưởng là **Sai**?

A. Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn theo tần số chung.

B. Tại mọi thời điểm, tổng năng lượng điện trường và năng lượng từ trường là không đổi.

C. Năng lượng của mạch dao động gồm năng lượng điện trường tập trung ở tụ và năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm.

D. Năng lượng của mạch dao động gồm năng lượng điện trường tập trung ở cuộn cảm và năng lượng từ trường tập trung ở tụ.

Câu 193: Phát biểu nào sau đây về mạch dao động là **sai**?

A. Cường độ điện trường giữa hai bản tụ biến thiên điều hòa cùng tần số và cùng pha với cảm ứng từ trong lòng cuộn dây.

B. Điện áp giữa hai bản tụ biến thiên điều hòa cùng tần số và cùng pha với điện tích trên một bản tụ.

C. Dòng điện qua cuộn dây biến thiên điều hòa cùng tần số và cùng pha với cảm ứng từ trong lòng cuộn dây.

D. Cường độ điện trường giữa hai bản tụ biến thiên điều hòa cùng tần số và cùng pha với điện tích trên một bản tụ.

Câu 194: Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về năng lượng của dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng?

A. Năng lượng điện trường cực đại bằng năng lượng từ trường cực đại.

B. Năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường trong cuộn dây chuyển hóa lẫn nhau.

C. Cứ sau thời gian ngắn nhất bằng 0,5 chu kì dao động, năng lượng điện trường và năng lượng từ trường lại bằng nhau.

D. Năng lượng điện biến thiên tuần hoàn với tần số gấp đôi tần số dao động riêng của mạch.

Câu 195: Sự hình thành dao động điện từ tự do trong mạch dao động là do hiện tượng nào sau đây?

A. Hiện tượng cảm ứng điện từ. B. Hiện tượng tự cảm.

C. Hiện tượng cộng hưởng điện. D. Hiện tượng từ hoá.

Câu 196: Tần số dao động của mạch LC tăng gấp đôi khi:

A. Điện dung tụ tăng gấp đôi.

B. Điên dung giảm còn 1 nửa.

C. Độ tự cảm của cuộn dây tăng gấp đôi.

D. Chu kì giảm một nửa.

Câu 197: Tại điểm O trong khoảng không gian có điện trường xoáy, đặt một electron thì electron sẽ

A. không chuyển động.

B. chuyển động nhiều lần theo quỹ đạo tròn.

C. chuyển động một lần theo quỹ đạo kín.

D. chuyển động lặp đi lặp lại nhiều lần.

Câu 198: Tại điểm O trong khoảng không gian có điện trường xoáy, đặt một electron thì electron sẽ chuyển động

A. theo đường cong hở đi qua O.

B. theo đường cong kín đi qua O.

C. theo đường cong hở không đi qua O.

D. theo đường cong kín không đi qua O.

Câu 199: Tại một điểm O trong không gian có một điện trường biến thiên E_0 với tần số f_0, gây ra ở điểm lân cận A một từ trường biến thiên B_A với tần số f_A. Chọn kết luận SAI.

A. Tần số $f_A = f_0$.

B. Điện trường biến thiên E_0 cùng pha với từ trường biến thiên B_A.

C. Véctơ cường độ điện trường của E_0 vuông góc với véctơ cảm ứng từ của B_A.

D. Điện từ trường biến thiên lan truyền từ O đến A với tốc độ hữu hạn.

Câu 200: Tìm câu phát biểu SAI.

A. Điện trường và từ trường đều tác dụng lực lên điện tích đứng yên.

B. Điện trường và từ trường đều tác dụng lực lên điện tích chuyển động.

C. Điện từ trường tác dụng lực lên điện tích đứng yên.

D. Điện trường từ trường tác dụng lực lên điện tích chuyển động.

Câu 201: Tìm câu phát biểu SAI.

A. Điện trường và từ trường đều tác dụng lực lên điện tích đứng yên.

B. Điện trường và từ trường đều tác dụng lực lên điện tích chuyển động.

C. Điện từ trường tác dụng lực lên điện tích đứng yên.

D. Điện trường từ trường tác dụng lực lên điện tích chuyển động.

Câu 202: Tìm phát biểu SAI về năng lượng trong mạch dao động LC lí tưởng.

A. Năng lượng của mạch dao động gồm có năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm.

B. Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường cùng biến thiên điều hoà với tần số gấp hai lần tần số của dòng điện xoay chiều trong mạch.

C. Khi năng lượng điện trường trong tụ điện giảm thì năng lượng từ trường trong cuộn cảm tăng lên.

D. Tại mọi thời điểm, tổng của năng lượng điện trường và năng lượng từ trường là không đổi, nói cách khác, năng lượng của mạch dao động được bảo toàn.

Câu 203: Tìm câu phát biểu SAI. Xung quanh một điện tích dao động

A. có điện trường. B. có từ trường.

C. có điện từ trường. D. không có trường nào cả.

Câu 204: Tìm phát biểu SAI về điện từ trường biến thiên.

A. Một từ trường biến thiên theo thời gian sinh ra một điện trường xoáy ở các điểm lân cận.

B. Một điện trường biến thiên theo thời gian sinh ra một từ trường ở các điểm lân cận.

C. Điện trường và từ trường không đổi theo thời gian đều có các đường sức là những đường cong hở.

D. Đường sức điện trường xoáy là các đường cong khép kín bao quanh các đường sức của từ trường .

Câu 205: Thuyết điện từ Mắc-xoen đề cập đến vấn đề gì?

A. Tương tác của điện trường với điện tích.

B. Tương tác từ trường với dòng điện.

C. Tương tác của điện từ trường với các điện tích.

D. Mối quan hệ giữa điện trường và từ trường.

Câu 206: Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do, người ta ghép song song thêm một tụ có cùng điện dung thì chu kì dao động của mạch sẽ

A. không thay đổi. B. tăng $\sqrt{2}$ lần. C. giảm 2 lần. D. giảm $\sqrt{2}$ lần.

Câu 207: Trong một mạch dao động điện từ điều hòa, khi cảm ứng từ trong cuộn cảm có độ lớn cực đại thì

A. điện tích của tụ điện đạt giá trị cực đại.

B. độ lớn điện áp hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại.

C. năng lượng điện trong tụ đạt giá trị cực đại.

D. năng lượng từ trong cuộn cảm đạt giá trị cực đại.

Câu 208: Trong mạch dao động, dòng điện trong mạch có đặc điểm nào sau đây:

A. Tần số rất lớn. B. Chu kỳ rất lớn.

C. Cường độ rất lớn. D. Năng lượng rất lớn.

Câu 209: Trong mạch dao động điện từ LC, điện tích của tụ điện biến thiên điều hoà với chu kỳ T. Khoảng thời gian hai lần liên tiếp năng lượng điện trường ở tụ điện bằng không là

A. T B. T/2 C. T/4 D. T/3

Câu 210 (ĐH 2009): Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do, điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện qua cuộn cảm biến thiên điều hòa theo thời gian

A. luôn ngược pha nhau B. với cùng biên độ.

C. luôn cùng pha nhau D. với cùng tần số.

Câu 211: Trong mạch dao động LC có dao động điện từ tự do với chu kì riêng là T thì

A. khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp năng lượng điện trường đạt cực đại là T.

B. năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì bằng 2T.

C. khi năng lượng từ trường có giá trị cực đại thì năng lượng điện trường cũng có giá trị cực đại.

D. khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường là T/4.

Câu 212 (ĐH 2007): Trong mạch dao động LC có điện trở thuần bằng không thì

A. năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm và biến thiên với chu kì bằng chu kì dao động riêng của mạch.

B. năng lượng điện trường tập trung ở cuộn cảm và biến thiên với chu kì bằng chu kì dao động riêng của mạch.

C. năng lượng từ trường tập trung ở tụ điện và biến thiên với chu kì bằng nửa chu kì dao động riêng của mạch.

D. năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và biến thiên với chu kì bằng nửa chu kì dao động riêng của mạch.

Câu 213: Trong mạch dao động LC lí tưởng, đại lượng không phụ thuộc vào thời gian là

A. cường độ dòng điện trong mạch. B. điện tích trên một bản tụ.

C. năng lượng điện từ. D. năng lượng từ và năng lượng điện.

Câu 214: Trong mạch dao động LC, đại lượng biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì $T = \pi\sqrt{LC}$ là

A. điện tích của bản tụ.

B. cường độ dòng điện trong mạch.

C. hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn cảm.

D. năng lượng điện trường trong khoảng không gian giữa hai bản tụ điện.

Câu 215 (CĐ 2009): Trong mạch dao động LC lí tưởng có dao động điện từ tự do thì

A. năng lượng điện trường tập trung ở cuộn cảm.

B. năng lượng điện trường và năng lượng từ trường luôn không đổi.

C. năng lượng từ trường tập trung ở tụ điện.

D. năng lượng điện từ của mạch được bảo toàn.

Câu 216 (ĐH 2012). Trong một mạch dao động lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Gọi L là độ tự cảm và C là điện dung của mạch. Tại thời điểm t, hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là u và cường độ dòng điện trong mạch là i. Gọi U_0 là hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện và I_0 là cường độ dòng điện cực đại trong mạch. Hệ thức liên hệ giữa u và i là

A. $i^2 = \frac{C}{L}(U_0^2 - u^2)$.

B. $i^2 = \frac{L}{C}(U_0^2 - u^2)$.

C. $i^2 = LC(U_0^2 - u^2)$.

D. $i^2 = \sqrt{LC}(U_0^2 - u^2)$.

Câu 217: Trong mạch dao động LC có dao động điện từ tự do với chu kì riêng là T thì

A. khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp năng lượng điện trường đạt cực đại là T.

B. năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì bằng $\frac{T}{2}$.

C. khi năng lượng điện trường có giá trị cực đại thì năng lượng từ trường có giá trị khác không.

D. khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường là $\frac{T}{2}$.

Câu 218: Trong một mạch dao động gồm cuộn dây thuần cảm L và tụ điện C có dao động điện từ tự do, năng lượng điện trường của tụ điện biến thiên điều hoà với tần số

A. $f = \frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$.

B. $f = 2\pi\sqrt{LC}$.

C. $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

D. $f = \frac{\sqrt{LC}}{\pi}$.

Câu 219: Trong mạch dao động điện từ LC lí tưởng, nếu điện tích cực đại trên tụ điện là Q_0 và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là I_0 thì

A. chu kỳ dao động điện từ trong mạch bằng $2\pi I_0/Q_0$.

B. năng lượng điện trường trong tụ và năng lượng từ trường trong cuộn dây biến thiên với chu kì bằng $2\pi Q_0/I_0$.

C. điện trường trong tụ và từ trường trong cuộn dây biến thiên với chu kì bằng $\pi Q_0/I_0$.

D. khoảng thời gian hai lần liên tiếp từ trường trong cuộn dây triệt tiêu là $\pi Q_0/I_0$.

Câu 220: Trong mạch dao động điện từ LC lí tưởng, nếu điện tích cực đại trên tụ điện là Q_0 và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là I_0 thì

A. khoảng thời gian hai lần liên tiếp năng lượng điện trường trong tụ cực đại là $\pi I_0/Q_0$.

B. năng lượng từ trường trong cuộn dây biến thiên với chu kì bằng $2\pi Q_0/I_0$.

C. điện trường trong tụ biến thiên theo thời gian với chu kì bằng $2\pi Q_0/I_0$.

D. khoảng thời gian hai lần liên tiếp từ trường trong cuộn dây triệt tiêu là $0,5\pi Q_0/I_0$.

Câu 221. Trong một mạch dao động LC, điện tích trên một bản tụ biến thiên theo phương trình $q = q_0 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$. Như vậy

A. tại các thời điểm $\frac{T}{4}$ và $\frac{3T}{4}$, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều như nhau.

B. tại các thời điểm $\frac{T}{4}$ và $\frac{3T}{4}$, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều ngược nhau.

C. tại các thời điểm $\frac{T}{2}$ và T, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều như nhau.

D. tại các thời điểm $\frac{T}{2}$ và T, dòng điện trong mạch có độ lớn cực đại, chiều ngược nhau.

Câu 222: Trong mạch dao động lí tưởng, cuộn cảm có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C. Tại thời điểm t = 0 điện tích trên các bản tụ có độ lớn cực đại. Khoảng thời gian ngắn nhất kể từ thời điểm t = 0, để năng lương điện trường bằng năng lượng từ trường là

A. $2\pi\sqrt{LC}$. B. $\pi\sqrt{LC}$. C. $\frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$. D. $\frac{\pi}{4}\sqrt{LC}$.

Câu 223: Trong mạch dao động LC lí tưởng có dao động điện từ tự do, điện tích cực đại của tụ là Q_0. Khi cường độ dòng điện trong mạch có giá trị bằng 0,5 giá trị cực đại của nó thì điện tích của tụ là

A. $\frac{Q_0\sqrt{5}}{4}$. B. $\frac{Q_0\sqrt{3}}{2}$. C. $\frac{Q_0\sqrt{2}}{2}$. D. $\frac{Q_0\sqrt{15}}{4}$.

Câu 224(CĐ-2011): Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do, cường độ dòng điện trong mạch và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện lệch pha nhau một góc bằng

A. 0. B. $\pi/2$. C. π. D. $\pi/4$.

Câu 225: Trong điện từ trường, các vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn

A. cùng phương, ngược chiều. B. cùng phương, cùng chiều.

C. có phương vuông góc với nhau. D. có phương lệch nhau 45^0.

Câu 226: Trong trường hợp nào sau đây xuất hiện điện từ trường?

A. Êlectron chuyển động trong dây dẫn thẳng.

B. Êlectron chuyển động trong dây dẫn tròn.

C. Êlectron chuyển động trong ống dây điện.

D. Êlectron trong đèn hình vô tuyến đến va chạm vào màn hình.

Câu 227: Tụ điện có điện dung C, được tích điện đến điện tích cực đại Qmax rồi nối hai bản tụ với cuộn dây có độ tự cảm L thì dòng điện cực đại trong mạch là

A. $I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L}}.Q_{max}$. B. $I_{max} = \sqrt{\frac{1}{LC}}.Q_{max}$.

C. $I_{max} = \sqrt{LC}.Q_{max}$. D. $I_{max} = \sqrt{\frac{L}{C}}.Q_{max}$.

Câu 228: Tụ điện của một mạch dao động LC là một tụ điện phẳng. Mạch có chu kì dao động riêng là T. Khi khoảng cách giữa hai bản tụ giảm đi hai lần thì chu kì dao động riêng T′ của mạch là

A. $T' = T\sqrt{2}$. B. $T' = 2T$. C. $T' = \frac{T}{2}$. D. $T' = \frac{T}{\sqrt{2}}$.

Câu 229: Xét hai mệnh đề sau đây:

(I) Nam châm vĩnh cửu đặt cạnh điện tích điểm đứng yên thì điện tích sẽ chuyển động.

(II) Điện tích điểm chuyển động lại gần kim nam châm đứng yên thì nam châm sẽ quay.

A. Mệnh đề (I) đúng, mệnh đề (II) đúng.

B. Mệnh đề (I) đúng, mệnh đề (II) SAI.

C. Mệnh đề (I) SAI, mệnh đề (II) đúng.

D. Mệnh đề (I) SAI, mệnh đề (II) SAI.

SÓNG ĐIỆN TỪ

Câu 230: Biến điệu sóng điện từ là quá trình:

A. Trộn sóng điện từ âm tần với sóng điện từ tần số cao.

B. Khuếch đại độ sóng điện từ.

C. Biến sóng điện từ tần số thấp thành sóng điện từ tần số cao.

D. Biến đổi sóng cơ thành sóng điện từ.

Câu 231: Chọn câu **sai** khi nói về sóng điện từ.

A. Sóng điện từ có điện trường và từ trường biến thiên cùng pha.

B. Hai véc tơ cảm ứng từ B và cường độ điện trường E vuông góc với nhau và cùng vuông góc với phương truyền.

C. Nếu cho cái đinh ốc tiến theo chiều truyền sóng thì chiều quay của nó là từ véc tơ E đến B.

D. Nếu cho cái đinh ốc tiến theo chiều truyền sóng thì chiều quay của nó là từ véc tơ B đến E.

Câu 232: Chọn câu **sai** khi nói về sóng điện từ.

A. Sóng điện từ mang năng lượng.

B. Có thành phần điện và thành phần từ biến thiên vuông pha với nhau.

C. Sóng điện từ là sóng ngang.

D. Sóng điện từ có thể phản xạ, khúc xạ.

Câu 233: Chọn phát biểu sai khi nói về sóng vô tuyến.

A. Trong thông tin vô tuyến, người ta sử dụng những sóng có tần số hàng nghìn Hec trở lên, gọi là sóng vô tuyến.

B. Sóng dài và cực dài có bước sóng từ 10^7m đến 10^5m.

C. Sóng trung có bước sóng từ 10^3m đến 10^2m.

D. Sóng cực ngắn có bước sóng từ 10m đến 10^{-2}m.

Câu 234: Chọn phương án SAI.

A. Mạch dao động kín là mạch dao động bức xạ điện từ trường ra không gian không đáng kể.

B. Mạch dao động hở là mạch dao động bức xạ điện từ trường ra không gian.

C. Để phát và thu sóng điện từ người ta dùng mạch dao động kín.

D. Ăng ten là một mạch dao động hở.

Câu 235: Chọn phương án <u>SAI</u> khi nói về nguyên tắc phát sóng vô tuyến

A. Phối hợp một máy phát dao động với một ăngten

B. Cuộn cảm L của mạch dao động truyền vào cuộn cảm L_A của ăngten một từ trường dao động cùng tần số f.

C. Từ trường này làm phát sinh một suất điện động cảm ứng theo phương của ăngten

D. ăngten phát ra sóng điện từ với các tần số f, 2f, 3f ...

Câu 236: Đài phát thanh phát sóng 92,5 KHz thuộc loại sóng

A. Dài B. Trung C. Ngắn D. Cực ngắn

Câu 237: Đài FM phát các chương trình ca nhạc, người ta sử dụng sóng

A. cực ngắn vì chất lượng truyền tải âm thanh tốt.

B. cực ngắn vì nó không bị tầng điện li phản xạ hoặc hấp thụ và có khả năng truyền đi xa theo đường thẳng.

C. trung vì sóng trung cũng có khả năng truyền đi xa đặc biệt vào ban đêm sóng trung bị phản xạ mạnh ở tầng điện li.

D. ngắn vì sóng ngắn bị tầng điện li và mặt đất phản xạ nhiều lần nên có khả năng truyền đi xa.

Câu 238: Đặc điểm nào sau đây không phải là đặc điểm chung của sóng cơ và sóng điện từ?

A.Mang năng lượng. B.Là sóng ngang.

C.Bị nhiễu xạ khi gặp vật cản. D.Truyền được trong chân không.

Câu 239: Để truyền tín hiệu truyền hình vô tuyến, người ta thường dùng các sóng điện từ có tần số vào khoảng

A. vài kilôhéc. B. vài mêgahéc.

C. vài chục mêgahéc. D. vài nghìn mêgahéc.

Câu 240: Điều nào sau đây là SAI khi nói về nguyên tắc phát và thu sóng điện từ?

A. Để phát sóng điện từ phải mắc phối hợp một máy dao động điều hoà với một ăng ten.

B. Để thu sóng điện từ cần dùng ăng ten.

C. Nhờ có ăng ten mà ta có thể chọn lọc được sóng cần thu.

D. Không thể có một thiết bị vừa thu và phát sóng điện từ.

Câu 241: Điều nào sau đây là SAI khi nói về nguyên tắc thu sóng điện từ:

A. Hiện tượng cộng hưởng xuất hiện trong mạch dao động của máy thu khi thu sóng điện từ.

B. Để thụ sóng điện từ ta dùng mạch dao động LC kết hợp với một ăng ten

C. Sóng cần thu được chọn lọc từ mạch dao động.

D. Khi thu được sóng điện từ có tần số f thì không thu được các sóng có tần số khác.

Câu 242: Điều nào sau **sai** khi nói về sóng điện từ.

A. Để thu sóng điện từ người ta mắc phối hợp một ăng ten với một mạch dao động LC.

B. Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường luôn dao động lệch pha nhau $\pi/2$.

C. Sóng điện từ là sự lan truyền trong không gian của điện từ trường biến thiên theo thời gian.

D. Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường biến thiên tuần hoàn trong không gian, và theo thời gian, luôn cùng pha nhau.

Câu 243(ĐH 2008): Đối với sự lan truyền sóng điện từ thì

A. vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ cùng phương với phương truyền sóng còn vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$.

B. vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn cùng phương với phương truyền sóng.

C. vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn vuông góc với phương truyền sóng.

D. vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ cùng phương với phương truyền sóng còn vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ vuông góc với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$.

Câu 244: Hiện tượng gì xảy ra với tần số và bước sóng của sóng điện từ đi từ không khí vào trong thủy tinh?

A. Tần số giảm và bước sóng tăng.

B. Tần số tăng và bước sóng giảm.

C. Tần số không đổi và bước sóng tăng.

D. Tần số không đổi và bước sóng giảm.

Câu 245: Hệ thống phát thanh gồm:

A. Ống nói, dao động cao tần, biến điệu, khuyếch đại cao tần, ăngten phát.

B. Ống nói, dao động cao tần, tách sóng, khuyếch đại âm tần, ăngten phát.

C. Ống nói, dao động cao tần, chọn sóng, khuyếch đại cao tần, ăngten phát

D. Ống nói, chọn sóng, tách sóng, khuyếch đại âm tần, ăngten phát.

Câu 246: Khi đề cập đến sóng vô tuyến, điều nào sau đây là SAI?

A. Khi lan truyền véctơ cường độ điện trường và cảm ứng từ trong sóng vô tuyến luôn vuông góc nhau.

B. Sóng vô tuyến là sóng ngang

C. Sóng vô tuyến truyền đi trong chân không bằng vận tốc ánh sáng trong chân không.

D. Sóng vô tuyến có bước sóng càng nhỏ thì năng lượng càng nhỏ.

Câu 247: Khi sử dụng máy thu thanh vô tuyến điện, người ta xoay nút dò đài là để

A. thay đổi tần số của sóng tới.

B. thay đổi tần số riêng của mạch chọn sóng.

C. tách tín hiệu cần thu ra khỏi sóng mang cao tần.

D. khuếch đại tín hiệu thu được.

Câu 248: Khi càng tăng tần số của nguồn phát sóng điện từ thì

A. sóng điện từ truyền càng nhanh.

B. khả năng đâm xuyên của sóng điện từ càng giảm.

C. năng lượng sóng điện từ càng giảm.

D. bước sóng của sóng điện từ càng giảm.

Câu 249: Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào sau đây **đúng**?

A. Sóng điện từ chỉ lan truyền được trong môi trường chất (rắn, lỏng hay khí).

B. Cũng như sóng âm sóng điện từ có thể là sóng ngang hay sóng dọc.

C. Sóng điện từ luôn là sóng ngang và lan truyền được cả trường chất lẫn trong chân không.

D. Tốc độ lan truyền của sóng điện từ luôn bằng tốc độ ánh sáng trong chân không, không phụ thuộc gì vào môi trường trong đó sóng lan truyền.

Câu 250(CĐ 2008): Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào dưới đây là **sai**?

A. Trong quá trình truyền sóng điện từ, vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn cùng phương.

B. Sóng điện từ truyền được trong môi trường vật chất và trong chân không.

C. Trong chân không, sóng điện từ lan truyền với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng.

D. Sóng điện từ bị phản xạ khi gặp mặt phân cách giữa hai môi trường.

Câu 251(ĐH 2012): Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào sau đây là **sai?**

A. Sóng điện từ mang năng lượng.

B. Sóng điện từ tuân theo các quy luật giao thoa, nhiễu xạ.

C. Sóng điện từ là sóng ngang.

D. Sóng điện từ không truyền được trong chân không.

Câu 252: Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào sau đây là ***sai***?

A. Sóng điện từ truyền được trong môi trường vật chất và trong chân không.

B. Sóng điện từ có thể là sóng dọc hoặc sóng ngang.

C. Trong chân không, sóng điện từ lan truyền với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng trong chân không.

D. khi sóng điện từ lan truyền, điện trường và từ trường luôn dao động cùng pha.

Câu 253: Kí hiệu E và B là cường độ điện trường và cảm ứng từ. Tại một điểm bất kỳ trên phương truyền của sóng điện từ, nếu cho một đinh ốc tiến theo chiều véctơ vận tốc thì chiều quay của nó từ véctơ

A. E đến véctơ B.

B. B đến véctơ E.

C. E đến véctơ B nếu sóng có tần số lớn.

D. E đến véctơ B nếu sóng có tần số nhỏ.

Câu 254: Mạch chọn sóng trong máy thu vô tuyến điện hoạt động dựa trên hiện tượng

A. Khúc xạ, nhiễu xạ và giao thoa sóng điện từ.

B. Cảm ứng điện từ và cộng hưởng điện.

C. Phản xạ sóng điện từ và cộng hưởng điện.

D. Giao thoa sóng điện từ và cộng hưởng điện.

Câu 255: Nhận xét nào về sóng điện từ là SAI?

A. Điện tích dao động bức xạ sóng điện từ.

B. Tần số sóng điện từ bằng tần số f điện tích dao động.

C. Sóng điện từ là sóng dọc.

D. Năng lượng sóng điện từ tỉ lệ với lũy thừa 4 của f.

Câu 256: Nhận xét nào về sóng điện từ là SAI?

A. Sóng điện từ có thể tạo ra sóng dừng

B. Sóng điện từ không cần phải dựa vào sự biến dạng của môi trường đàn hồi nào cả

C. Biên độ sóng càng lớn thì năng lượng sóng càng lớn

D. Khi lan truyền trong chân không tốc độ lan truyền phụ thuộc vào tần số.

Câu 257: Nguyên tắc của mạch chọn sóng trong máy thu thanh dựa trên hiện tượng

A. giao thoa sóng.

B. cộng hưởng điện.

C. nhiễu xạ sóng.

D. sóng dừng.

Câu 258: Phát biểu nào sau đây là **đúng**

A. Sóng điện từ có thể là sóng ngang hoặc sóng dọc.

B. Sóng điện từ chỉ lan truyền được trong môi trường vật chất đàn hồi.

C. Vận tốc lan truyền của sóng điện từ luôn bằng vận tốc ánh sáng trong chân không, không phụ thuộc gì vào môi trường truyền sóng.

D. Sóng điện từ luôn là sóng ngang và lan truyền được cả trong môi trường vật chất và trong chân không.

Câu 259 : Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về sự phát và thu sóng điện từ?

A. Để thu sóng điện từ phải mắc phối hợp một ăng–ten với một mạch dao động LC.

B. Để phát sóng điện từ phải mắc phối hợp một máy phát dao động điều hoà với một ăng–ten.

C. Ăng–ten của máy thu chỉ thu được một sóng có tần số xác định.

D. Nếu tần số riêng của mạch dao động trong máy thu được điều chỉnh đến giá trị bằng f thì máy thu sẽ bắt được sóng có tần số bằng f.

Câu 260: Phát biểu nào sau đây về sóng điện từ là **không** đúng?

A. Sóng điện từ có thể bị phản xạ khi gặp các bề mặt.

B. Tốc độ truyền sóng điện từ trong các môi trường khác nhau thì khác nhau.

C. Tần số của một sóng điện từ là lớn nhất khi truyền trong chân không.

D. Sóng điện từ có thể truyền qua nhiều loại vật liệu.

Câu 261(ĐH-2011): Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về sóng điện từ?

A. Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó có thể bị phản xạ và khúc xạ.

B. Sóng điện từ truyền được trong chân không.

C. Sóng điện từ là sóng ngang nên nó chỉ truyền được trong chất rắn.

D. Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn đồng pha với nhau.

Câu 262(ĐH 2009): Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về sóng điện từ?

A. Sóng điện từ là sóng ngang.

B. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ.

C. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn cùng phương với vectơ cảm ứng từ.

D. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không.

Câu 263: Phát biểu nào sau đây là SAI khi nói về sóng điện từ?

A. Sóng điện từ là sóng ngang.

B. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ.

C. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn cùng phương với vectơ cảm ứng từ.

D. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không.

Câu 264(ĐH 2011): Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về sóng điện từ?

A. Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó có thể bị phản xạ và khúc xạ.

B. Sóng điện từ truyền được trong chân không.

C. Sóng điện từ là sóng ngang nên nó chỉ truyền được trong chất rắn.

D. Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn đồng pha với nhau.

Câu 265: Phát biểu nào sau đây là **không** đúng?

A. Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường luôn dao động cùng pha nhưng theo hai phương vuông góc với nhau.

B. Sóng điện từ là sóng ngang trong mọi môi trường.

C. Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường luôn dao động theo hai phương vuông góc với nhau nên chúng vuông pha nhau.

D. Sóng điện từ là sự lan truyền của điện từ trường biến thiên trong không gian theo thời gian.

Câu 266: Sóng điện từ có bước sóng 90 mét thuộc loại sóng nào dưới đây

A. Sóng dài. B. Sóng ngắn.

C. Sóng trung. D. Sóng cực ngắn.

Câu 267: Sóng điện từ là

A. sóng lan truyền trong các môi trường đàn hồi.

B. sóng có điện trường và từ trường dao động cùng pha, cùng tần số, có phương vuông góc với nhau.

C. sóng có hai thành phần điện trường và từ trường dao động cùng phương, cùng tần số.

D. sóng có năng lượng tỉ lệ với bình phương của tần số.

Câu 268(CĐ 2007): Sóng điện từ và sóng cơ học không có chung tính chất nào dưới đây?

A. Phản xạ. B. Truyền được trong chân không.

C. Mang năng lượng. D. Khúc xạ.

Câu 269: Sóng điện từ nào sau đây có khả năng xuyên qua tầng điện li?

A. Sóng dài. B. Sóng trung.

C. Sóng ngắn. D.Sóng cực ngắn.

Câu 270: Sóng điện từ **không** bị phản xạ ở tầng điện li là

A. sóng cực ngắn. B. sóng ngắn.

C. sóng trung. D. sóng dài.

Câu 271: Sóng điện từ không có tính chất nào sau đây?

A. Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và từ trường tại một điểm luôn đồng pha với nhau.

B. Sóng điện từ là sóng ngang.

C. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không và mang năng lượng.

D. Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và từ trường tại một điểm lệch pha $\pi/2$.

Câu 272(ĐH – CĐ 2010): Sóng điện từ

A. là sóng dọc hoặc sóng ngang.

B. là điện từ trường lan truyền trong không gian.

C. có thành phần điện trường và thành phần từ trường tại một điểm dao động cùng phương.

D. không truyền được trong chân không.

Câu 273: Sóng điện từ

A. lan truyền trong môi trường đàn hồi.

B. tại mỗi điểm trên phương truyền sóng có điện trường và từ trường dao động cùng pha, cùng tần số.

C. có hai thành phần điện trường và từ trường dao động cùng phương.

D. có năng lượng tỉ lệ với bình phương của tần số.

Câu 274: Sóng điện từ có tần số 10 MHz nằm trong vùng dài sóng nào?

A. sóng trung. B. sóng dài.

C. sóng ngắn. D. sóng cực ngắn.

Câu 275: Sóng điện từ là quá trình lan truyền trong không gian của một điện từ trường biến thiên. Kết luận nào sau đây là đúng khi nói về sự tương quan giữa vectơ cường độ điện trường E và vectơ cảm ứng từ B của điện từ trường đó.

A. Các véctơ E và B biến thiên tuần hoàn có cùng tần số.

B. Các véctơ E và B cùng phương.

C. Các véctơ E và B biến thiên tuần hoàn lệch pha nhau $\pi/2$.

D. Các véctơ E và B ngược hướng.

Câu 276: Sóng nào sau đây được dùng trong truyền hình?

A. Sóng dài. B. Sóng trung.

C. Sóng ngắn. D. Sóng cực ngắn và sóng ngắn.

Câu 277: Sóng nào sau đây được dùng trong thiên văn vô tuyến?

A. Sóng dài. B. Sóng trung.

C. Sóng ngắn. D. Sóng cực ngắn.

Câu 278(CĐ 2007): Sóng điện từ là quá trình lan truyền của điện từ trường biến thiên, trong không gian. Khi nói về quan hệ giữa điện trường và từ trường của điện từ trường trên thì kết luận nào sau đây là **đúng**?

A. Véctơ cường độ điện trường và cảm ứng từ cùng phương và cùng độ lớn.

B. Tại mỗi điểm của không gian, điện trường và từ trường luôn luôn dao động ngược pha.

C. Tại mỗi điểm của không gian, điện trường và từ trường luôn luôn dao động lệch pha nhau $\pi/2$.

D. Điện trường và từ trường biến thiên theo thời gian với cùng chu kì.

Câu 279: Sóng ngắn trong vô tuyến điện có thể truyền đi rất xa trên Trái Đất là do

A. phản xạ liên tiếp trên tầng điện li và trên mặt đất.

B. phản xạ một lần trên tầng điện li và trên mặt đất.

C. truyền thẳng từ vị trí này sang vị trí kia.

D. không khí đóng vai trò như trạm thu phát và khuếch đại.

Câu 280: Sóng ngắn vô tuyến có bước sóng vào cỡ

A. hàng nghìn mét. B. hàng trăm mét.

C. hàng chục mét. D. hàng mét.

Câu 281(ĐH 2012): Tại Hà Nội, một máy đang phát sóng điện từ. Xét một phương truyền có phương thẳng đứng hướng lên. Vào thời điểm t, tại điểm M trên phương truyền, vectơ cảm ứng từ đang có độ lớn cực đại và hướng về phía Nam. Khi đó vectơ cường độ điện trường có

A. độ lớn cực đại và hướng về phía Tây.

B. độ lớn cực đại và hướng về phía Đông.

C. độ lớn bằng không.

D. độ lớn cực đại và hướng về phía Bắc.

Câu 282: Tầng điện li là tầng khí quyển

A. ở độ cao 30km trở lên, chứa các hạt mang điện.

B. ở độ cao 100km trở lên, chứa các ion.

C. ở độ cao 80km trở lên, chứa nhiều hạt mang điện và các loại ion.

D. ở độ cao 150km trở lên, chứa nhiều hạt mang điện và các ion.

Câu 283: Trong truyền thông bằng sóng điện từ, để truyền hình ảnh đến những nơi xa, trước tiên phải

A. biến hình ảnh muốn truyền đi thành các tín hiệu âm tần.

B. biến hình ảnh muốn truyền đi thành các tín hiệu thị tần.

C. đưa trực tiếp hình ảnh muốn truyền đi gửi vào dao động cao tần.

D. đưa trực tiếp hình ảnh muốn truyền đi gửi vào dao động thấp tần.

Câu 284: Trong thông tin liên lạc bằng sóng điện từ, sau thu sóng ở ăngten và trước khi đưa đến mạch tách sóng thì phải

A. khuếch đại âm tần.

B. khuếch đại cao tần.

C. biến điệu.

D. chuyển tín hiệu âm thành tín hiệu điện.

Câu 285 (CĐ 2012): Trong sóng điện từ, dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn luôn

A. ngược pha nhau.

B. lệch pha nhau $\frac{\pi}{4}$.

C. đồng pha nhau.

D. lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$.

Câu 286: Trong gia đình, lúc đang nghe đài, nếu đóng hoặc ngắt điện (cho đèn ống chẳng hạn) ta thường nghe thấy tiếng "xẹt" trong đài. Hãy chọn câu giải thích đúng trong những câu giải thích sau.

A. Do khi bật công tắc điện, dòng điện mạch ngoài tác động.

B. Do khi bật công tắc điện, điện trở trong mạch giảm đột ngột.

C. Do khi bật công tắc điện, dòng điện qua radio thay đổi đột ngột.

D. Do khi bật công tắc điện, xuất hiện một "xung sóng". Xung sóng này tác động vào anten của máy thu tạo nên tiếng xẹt trong máy.

Câu 287: Trong thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến điện, người ta phải biến điệu sóng điện từ là để

A. làm cho sóng mang truyền tải được những thông tin có tần số âm.

B. làm tăng năng lượng của sóng âm tần.

C. làm tăng năng lượng của sóng mang.

D. làm cho sóng mang có tần số và biên độ tăng lên.

Câu 288: Trong thông tin liên lạc bằng sóng điện từ, sau trộn tín hiệu âm tần có tần số f_a với tín hiệu dao động cao tần có tần số f (biến điệu biên độ) thì tín hiệu đưa đến ăngten phát biến thiên tuần hoàn với tần số

A. f_a và biên độ như biên độ của dao động cao tần.

B. f và biên độ như biên độ của dao động âm tần.

C. f và biên độ biến thiên theo thời thời gian với tần số bằng f_a.

D. f_a và biên độ biến thiên theo thời thời gian với tần số bằng f.

Câu 289: Trong hệ thống phát thanh và hệ thống thu thanh hiện đại đều phải có bộ phận

A. chuyển tín hiệu âm thành tín hiệu điện.

B. khuếch đại cao tần.

C. tách sóng.

D. biến điệu.

Câu 290: Trong truyền thông bằng sóng điện từ, sau biến điệu và trước khi đưa đến ăngten phát thì phải

A. khuếch đại âm tần B. khuếch đại cao tần

C. tách sóng D. chọn sóng

Câu 291: Trong kỹ thuật truyền thông bằng sóng điện từ, để trộn dao động âm thanh và dao động cao tần thành cao tần biến điệu người ta phải

A. biến tần số của dao động cao tần thành tần số của dao động âm tần.

B. biến tần số của dao động âm tần thành tần số của dao động cao tần.

C. làm cho biên độ của dao động cao tần biến đổi theo nhịp điệu (chu kì) của dao động âm tần.

D. làm cho biên độ của dao động âm tần biến đổi theo nhịp điệu (chu kì) của dao động cao tần.

Câu 292: Trong quá trình lan truyền sóng điện từ, véc tơ B và véctơ E luôn luôn

A. vuông góc nhau và trùng với phương truyền sóng.

B. vuông góc nhau và dao động vuông pha nhau.

C. dao động điều hoà cùng tần số và cùng pha nhau.

D. truyền trong mọi môi trường với tốc độ ánh sáng và bằng 3.10^8 m/s.

Câu 293(ĐH 2008): Trong sơ đồ của một máy phát sóng vô tuyến điện, không có mạch (tầng)

A. tách sóng. B. khuếch đại.

C. phát dao động cao tần. D. biến điệu.

Câu 294(ĐH – CĐ 2010): Trong sơ đồ khối của một máy phát thanh dùng vô tuyến ***không*** có bộ phận nào dưới đây?

A. Mạch tách sóng. B. Mạch khuyếch đại.

C. Mạch biến điệu. D. Anten.

Câu 295: Trong quá trình lan truyền sóng điện từ tại một điểm sóng truyền qua, vectơ cảm ứng từ và vectơ cường độ điện trường luôn luôn

A. trùng phương và vuông góc với phương truyền sóng.

B. dao động cùng pha.

C. dao động ngược pha.

D. biến thiên tuần hoàn chỉ theo không gian.

Câu 296: Trong truyền thanh vô tuyến trên những khoảng cách hàng nghìn kilomet, người ta thường dùng các sóng vô tuyến có bước sóng vào cỡ

A. hàng nghìn mét. B. hàng trăm mét.
C. hàng chục mét. D. hàng mét.

Câu 297: Trong các đài phát thanh, sau khi trộn tín hiệu âm tần có tần số f_a với tín hiệu dao động cao tần có tần số f (biến điệu biên độ) thì tín hiệu đưa đến ăngten phát

A. biến thiên tuần hoàn với tần số f_a và biên độ biến thiên điều hòa theo thời gian với tần số f.
B. biến thiên tuần hoàn với tần số f và biên độ biến thiên điều hòa theo thời gian với tần số f_a.
C. biến thiên tuần hoàn với tần số f và biên độ biến thiên tuần hoàn theo thời thời gian với tần số bằng f_a.
D. biến thiên tuần hoàn với tần số f_a và biên độ biến thiên điều hòa thời thời gian với tần số bằng f.

Câu 298: Trong việc nào sau đây người ta dùng sóng vô tuyến để truyền tải thông tin?

A.Nói chuyện bằng điện thoại bàn. B.Xem truyền hình cáp.
C.Xem băng Video. D.Xem truyền hình qua vệ tinh.

Câu 299: Trong các thiết bị sau đây, thiết bị nào có một máy thu và một máy phát.

A.Máy Vi tính. B. Máy điện thoại bàn.
C.Máy điện thoại di động. D. Cái điều khiển TiVi

Câu 300: Trong truyền thông bằng sóng điện từ, ngay sau khi biến âm thanh hoặc hình ảnh cần truyền đi thành các dao động điện tần số thấp thì

A. trộn dao động điện tần số thấp với dao động cao tần
B. đưa động điện tần số thấp đến mạch khuếch đại
C. trộn dao động điện tần số thấp với dao động cùng tần số để nó mang đi
D. đưa động điện tần số thấp đến ăng ten phát.

SÓNG ÁNH SÁNG

Câu 301(CĐ 2007): Trong thí nghiệm Iâng (Y-âng) về giao thoa ánh sáng, hai khe hẹp cách nhau một khoảng a = 0,5 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là D = 1,5 m. Hai khe được chiếu bằng bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,6\ \mu m$. Trên màn thu được hình ảnh giao thoa. Tại điểm M trên màn cách vân sáng trung tâm (chính giữa) một khoảng 5,4 mm có vân sáng bậc (thứ)

A. 3. B. 6. C. 2. D. 4.

Câu 302(CĐ 2007): Quang phổ liên tục của một nguồn sáng J

A. phụ thuộc vào cả thành phần cấu tạo và nhiệt độ của nguồn sáng J.
B. không phụ thuộc vào cả thành phần cấu tạo và nhiệt độ của nguồn sáng J.
C. không phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng J, mà chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng đó.

D. không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng J, mà chỉ phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng đó.

Câu 303(CĐ 2007): Tia hồng ngoại và tia Rơnghen đều có bản chất là sóng điện từ, có bước sóng dài ngắn khác nhau nên

A. chúng bị lệch khác nhau trong từ trường đều.

B. có khả năng đâm xuyên khác nhau.

C. chúng bị lệch khác nhau trong điện trường đều.

D. chúng đều được sử dụng trong y tế để chụp X-quang (chụp điện).

Câu 304(CĐ 2007): Trong các phát biểu sau đây, phát biểu nào là sai?

A. Ánh sáng trắng là tổng hợp (hỗn hợp) của nhiều ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ tới tím.

B. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

C. Hiện tượng chùm sáng trắng, khi đi qua một lăng kính, bị tách ra thành nhiều chùm sáng có màu sắc khác nhau là hiện tượng tán sắc ánh sáng.

D. Ánh sáng do Mặt Trời phát ra là ánh sáng đơn sắc vì nó có màu trắng.

Câu 305(CĐ 2007): Một dải sóng điện từ trong chân không có tần số từ $4{,}0.10^{14}$ Hz đến $7{,}5.10^{14}$ Hz. Biết vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8$ m/s. Dải sóng trên thuộc vùng nào trong thang sóng điện từ?

A. Vùng tia Rơnghen. B. Vùng tia tử ngoại.

C. Vùng ánh sáng nhìn thấy. D. Vùng tia hồng ngoại.

Câu 306 (ĐH – 2007): Hiện tượng đảo sắc của vạch quang phổ (đảo vạch quang phổ) cho phép kết luận rằng

A. trong cùng một điều kiện về nhiệt độ và áp suất, mọi chất đều hấp thụ và bức xạ các ánh sáng có cùng bước sóng.

B. ở nhiệt độ xác định, một chất chỉ hấp thụ những bức xạ nào mà nó có khả năng phát xạ và ngược lại, nó chỉ phát những bức xạ mà nó có khả năng hấp thụ.

C. các vạch tối xuất hiện trên nền quang phổ liên tục là do giao thoa ánh sáng.

D. trong cùng một điều kiện, một chất chỉ hấp thụ hoặc chỉ bức xạ ánh sáng.

Câu 307 (ĐH – 2007): Bước sóng của một trong các bức xạ màu lục có trị số là

A. 0,55 nm. B. 0,55 mm. C. 0,55 μm. D. 55 nm.

Câu 308 (ĐH – 2007): Các bức xạ có bước sóng trong khoảng từ 3.10^{-9}m đến 3.10^{-7}m là

A. tia tử ngoại. B. ánh sáng nhìn thấy.

C. tia hồng ngoại. D. tia Rơnghen.

Câu 309(ĐH – 2007): Trong thí nghiệm Iâng (Y-âng) về giao thoa của ánh sáng đơn sắc, hai khe hẹp cách nhau 1 mm, mặt phẳng chứa hai khe cách màn quan sát 1,5 m. Khoảng cách giữa 5 vân sáng liên tiếp là 3,6 mm. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm này bằng

A. 0,48 μm. B. 0,40 μm. C. 0,60 μm. D. 0,76 μm.

Câu 310(ĐH – 2007): Từ không khí người ta chiếu xiên tới mặt nước nằm ngang một chùm tia sáng hẹp song song gồm hai ánh sáng đơn sắc: màu vàng, màu chàm. Khi đó chùm tia khúc xạ

A. gồm hai chùm tia sáng hẹp là chùm màu vàng và chùm màu chàm, trong đó góc khúc xạ của chùm màu vàng nhỏ hơn góc khúc xạ của chùm màu chàm.

B. vẫn chỉ là một chùm tia sáng hẹp song song.

C. gồm hai chùm tia sáng hẹp là chùm màu vàng và chùm màu chàm, trong đó góc khúc xạ của chùm màu vàng lớn hơn góc khúc xạ của chùm màu chàm.

D. chỉ là chùm tia màu vàng còn chùm tia màu chàm bị phản xạ toàn phần.

Câu 311(CĐ 2008): Trong một thí nghiệm Iâng (Y-âng) về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 540$ nm thì thu được hệ vân giao thoa trên màn quan sát có khoảng vân $i_1 = 0,36$ mm. Khi thay ánh sáng trên bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_2 = 600$ nm thì thu được hệ vân giao thoa trên màn quan sát có khoảng vân

A. $i_2 = 0,60$ mm. B. $i_2 = 0,40$ mm. C. $i_2 = 0,50$ mm. D. $i_2 = 0,45$ mm.

Câu 312(CĐ 2008): Trong thí nghiệm Iâng (Y-âng) về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc. Biết khoảng cách giữa hai khe hẹp là 1,2 mm và khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe hẹp đến màn quan sát là 0,9 m. Quan sát được hệ vân giao thoa trên màn với khoảng cách giữa 9 vân sáng liên tiếp là 3,6 mm. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là

A. $0,50.10^{-6}$ m. B. $0,55.10^{-6}$ m. C. $0,45.10^{-6}$ m. D. $0,60.10^{-6}$ m.

Câu 313(CĐ 2008): Ánh sáng đơn sắc có tần số 5.10^{14} Hz truyền trong chân không với bước sóng 600 nm. Chiết suất tuyệt đối của một môi trường trong suốt ứng với ánh sáng này là 1,52. Tần số của ánh sáng trên khi truyền trong môi trường trong suốt này

A. nhỏ hơn 5.10^{14} Hz còn bước sóng bằng 600 nm.

B. lớn hơn 5.10^{14} Hz còn bước sóng nhỏ hơn 600 nm.

C. vẫn bằng 5.10^{14} Hz còn bước sóng nhỏ hơn 600 nm.

D. vẫn bằng 5.10^{14} Hz còn bước sóng lớn hơn 600 nm.

Câu 314(CĐ 2008): Tia hồng ngoại là những bức xạ có

A. bản chất là sóng điện từ.

B. khả năng ion hoá mạnh không khí.

C. khả năng đâm xuyên mạnh, có thể xuyên qua lớp chì dày cỡ cm.

D. bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.

Câu 315(CĐ 2008): Khi nói về tia tử ngoại, phát biểu nào dưới đây là sai?

A. Tia tử ngoại có tác dụng mạnh lên kính ảnh.

B. Tia tử ngoại có bản chất là sóng điện từ.

C. Tia tử ngoại có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng tím.

D. Tia tử ngoại bị thuỷ tinh hấp thụ mạnh và làm ion hoá không khí.

Câu 316(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2008): Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Iâng (Y-âng), khoảng cách giữa hai khe là 2mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 1,2m. Chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng hỗn hợp gồm hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng 500 nm và 660 nm thì thu được hệ vân giao thoa trên màn. Biết vân sáng chính giữa (trung tâm) ứng với hai bức xạ trên trùng nhau. Khoảng cách từ vân chính giữa đến vân gần nhất cùng màu với vân chính giữa là

A. 4,9 mm. B. 19,8 mm. C. 9,9 mm. D. 29,7 mm.

Câu 317(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2008): Tia Rơnghen có

A. cùng bản chất với sóng âm.

B. bước sóng lớn hơn bước sóng của tia hồng ngoại.

C. cùng bản chất với sóng vô tuyến.

D. điện tích âm.

Câu 318(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2008): Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về ánh sáng đơn sắc?

A. Chiết suất của một môi trường trong suốt đối với ánh sáng đỏ lớn hơn chiết suất của môi trường đó đối với ánh sáng tím.

B. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

C. Trong cùng một môi trường truyền, vận tốc ánh sáng tím nhỏ hơn vận tốc ánh sáng đỏ.

D. Trong chân không, các ánh sáng đơn sắc khác nhau truyền đi với cùng vận tốc.

Câu 319(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2008): Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về quang phổ?

A. Quang phổ liên tục của nguồn sáng nào thì phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng ấy.

B. Mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.

C. Để thu được quang phổ hấp thụ thì nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải cao hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.

D. Quang phổ hấp thụ là quang phổ của ánh sáng do một vật rắn phát ra khi vật đó được nung nóng.

Câu 320 (Đề thi cao đẳng năm 2009): Khi nói về quang phổ, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Các chất rắn bị nung nóng thì phát ra quang phổ vạch.

B. Mỗi nguyên tố hóa học có một quang phổ vạch đặc trưng của nguyên tố ấy.

C. Các chất khí ở áp suất lớn bị nung nóng thì phát ra quang phổ vạch.

D. Quang phổ liên tục của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố đó.

Câu 321 (Đề thi cao đẳng năm 2009): Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2m và khoảng vân là 0,8 mm. Cho c = 3.10^8 m/s. Tần số ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm là

A. $5,5.10^{14}$ Hz. B. $4,5.10^{14}$ Hz. C. $7,5.10^{14}$ Hz. D. $6,5.10^{14}$ Hz.

Câu 322 (Đề thi cao đẳng năm 2009): Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn là 2 m. Ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm có bước sóng 0,5 μm. Vùng giao thoa trên màn rộng 26 mm (vân trung tâm ở chính giữa). Số vân sáng là

A. 15. B. 17. C. 13. D. 11.

Câu 323(Đề thi cao đẳng năm 2009): Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa với nguồn sáng đơn sắc, hệ vân trên màn có khoảng vân i. Nếu khoảng cách giữa hai khe còn một nửa và khoảng cách từ hai khe đến màn gấp đôi so với ban đầu thì khoảng vân giao thoa trên màn

A. giảm đi bốn lần. B. không đổi.

C. tăng lên hai lần. D. tăng lên bốn lần.

Câu 324(Đề thi cao đẳng năm 2009): Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách giữa hai khe là 1mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn là 2m. Trong hệ vân trên màn, vân sáng bậc 3 cách vân trung tâm 2,4 mm. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm là

A. 0,5 μm. B. 0,7 μm. C. 0,4 μm. D. 0,6 μm.

Câu 325(Đề thi cao đẳng năm 2009): Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

B. Ánh sáng trắng là hỗn hợp của vô số ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

C. Chỉ có ánh sáng trắng mới bị tán sắc khi truyền qua lăng kính.

D. Tổng hợp các ánh sáng đơn sắc sẽ luôn được ánh sáng trắng.

Câu 326(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2009): Phát biểu nào sau đây là đúng ?

A. Chất khí hay hơi ở áp suất thấp được kích thích bằng nhiệt hay bằng điện cho quang phổ liên tục.

B. Chất khí hay hơi được kích thích bằng nhiệt hay bằng điện luôn cho quang phổ vạch.

C. Quang phổ liên tục của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố ấy.

D. Quang phổ vạch của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố ấy.

Câu 327(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2009): Chiếu xiên một chùm sáng hẹp gồm hai ánh sáng đơn sắc là vàng và lam từ không khí tới mặt nước thì

A. chùm sáng bị phản xạ toàn phần.

B. so với phương tia tới, tia khúc xạ vàng bị lệch ít hơn tia khúc xạ lam.

C. tia khúc xạ chỉ là ánh sáng vàng, còn tia sáng lam bị phản xạ toàn phần.

D. so với phương tia tới, tia khúc xạ lam bị lệch ít hơn tia khúc xạ vàng.

Câu 328(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2009): Trong chân không, các bức xạ được sắp xếp theo thứ tự bước sóng giảm dần là:

A. tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.

B. tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia Rơn-ghen, tia tử ngoại.

C. ánh sáng tím, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.

D. tia Rơn-ghen, tia tử ngoại, ánh sáng tím, tia hồng ngoại.

Câu 329(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2009): Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ 0,38 μm đến 0,76 μm. Tại vị trí vân sáng bậc 4 của ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,76 μm còn có bao nhiêu vân sáng nữa của các ánh sáng đơn sắc khác?

A. 3. B. 8. C. 7. D. 4.

Câu 330 (ĐỀ ĐẠI HỌC – 2009): Quang phổ liên tục

A. phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát mà không phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát.

B. phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của nguồn phát.

C. không phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của nguồn phát.

D. phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát mà không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát.

Câu 331(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2009): Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2m. Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai bức xạ có bước sóng λ_1 = 450 nm và λ_2 = 600 nm. Trên màn quan sát, gọi M, N là hai điểm ở cùng một phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 5,5 mm và 22 mm. Trên đoạn MN, số vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ là

A. 4. B. 2. C. 5. D. 3.

Câu 332(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2009): Khi nói về tia hồng ngoại, phát biểu nào sau đây là sai?

A. Tia hồng ngoại có bản chất là sóng điện từ.

B. Các vật ở nhiệt độ trên 2000^0C chỉ phát ra tia hồng ngoại.

C. Tia hồng ngoại có tần số nhỏ hơn tần số của ánh sáng tím.

D. Tác dụng nổi bật của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

Câu 333. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6 μm. Khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2,5 m, bề rộng miền giao thoa là 1,25 cm. Tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là

A. 21 vân. B. 15 vân. C. 17 vân. D. 19 vân.

Câu 334. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Tia tử ngoại được dùng

A. để tìm vết nứt trên bề mặt sản phẩm bằng kim loại.

B. trong y tế để chụp điện, chiếu điện.

C. để chụp ảnh bề mặt Trái Đất từ vệ tinh.

D. để tìm khuyết tật bên trong sản phẩm bằng kim loại.

Câu 335. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc, trong đó bức xạ màu đỏ có bước sóng λ_d = 720 nm và bức xạ màu lục có bước sóng λ_l (có giá trị trong khoảng từ 500 nm đến 575 nm). Trên màn quan sát, giữa hai vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có 8 vân sáng màu lục. Giá trị của λ_l là

A. 500 nm. B. 520 nm. C. 540 nm. D. 560 nm.

Câu 336. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ 380 nm đến 760 nm. Khoảng cách giữa hai khe là 0,8 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2 m. Trên màn, tại vị trí cách vân trung tâm 3 mm có vân sáng của các bức xạ với bước sóng

A. 0,48 μm và 0,56 μm. B. 0,40 μm và 0,60 μm.

C. 0,45 μm và 0,60 μm. D. 0,40 μm và 0,64 μm.

Câu 337. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)*** Quang phổ vạch phát xạ

A. của các nguyên tố khác nhau, ở cùng một nhiệt độ thì như nhau về độ sáng tỉ đối của các vạch.

B. là một hệ thống những vạch sáng (vạch màu) riêng lẻ, ngăn cách nhau bởi những khoảng tối.

C. do các chất rắn, chất lỏng hoặc chất khí có áp suất lớn phát ra khi bị nung nóng.

D. là một dải có màu từ đỏ đến tím nối liền nhau một cách liên tục.

Câu 338. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)*** Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Nếu tại điểm M trên màn quan sát có vân tối thứ ba (tính từ vân sáng trung tâm) thì hiệu đường đi của ánh sáng từ hai khe S_1, S_2 đến M có độ lớn bằng

A. 2λ. B. 1,5λ. C. 3λ. D. 2,5λ.

Câu 339. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)*** Chùm tia X phát ra từ một ống tia X (ống Cu-lít-giơ) có tần số lớn nhất là $6,4.10^{18}$ Hz. Bỏ qua động năng các êlectron khi bứt ra khỏi catôt. Hiệu điện thế giữa anôt và catôt của ống tia X là

A. 13,25 kV. B. 5,30 kV. C. 2,65 kV. D. 26,50 kV.

Câu 340 ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)*** Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, các khe hẹp được chiếu sáng bởi ánh sáng đơn sắc. Khoảng vân trên màn là 1,2mm. Trong khoảng giữa hai điểm M và N trên màn ở cùng một phía so với vân sáng trung tâm, cách vân trung tâm lần lượt 2 mm và 4,5 mm, quan sát được

A. 2 vân sáng và 2 vân tối. B. 3 vân sáng và 2 vân tối.
C. 2 vân sáng và 3 vân tối. D. 2 vân sáng và 1 vân tối.

Câu 341. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Khi nói về tia hồng ngoại, phát biểu nào dưới đây là **sai?**

A. Tia hồng ngoại cũng có thể biến điệu được như sóng điện từ cao tần.
B. Tia hồng ngoại có khả năng gây ra một số phản ứng hóa học.
C. Tia hồng ngoại có tần số lớn hơn tần số của ánh sáng đỏ.
D. Tác dụng nổi bật nhất của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

Câu 342. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Trong các loại tia: Rơn-ghen, hồng ngoại, tự ngoại, đơn sắc màu lục; tia có tần số nhỏ nhất là

A. tia tử ngoại. B. tia hồng ngoại.
C. tia đơn sắc màu lục. D. tia Rơn-ghen.

Câu 343. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang $A = 4^0$, đặt trong không khí. Chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ và tím lần lượt là 1,643 và 1,685. Chiếu một chùm tia sáng song song, hẹp gồm hai bức xạ đỏ và tím vào mặt bên của lăng kính theo phương vuông góc với mặt này. Góc tạo bởi tia đỏ và tia tím sau khi ló ra khỏi mặt bên kia của lăng kính xấp xỉ bằng

A. $1,416^0$. B. $0,336^0$. C. $0,168^0$. D. $13,312^0$.

Câu 344. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Chiếu ánh sáng trắng do một nguồn nóng sáng phát ra vào khe hẹp F của một máy quang phổ lăng kính thì trên tấm kính ảnh (hoặc tấm kính mờ) của buồng ảnh sẽ thu được

A. ánh sáng trắng
B. một dải có màu từ đỏ đến tím nối liền nhau một cách liên tục.
C. các vạch màu sáng, tối xen kẽ nhau.
D. bảy vạch sáng từ đỏ đến tím, ngăn cách nhau bằng những khoảng tối.

Câu 345. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)*** Hiệu điện thế giữa hai điện cực của ống Cu-lít-giơ (ống tia X) là $U_{AK} = 2.10^4$ V, bỏ qua động năng ban đầu của êlectron khi bứt ra khỏi catốt. Tần số lớn nhất của tia X mà ống có thể phát ra xấp xỉ bằng

A. $4,83.10^{21}$ Hz. B. $4,83.10^{19}$ Hz. C. $4,83.10^{17}$ Hz. D. $4,83.10^{18}$ Hz.

Câu 346. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)*** Một chất có khả năng phát ra ánh sáng phát quang với bước sóng $0,55\ \mu m$. Khi dùng ánh sáng có bước sóng nào dưới đây để kích thích thì chất này ***không*** thể phát quang?

A. $0,35\ \mu m$. B. $0,50\ \mu m$. C. $0,60\ \mu m$. D. $0,45\ \mu m$.

Câu 347. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Trong thí nghiệm I-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu sáng đồng thời bởi hai bức xạ đơn sắc có bước sóng lần lượt là λ_1 và λ_2. Trên màn quan sát có vân sáng bậc 12 của λ_1 trùng với vân sáng bậc 10 của λ_2. Tỉ số $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ bằng

A. $\frac{6}{5}$. B. $\frac{2}{3}$. C. $\frac{5}{6}$. D. $\frac{3}{2}$.

Câu 348. ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)*** Trong các nguồn bức xạ đang hoạt động: hồ quang điện, màn hình máy vô tuyến, lò sưởi điện, lò vi sóng; nguồn phát ra tia tử ngoại mạnh nhất là

A. màn hình máy vô tuyến. B. lò vi sóng.

C. lò sưởi điện. D. hồ quang điện.

LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

Câu 349(CĐ 2007): Động năng ban đầu cực đại của các êlectrôn (electron) quang điện

A. không phụ thuộc bước sóng ánh sáng kích thích.

B. phụ thuộc cường độ ánh sáng kích thích.

C. không phụ thuộc bản chất kim loại làm catốt.

D. phụ thuộc bản chất kim loại làm catốt và bước sóng ánh sáng kích thích

Câu 350 (ĐH – 2007): Một chùm ánh sáng đơn sắc tác dụng lên bề mặt một kim loại và làm bứt các êlectrôn (êlectron) ra khỏi kim loại này. Nếu tăng cường độ chùm sáng đó lên ba lần thì

A. số lượng êlectrôn thoát ra khỏi bề mặt kim loại đó trong mỗi giây tăng ba lần.

B. động năng ban đầu cực đại của êlectrôn quang điện tăng ba lần.

C. động năng ban đầu cực đại của êlectrôn quang điện tăng chín lần.

D. công thoát của êlectrôn giảm ba lần.

Câu 351 (ĐH – 2007): Phát biểu nào là sai?

A. Điện trở của quang trở giảm mạnh khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.

B. Nguyên tắc hoạt động của tất cả các tế bào quang điện đều dựa trên hiện tượng quang dẫn.

C. Trong pin quang điện, quang năng biến đổi trực tiếp thành điện năng.

D. Có một số tế bào quang điện hoạt động khi được kích thích bằng ánh sáng nhìn thấy.

Câu 352(ĐH – 2007): Nội dung chủ yếu của thuyết lượng tử trực tiếp nói về

A. sự hình thành các vạch quang phổ của nguyên tử.

B. sự tồn tại các trạng thái dừng của nguyên tử hiđrô.

C. cấu tạo của các nguyên tử, phân tử.

D. sự phát xạ và hấp thụ ánh sáng của nguyên tử, phân tử.

Câu 353(CĐ 2008): Trong thí nghiệm với tế bào quang điện, khi chiếu chùm sáng kích thích vào catốt thì có hiện tượng quang điện xảy ra. Để triệt tiêu dòng quang điện, người ta đặt vào giữa anốt và catốt một hiệu điện thế gọi là hiệu điện thế hãm. Hiệu điện thế hãm này có độ lớn

A. làm tăng tốc êlectrôn (êlectron) quang điện đi về anốt.

B. phụ thuộc vào bước sóng của chùm sáng kích thích.

C. không phụ thuộc vào kim loại làm catốt của tế bào quang điện.

D. tỉ lệ với cường độ của chùm sáng kích thích.

Câu 354 (CĐ 2008): Gọi λ_α và λ_β lần lượt là hai bước sóng ứng với các vạch đỏ H_α và vạch lam H_β của dãy Banme (Balmer), λ_1 là bước sóng dài nhất của dãy Pasen (Paschen) trong quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô. Biểu thức liên hệ giữa $\lambda_\alpha, \lambda_\beta, \lambda_1$ là

A. $\lambda_1 = \lambda_\alpha - \lambda_\beta$. B. $1/\lambda_1 = 1/\lambda_\beta - 1/\lambda_\alpha$

C. $\lambda_1 = \lambda_\alpha + \lambda_\beta$. D. $1/\lambda_1 = 1/\lambda_\beta + 1/\lambda_\alpha$

Câu 355 (ĐỀ ĐẠI HỌC – 2008): Theo thuyết lượng từ ánh sáng thì năng lượng của

A. một phôtôn bằng năng lượng nghỉ của một êlectrôn (electron).

B. một phôtôn phụ thuộc vào khoảng cách từ phôtôn đó tới nguồn phát ra nó.

C. các phôtôn trong chùm sáng đơn sắc bằng nhau

D. một phôtôn tỉ lệ thuận với bước sóng ánh sáng tương ứng với phôtôn đó.

Câu 356(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2008): Khi chiếu lần lượt hai bức xạ có tần số là f_1, f_2 (với $f_1 < f_2$) vào một quả cầu kim loại đặt cô lập thì đều xảy ra hiện tượng quang điện với điện thế cực đại của quả cầu lần lượt là V_1, V_2. Nếu chiếu đồng thời hai bức xạ trên vào quả cầu này thì điện thế cực đại của nó là

A. $(V_1 + V_2)$. B. $|V_1 - V_2|$. C. V_2. D. V_1.

Câu 357 (ĐỀ ĐẠI HỌC – 2008): Trong quang phổ của nguyên tử hiđrô , nếu biết bước sóng dài nhất của vạch quang phổ trong dãy Laiman là λ_1 và bước sóng của vạch kề với nó trong dãy này là λ_2 thì bước sóng λ_α của vạch quang phổ H_α trong dãy Banme là

A. $(\lambda_1 + \lambda_2)$. B. $\dfrac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$. C. $(\lambda_1 - \lambda_2)$. D. $\dfrac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$

Câu 358(ĐỀ ĐẠI HỌC – 2008): Khi có hiện tượng quang điện xảy ra trong tế bào quang điện, phát biểu nào sau đâu là **sai**?

A. Giữ nguyên chùm sáng kích thích, thay đổi kim loại làm catốt thì động năng ban đầu cực đại của êlectrôn (electron) quang điện thay đổi

B. Giữ nguyên cường độ chùm sáng kích thích và kim loại dùng làm catốt, giảm tần số của ánh sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của êlectrôn (electron) quang điện giảm.

C. Giữ nguyên tần số của ánh sáng kích thích và kim loại làm catốt, tăng cường độ chùm sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của êlectrôn (electron) quang điện tăng.

D. Giữ nguyên cường độ chùm sáng kích thích và kim loại dùng làm catốt, giảm bước sóng của ánh sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của êlectrôn (electron) quang điện tăng.

Câu 359 (Đề thi cao đẳng năm 2009): Dùng thuyết lượng tử ánh sáng **không** giải thích được

A. hiện tượng quang – phát quang.

B. hiện tượng giao thoa ánh sáng.

C. nguyên tắc hoạt động của pin quang điện.

D. hiện tượng quang điện ngoài.

Câu 360 (Đề thi cao đẳng năm 2009): Gọi năng lượng của phôtôn ánh sáng đỏ, ánh sáng lục và ánh sáng tím lần lượt là $\varepsilon_Đ$, ε_L và ε_T thì

A. $\varepsilon_T > \varepsilon_L > e_Đ$. B. $\varepsilon_T > \varepsilon_Đ > e_L$. C. $\varepsilon_Đ > \varepsilon_L > e_T$. D. $\varepsilon_L > \varepsilon_T > e_Đ$.

Câu 361(Đề thi cao đẳng năm 2009): Khi chiếu vào một chất lỏng ánh sáng chàm thì ánh sáng huỳnh quang phát ra **không thể** là

A. ánh sáng tím. B. ánh sáng vàng. C. ánh sáng đỏ. D. ánh sáng lục.

Câu 362 (Đề thi cao đẳng năm 2009): Trong quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô, bước sóng dài nhất của vạch quang phổ trong dãy Lai-man và trong dãy Ban-me lần lượt là λ_1 và λ_2. Bước sóng dài thứ hai thuộc dãy Lai-man có giá trị là

A. $\frac{\lambda_1\lambda_2}{2(\lambda_1+\lambda_2)}$. B. $\frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1+\lambda_2}$. C. $\frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1-\lambda_2}$. D. $\frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_2-\lambda_1}$.

Câu 363 (Đề thi cao đẳng năm 2009): Trong một thí nghiệm, hiện tượng quang điện xảy ra khi chiếu chùm sáng đơn sắc tới bề mặt tấm kim loại. Nếu giữ nguyên bước sóng ánh sáng kích thích mà tăng cường độ của chùm sáng thì

A. số êlectron bật ra khỏi tấm kim loại trong một giây tăng lên.

B. động năng ban đầu cực đại của êlectron quang điện tăng lên.

C. giới hạn quang điện của kim loại bị giảm xuống.

D. vận tốc ban đầu cực đại của các êlectron quang điện tăng lên.

Câu 364 (Đề thi cao đẳng năm 2009) (ĐỀ ĐẠI HỌC – 2009): Khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Năng lượng phôtôn càng nhỏ khi cường độ chùm ánh sáng càng nhỏ.

B. Phôtôn có thể chuyển động hay đứng yên tùy thuộc vào nguồn sáng chuyển động hay đứng yên.

C. Năng lượng của phôtôn càng lớn khi tần số của ánh sáng ứng với phôtôn đó càng nhỏ.

D. Ánh sáng được tạo bởi các hạt gọi là phôtôn.

Câu 365 (ĐỀ ĐẠI HỌC – 2009): Pin quang điện là nguồn điện, trong đó

A. hóa năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

B. quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

C. cơ năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

D. nhiệt năng được biến đổi tực tiếp thành điện năng.

Câu 366 ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Theo tiên đề của Bo, khi êlectron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo L sang quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra phôtôn có bước sóng λ_{21}, khi êlectron chuyển từ quỹ đạo M sang quỹ đạo L thì nguyên tử phát ra phôtôn có bước sóng λ_{32} và khi êlectron chuyển từ quỹ đạo M sang quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra phôtôn có bước sóng λ_{31}. Biểu thức xác định λ_{31} là

A. $\lambda_{31} = \dfrac{\lambda_{32}\lambda_{21}}{\lambda_{21} - \lambda_{31}}$.

B. $\lambda_{31} = \lambda_{32} - \lambda_{21}$.

C. $\lambda_{31} = \lambda_{32} + \lambda_{21}$.

D. $\lambda_{31} = \dfrac{\lambda_{32}\lambda_{21}}{\lambda_{21} + \lambda_{31}}$.

Câu 367 ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Theo mẫu nguyên tử Bo, bán kính quỹ đạo K của êlectron trong nguyên tử hiđrô là r_0. Khi êlectron chuyển từ quỹ đạo N về quỹ đạo L thì bán kính quỹ đạo giảm bớt

A. $12r_0$. B. $4r_0$. C. $9r_0$. D. $16r_0$.

Câu 368*(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)*Khi chiếu chùm tia tử ngoại vào một ống nghiệm đựng dung dịch fluorexêin thì thấy dung dịch này phát ra ánh sáng màu lục. Đó là hiện tượng

A. phản xạ ánh sáng.

B. quang - phát quang.

C. hóa - phát quang.

D. tán sắc ánh sáng.

Câu 369 ***(Đề thi ĐH – CĐ năm 2010)***Theo thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào dưới đây là ***sai***?

A. Ánh sáng được tạo thành bởi các hạt gọi là phôtôn.

B. Năng lượng của các phôtôn ánh sáng là như nhau, không phụ thuộc tần số của ánh sáng.

C. Trong chân không, các phôtôn bay dọc theo tia sáng với tốc độ $c = 3.10^8$ m/s.

D. Phân tử, nguyên tử phát xạ hay hấp thụ ánh sáng, cũng có nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ phôtôn.

Câu 370 (Đề ĐH – CĐ năm 2011): Nguyên tắc hoạt động của quang điện trở dựa vào

A. hiện tượng tán sắc ánh sáng.

B. hiện tượng quang điện ngoài.

C. hiện tượng quang điện trong.

D. hiện tượng phát quang của chất rắn.

Câu 371 (Đề ĐH – CĐ năm 2011): Hiện tượng quang điện ngoài là hiện tượng êlectron bị bứt ra khỏi tấm kim loại khi

A. chiếu vào tấm kim loại này một chùm hạt nhân heli.

B. chiếu vào tấm kim loại này một bức xạ điện từ có bước sóng thích hợp.

C. cho dòng điện chạy qua tấm kim loại này.

D. tấm kim loại này bị nung nóng bởi một nguồn nhiệt.

Câu 372 (ĐH 2012): Theo thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào sau đây là **sai?**

A. Trong chân không, phôtôn bay với tốc độ $c = 3.10^8$ m/s dọc theo các tia sáng.

B. Phôtôn của các ánh sáng đơn sắc khác nhau thì mang năng lượng khác nhau.

C. Năng lượng của một phôtôn không đổi khi truyền trong chân không.

D. Phôtôn tồn tại trong cả trạng thái đứng yên và trạng thái chuyển động

Câu 373 (ĐH 2012): Theo mẫu nguyên tử Bo, trong nguyên tử hidrô, khi êlectron chuyển từ quỹ đạo P về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra phôton ứng với bức xạ có tần số f_1. Khi êlectron chuyển từ quỹ đạo P về quỹ đạo L thì nguyên tử phát ra phôtôn ứng với bức xạ có tần số f_2. Nếu êlectron chuyển từ quỹ đạo L về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra phôtôn ứng với bức xạ có tần số

A. $f_3 = f_1 - f_2$ B. $f_3 = f_1 + f_2$ C. $f_3 = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$ D. $f_3 = \dfrac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$

Câu 374 (CAO ĐẲNG NĂM 2012): Gọi ε_D, ε_L, ε_T lần lượt là năng lượng của phôtôn ánh sáng đỏ, phôtôn ánh sáng lam và phôtôn ánh sáng tím. Ta có

A. $\varepsilon_D > \varepsilon_L > \varepsilon_T$. B. $\varepsilon_T > \varepsilon_L > \varepsilon_D$. C. $\varepsilon_T > \varepsilon_D > \varepsilon_L$. D. $\varepsilon_L > \varepsilon_T > \varepsilon_D$.

Câu 375 (CAO ĐẲNG NĂM 2012): Pin quang điện là nguồn điện

A. biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng.

B. biến đổi trực tiếp nhiệt năng thành điện năng.

C. hoạt động dựa trên hiện tượng quang điện ngoài.

D. hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

HẠT NHÂN

1. Phóng xạ

Câu 376: Ban đầu có một mẫu chất phóng xạ nguyên chất X với chu kì bán rã T. Cứ sau khi một hạt nhân X phóng xạ sẽ tạo thành một hạt nhân Y. Nếu hiện nay trong mẫu chất đó có tỉ lệ số nguyên tử của chất Y và chất X là k thì tuổi của mẫu chất được xác định theo biểu thức

A. $t = T\dfrac{\ln(1-k)}{\ln 2}$. B. $t = T\dfrac{\ln(1+k)}{\ln 2}$

C. $t = T\dfrac{\ln 2}{\ln(1+k)}$ D. $t = T\dfrac{2\ln 2}{\ln(1+k)}$

Câu 377: Cho một phản ứng hạt nhân là phóng xạ β^+: ${}^{A}_{Z}X \to {}^{0}_{+1}e + Y$. Kết luận nào sau đây là đúng?

A. Hạt nhân Y đứng sau hạt nhân X một ô trong bảng hệ thống tuần hoàn.

B. Hạt nhân Y có số khối và nguyên tử số: ${}^{A-1}_{Z+1}Y$.

C. Trong phản ứng có sự biến đổi của một hạt prôtôn: $p \to n + {}^{0}_{+1}e + \tilde{\nu}$.

D. Hạt nhân Y và X là hai hạt nhân đồng vị.

Câu 378: Chọn phát biểu **sai** về phóng xạ hạt nhân.

A. Trong phóng xạ β^- số nơtron trong hạt nhân mẹ ít hơn so với số nơtron trong hạt nhân con.

B. Phóng xạ gamma không làm thay đổi cấu tạo hạt nhân.

C. Khi một hạt nhân phân rã phóng xạ thì luôn toả năng lượng.

D. Trong phóng xạ β độ hụt khối hạt nhân mẹ nhỏ hơn độ hụt khối hạt nhân con.

Câu 379: Chọn phát biểu ***sai*** khi nói về sự phóng xạ của hạt nhân nguyên tử:

A. Độ phóng xạ tại một thời điểm tỉ lệ với số hạt nhân đã phân rã tính đến thời điểm đó.

B. Mỗi phân rã là một phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

C. Độ phóng xạ phụ thuộc vào bản chất của chất phóng xạ.

D. Tại một thời điểm, khối lượng chất phóng xạ càng lớn thì số phân rã càng lớn.

Câu 380: Gọi Δt là khoảng thời gian để số hạt nhân của một lượng phóng xạ giảm đi e lần (e là cơ số loga tự nhiên với lne = 1), T là chu kì bán rã của chất phóng xạ. Biểu thức nào sau đây là đúng?

A. $\Delta t = \frac{2T}{\ln 2}$. B. $\Delta t = \frac{T}{\ln 2}$. C. $\Delta t = \frac{2T}{2\ln 2}$. D. $\Delta t = \frac{\ln 2}{T}$.

Câu 381(ĐH – CĐ 2010): Hạt nhân $^{210}_{84}$Po đang đứng yên thì phóng xạ α, ngay sau phóng xạ đó, động năng của hạt α

A. lớn hơn động năng của hạt nhân con.

B. chỉ có thể nhỏ hơn hoặc bằng động năng của hạt nhân con.

C. bằng động năng của hạt nhân con.

D. nhỏ hơn động năng của hạt nhân con.

Câu 382: Hạt nhân A có khối lượng m_A, đang đứng yên, phóng xạ thành hai hạt nhân B (có khối lượng m_B) và hạt nhân C (có khối lượng m_C) theo phương trình phóng xạ $A \rightarrow B + C$. Nếu động năng của hạt B là K_B và phản ứng toả ra năng lượng ΔE thì

A. $\Delta E = K_B \frac{m_B + m_C}{m_C}$. B. $\Delta E = K_B \frac{m_B + m_C}{m_B}$.

C. $\Delta E = K_B \frac{m_B}{m_B + m_C}$. D. $\Delta E = K_B \frac{m_B}{m_C}$.

Câu 383(ĐH 2008): Hạt nhân $^{226}_{88}$Ra biến đổi thành hạt nhân $^{222}_{86}$Rn do phóng xạ

A. α và β^-. B. β^-. C. α. D. β^+

Câu 384(CĐ 2008): Khi nói về sự phóng xạ, phát biểu nào dưới đây là đúng?

A. Sự phóng xạ phụ thuộc vào áp suất tác dụng lên bề mặt của khối chất phóng xạ.

B. Chu kì phóng xạ của một chất phụ thuộc vào khối lượng của chất đó.

C. Phóng xạ là phản ứng hạt nhân toả năng lượng.

D. Sự phóng xạ phụ thuộc vào nhiệt độ của chất phóng xạ.

Câu 385: Khi một hạt nhân nguyên tử phóng xạ lần lượt một tia α và một tia β^- thì hạt nhân đó sẽ biến đổi:

A. số proton giảm 4, số nơtron giảm 1. B. số proton giảm 1, số nơtron giảm 3.

C. số proton giảm 1, số nơtron giảm 4. D. số proton giảm 3, số nơtron giảm 1.

Câu 386 (ĐH – CĐ 2010): Khi nói về tia α, phát biểu nào sau đây là **sai**?

A. Tia α phóng ra từ hạt nhân với tốc độ bằng 2000 m/s.

B. Khi đi qua điện trường giữa hai bản tụ điện, tia α bị lệch về phía bản âm của tụ điện.

C. Khi đi trong không khí, tia α làm ion hóa không khí và mất dần năng lượng.

D. Tia α là dòng các hạt nhân heli ($_2^4He$).

Câu 387(ĐH – CĐ 2011): Khi nói về tia γ, phát biểu nào sau đây **sai**?

A. Tia γ không phải là sóng điện từ.

B. Tia γ có khả năng đâm xuyên mạnh hơn tia X.

C. Tia γ không mang điện.

D. Tia γ có tần số lớn hơn tần số của tia X.

Câu 388: Kết luận nào về bản chất của các tia phóng xạ dưới đây là **không** đúng?

A. Tia α, β, γ đều có chung bản chất là sóng điện từ có bước sóng khác nhau.

B. Tia α là dòng các hạt nhân nguyên tử.

C. Tia β là dòng hạt mang điện.

D. Tia γ là sóng điện từ.

Câu 389 (ĐH – CĐ 2011): Một hạt nhân X đứng yên, phóng xạ α và biến thành hạt nhân Y. Gọi m_1 và m_2, v_1 và v_2, K_1 và K_2 tương ứng là khối lượng, tốc độ, động năng của hạt α và hạt nhân Y. Hệ thức nào sau đây là đúng ?

A. $\frac{v_1}{v_2}=\frac{m_1}{m_2}=\frac{K_1}{K_2}$ B. $\frac{v_2}{v_1}=\frac{m_2}{m_1}=\frac{K_2}{K_1}$

C. $\frac{v_1}{v_2}=\frac{m_2}{m_1}=\frac{K_1}{K_2}$ D. $\frac{v_1}{v_2}=\frac{m_2}{m_1}=\frac{K_2}{K_1}$

Câu 390(CĐ 2009): Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về hiện tượng phóng xạ?

A. Trong phóng xạ α, hạt nhân con có số nơtron nhỏ hơn số nơtron của hạt nhân mẹ.

B. Trong phóng xạ β^-, hạt nhân mẹ và hạt nhân con có số khối bằng nhau, số prôtôn khác nhau.

C. Trong phóng xạ β, có sự bảo toàn điện tích nên số prôtôn được bảo toàn.

D. Trong phóng xạ β^+, hạt nhân mẹ và hạt nhân con có số khối bằng nhau, số nơtron khác nhau.

Câu 391(ĐH 2008): Phát biểu nào sao đây là **sai** khi nói về độ phóng xạ (hoạt độ phóng xạ)?

A. Độ phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ.

B. Đơn vị đo độ phóng xạ là becơren.

C. Với mỗi lượng chất phóng xạ xác định thì độ phóng xạ tỉ lệ với số nguyên tử của lượng chất đó.

D. Độ phóng xạ của một lượng chất phóng xạ phụ thuộc nhiệt độ của lượng chất đó.

Câu 392: Phát biểu nào dưới đây là **sai** về quy tắc dịch chuyển phóng xạ?

A. Trong phóng xạ α, hạt nhân con tiến hai ô trong bảng tuần hoàn (so với hạt nhân mẹ).

B. Trong phóng xạ β^-, hạt nhân con tiến một ô trong bảng tuần hoàn (so với hạt nhân mẹ).

C. Trong phóng xạ β^+, hạt nhân con lùi một ô trong bảng tuần hoàn (so với hạt nhân mẹ).

D. Trong phóng xạ γ, không có sự biến đổi hạt nhân.

Câu 393: Phát biểu nào sau đây là **không** đúng?

A. Tia α là dòng các hạt nhân nguyên tử Hêli $^4_2$He.

B. Khi đi qua điện trường giữa hai bản của tụ điện tia α bị lệch về phía bàn âm.

C. Tia α ion hóa không khí rất mạnh.

D. Tia α có khả năng đâm xuyên mạnh nên được sử dụng để chữa bệnh ung thư.

Câu 394 (CĐ 2007): Phóng xạ β^- là

A. phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

B. phản ứng hạt nhân không thu và không toả năng lượng.

C. sự giải phóng êlectrôn (êlectron) từ lớp êlectrôn ngoài cùng của nguyên tử.

D. phản ứng hạt nhân toả năng lượng.

Câu 395: Quá trình biến đổi phóng xạ của một chất phóng xạ

A. phụ thuộc vào chất đó ở dạng đơn chất hay hợp chất.

B. phụ thuộc vào chất đó ở các thể rắn, lỏng hay khí.

C. phụ thuộc vào nhiệt độ cao hay thấp.

D. xảy ra như nhau ở mọi điều kiện.

Câu 396: Trong quá trình phân rã hạt nhân $^{238}_{92}U$ thành hạt nhân $^{234}_{92}U$ đã phóng ra hạt α và hai hạt

A. nơtron. B. êlectron. C. pôzitron. D. prôtôn.

2. Phản ứng hạt nhân

Câu 397 (CĐ 2007): Các phản ứng hạt nhân tuân theo định luật bảo toàn

A. số nuclôn. B. số nơtrôn (nơtron).

C. khối lượng. D. số prôtôn.

Câu 398 (ĐH 2012): Các hạt nhân đơteri $_1^2H$; triti $_1^3H$, heli $_2^4He$ có năng lượng liên kết lần lượt là 2,22 MeV; 8,49 MeV và 28,16 MeV. Các hạt nhân trên được sắp xếp theo thứ tự giảm dần về độ bền vững của hạt nhân là

A. $_1^2H$; $_2^4He$; $_1^3H$. B. $_1^2H$; $_1^3H$; $_2^4He$.

C. $_2^4He$; $_1^3H$; $_1^2H$. D. $_1^3H$; $_2^4He$; $_1^2H$.

Câu 399 (ĐH – CĐ 2010): Cho ba hạt nhân X, Y và Z có số nuclôn tương ứng là A_X, A_Y, A_Z với $A_X = 2A_Y = 0,5A_Z$. Biết năng lượng liên kết của từng hạt nhân tương ứng là ΔE_X, ΔE_Y, ΔE_Z với $\Delta E_Z < \Delta E_X < \Delta E_Y$. Sắp xếp các hạt nhân này theo thứ tự tính bền vững giảm dần là

A. Y, X, Z. B. Y, Z, X. C. X, Y, Z. D. Z, X, Y.

Câu 400(CĐ 2012): Cho phản ứng hạt nhân: $X + {}_9^{19}F \rightarrow {}_2^4He + {}_8^{16}O$. Hạt X là

A. anpha. B. nơtron. C. đơteri. D. prôtôn.

Câu 401: Cho phản ứng hạt nhân: $_2^4He + {}_7^{14}N \rightarrow X + {}_1^1H$. Hạt nhân X có cấu tạo gồm

A. 8 prôtôn và 17 nơtron. B. 8 nơtron và 17 prôtôn.

C. 8 prôtôn và 9 nơtron. D. 8 nơtron và 9 prôtôn.

Câu 402: Chọn phát biểu **đúng**.

A. Các nguyên tử mà hạt nhân có cùng số nơtron nhưng khác nhau về số prôtôn gọi là các đồng vị.

B. Lực hạt nhân là lực liên kết các nuclon, nó chỉ có tác dụng ở khoảng cách rất ngắn vào cỡ 10^{-10}m.

C. Độ hụt khối của hạt nhân là độ chênh lệch giữa tổng khối lượng của các nuclon tạo thành hạt nhân và khối lượng hạt nhân.

D. Năng lượng liên kết của hạt nhân là năng lượng tối thiểu cần cung cấp để các nuclon (đang đứng riêng rẽ) liên kết với nhau tạo thành hạt nhân.

Câu 403: Chọn phát biểu **đúng** khi nói về phản ứng nhiệt hạch:

A. Phản ứng nhiệt hạch xảy ra khi có sự hấp thụ nơtrôn chậm của hạt nhân nhẹ.

B. Nhiệt độ rất cao trong phản ứng nhiệt hạch là để phá vỡ hạt nhân và biến đổi thành hạt nhân khác.

C. Điều kiện duy nhất để phản ứng nhiệt hạch xảy ra là phản ứng phải xảy ra ở nhiệt độ rất cao.

D. Nếu tính theo khối lượng nhiên liệu thì phản ứng nhiệt hạch tỏa ra năng lượng nhiều hơn phản ứng phân hạch.

Câu 404: Chọn phát biểu **đúng** khi nói về phản ứng hạt nhân:

A. Phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng, các hạt nhân sinh ra bền vững hơn hạt nhân ban đầu.

B. Trong phản ứng hạt nhân, tổng khối lượng nghỉ của các hạt nhân tương tác bằng tổng khối lượng nghỉ của các hạt nhân tạo thành.

C. Năng lượng tỏa ra trong phản ứng hạt nhân dưới dạng động năng của các hạt nhân tạo thành.

D. Chỉ có sự tương tác của các hạt nhân mới tạo được phản ứng hạt nhân.

Câu 405: Chọn câu sai

A. Phản ứng hạt nhân dây chuyền được thực hiện trong các lò phản ứng hạt nhân.

B. Lò phản ứng hạt nhân có các thanh nhiên liệu (urani) đã được làm giàu đặt xen kẽ trong chất làm chậm nơtron.

C. Trong lò phản ứng hạt nhân có các thanh điều khiển để đảm bảo cho hệ số nhân nơtron lớn hơn 1.

D. Có các ống tải nhiệt và làm lạnh để truyền năng lượng của lò ra chạy tua bin.

Câu 406: Chọn câu **sai**? Lực hạt nhân:

A. là lực tương tác giữa các nuclôn bên trong hạt nhân.

B. có bản chất là lực điện.

C. không phụ thuộc vào bản chất của nuclôn trong hạt nhân.

D. là loại lực mạnh nhất trong các loại lực đã biết.

Câu 407: Chọn phương án SAI khi nói về phản ứng hạt nhân.

A. Tổng khối lượng của các hạt nhân sau phản ứng khác tổng khối lượng của các hạt nhân trước phản ứng.

B. Các hạt sinh ra, có tổng khối lượng bé hơn tổng khối lượng ban đầu, là phản ứng toả năng lượng.

C. Các hạt sinh ra có tổng khối lượng lớn hơn tổng khối lượng các hạt ban đầu, là phản ứng thu năng lượng.

D. Phản ứng hạt nhân tỏa hay thu năng lượng phụ thuộc vào cách tác động phản ứng.

Câu 408: Đồng vị có thể phân hạch khi hấp thụ một nơtron chậm là

A. $^{238}_{92}U$. B. $^{234}_{92}U$. C. $^{235}_{92}U$. D. $^{239}_{92}U$.

Câu 409(ĐH 2009): Giả sử hai hạt nhân X và Y có độ hụt khối bằng nhau và số nuclôn của hạt nhân X lớn hơn số nuclôn của hạt nhân Y thì

A. hạt nhân Y bền vững hơn hạt nhân X.

B. hạt nhân X bền vững hơn hạt nhân Y.

C. năng lượng liên kết riêng của hai hạt nhân bằng nhau.

D. năng lượng liên kết của hạt nhân X lớn hơn năng lượng liên kết của hạt nhân Y.

Câu 410: Giả sử hai hạt nhân X và Y có độ hụt khối bằng nhau và số nuclôn của hạt Y bé hơn số số nuclôn của hạt X thì :

A. năng lượng liên kết của hạt nhân X lớn hơn năng lượng liên kết của hạt nhân Y.

B. năng lượng liên kết của hai hạt nhân bằng nhau.

C. hạt nhân X bền vững hơn hạt nhân Y.

D. hạt nhân Y bền vững hơn hạt nhân X.

Câu 411: Hạt nhân mẹ A có khối lượng m_A đang đứng yên, phân rã thành hạt nhân con B và hạt α có khối lượng m_B và m_α, có vận tốc là v_B và v_α. Mối liên hệ giữa động năng, khối lượng và độ lớn vận tốc của hai hạt nhân sau phản ứng là

A. $\frac{K_B}{K_a}=\frac{v_B}{v_\alpha}=\frac{m_\alpha}{m_B}$.

B. $\frac{K_B}{K_a}=\frac{v_a}{v_B}=\frac{m_\alpha}{m_B}$.

C. $\frac{K_B}{K_a}=\frac{v_B}{v_\alpha}=\frac{m_B}{m_\alpha}$.

D. $\frac{K_B}{K_a}=\frac{v_\alpha}{v_B}=\frac{m_B}{m_\alpha}$.

Câu 412: Hai hạt nhân X và Y có điện tích bằng nhau. Sau khi được tăng tốc bởi cùng một hiệu điện thế thì bay vào vùng không gian có từ trường đều và có quĩ đạo là các đường tròn có bán kính R_X; R_Y tương ứng. Tỷ số khối lượng của X và Y là

A. R_X/R_Y. B. R_Y/R_X. C. $(R_X/R_Y)^{0,5}$. D. $(R_X/R_Y)^2$.

Câu 413(CĐ 2007): Hạt nhân Triti (T_1^3) có

A. 3 nuclôn, trong đó có 1 prôtôn.

B. 3 nơtrôn (nơtron) và 1 prôtôn.

C. 3 nuclôn, trong đó có 1 nơtrôn (nơtron).

D. 3 prôtôn và 1 nơtrôn (nơtron).

Câu 414(CĐ 2007): Hạt nhân càng bền vững khi có

A. số nuclôn càng nhỏ. B. số nuclôn càng lớn.

C. năng lượng liên kết càng lớn. D. năng lượng liên kết riêng càng lớn.

Câu 415(CĐ 2012): Hai hạt nhân ${}_1^3T$ và ${}_2^3He$ có cùng

A. số nơtron. B. số nuclôn. C. điện tích. D. số prôtôn.

Câu 416: Hạt nhân càng bền vững khi có

A. năng lượng liên kết riêng càng lớn. B. số nuclôn càng nhỏ.

C. số nuclôn càng lớn. D. năng lượng liên kết càng lớn.

Câu 417: Hạt nhân có độ hụt khối càng lớn thì có

A. năng lượng liên kết càng nhỏ. B. năng lượng liên kết riêng càng nhỏ.

C. năng lượng liên kết riêng càng lớn. D. năng lượng liên kết càng lớn

Câu 418: Lực hạt nhân

A. là lực hấp dẫn để liên kết các prôtôn và nơtron với nhau.

B. không phụ thuộc vào điện tích của hạt nhân.

C. phụ thuộc vào độ lớn điện tích của hạt nhân.

D. là lực điện từ để liên kết các prôtôn và nơtron với nhau.

Câu 419: Một phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng nếu

A. tổng khối lượng nghỉ của các hạt sau phản ứng lớn hơn của các hạt nhân trước phản ứng.

B. tổng độ hụt khối lượng của các hạt trước phản ứng lớn hơn của các hạt nhân sau phản ứng

C. tổng năng lượng liên kết của các hạt nhân trước phản ứng nhỏ hơn của các hạt nhân sau phản ứng.

D. tổng số nuclôn của các hạt nhân trước phản ứng lớn hơn của các hạt nhân sau phản ứng.

Câu 420(CĐ 2007): Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết

A. tính cho một nuclôn.

B. tính riêng cho hạt nhân ấy.

C. của một cặp prôtôn-prôtôn.

D. của một cặp prôtôn-nơtrôn (nơtron).

Câu 421 : Năng lượng liên kết là

A. toàn bộ năng lượng của nguyên tử gồm động năng và năng lượng nghỉ.

B. năng lượng tỏa ra khi các nuclon liên kết với nhau tạo thành hạt nhân.

C. năng lượng toàn phần của nguyên tử tính trung bình trên số nuclon.

D. năng lượng liên kết các electron và hạt nhân nguyên tử.

Câu 422: Người ta dùng chùm hạt α bắn phá lên hạt nhân ${}_4Be^8$. Do kết quả của phản ứng hạt nhân đã xuất hiện nơtron tự do. Sản phẩm thứ hai của phản ứng là gì?

A. Đồng vị bo ${}_5B^{13}$.

B. Đồng vị cacbon ${}_6C^{13}$.

C. Cacbon ${}_6C^{11}$.

D. Đồng vị berili ${}_4Be^9$.

Câu 423: Phần lớn năng lượng giải phóng ra trong phản ứng phân hạch là

A. động năng của các nơtrôn.

B. động năng của các hạt nhân con.

C. năng lượng các tia gamma.

D. do phóng xạ của các hạt nhân con.

Câu 424(ĐH 2012): Phóng xạ và phân hạch hạt nhân

A. đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng

B. đều là phản ứng hạt nhân thu năng lượng

C. đều là phản ứng tổng hợp hạt nhân

D. đều không phải là phản ứng hạt nhân

Câu 425(ĐH 2007): Phản ứng nhiệt hạch là sự

A. kết hợp hai hạt nhân rất nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn trong điều kiện nhiệt độ rất cao.

B. kết hợp hai hạt nhân có số khối trung bình thành một hạt nhân rất nặng ở nhiệt độ rất cao.

C. phân chia một hạt nhân nhẹ thành hai hạt nhân nhẹ hơn kèm theo sự tỏa nhiệt.

D. phân chia một hạt nhân rất nặng thành các hạt nhân nhẹ hơn.

Câu 426(ĐH – CĐ 2010): Phản ứng nhiệt hạch là

A. sự kết hợp hai hạt nhân có số khối trung bình tạo thành hạt nhân nặng hơn.

B. phản ứng hạt nhân thu năng lượng .

C. phản ứng trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai mảnh nhẹ hơn.

D. phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

Câu 427(CĐ 2008): Phản ứng nhiệt hạch là

A. nguồn gốc năng lượng của Mặt Trời.

B. sự tách hạt nhân nặng thành các hạt nhân nhẹ nhờ nhiệt độ cao.

C. phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

D. phản ứng kết hợp hai hạt nhân có khối lượng trung bình thành một hạt nhân nặng.

Câu 428(ĐH 2007): Phát biểu nào là **sai**?

A. Các đồng vị phóng xạ đều không bền.

B. Các nguyên tử mà hạt nhân có cùng số prôtôn nhưng có số nơtrôn (nơtron) khác nhau gọi là đồng vị.

C. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có số nơtrôn khác nhau nên tính chất hóa học khác nhau.

D. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có cùng vị trí trong bảng hệ thống tuần hoàn.

Câu 429: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về lực hạt nhân.

A. Lực hạt nhân là loại lực mạnh nhất trong các loại lực đã biết đến hiện nay.

B. Lực hạt nhân chỉ tồn tại bên trong hạt nhân nguyên tử.

C. Lực hạt nhân chỉ có tác dụng khi khoảng cách giữa hai nuclôn bằng hoặc nhỏ hơn kích thước hạt nhân.

D. Lực hạt nhân có bản chất là lực điện, vì trong hạt nhân các prôtôn mang điện dương.

Câu 430(ĐH – CĐ 2010): So với hạt nhân $^{29}_{14}Si$, hạt nhân $^{40}_{20}Ca$ có nhiều hơn

A. 11 nơtrôn và 6 prôtôn. B. 5 nơtrôn và 6 prôtôn.

C. 6 nơtrôn và 5 prôtôn. D. 5 nơtrôn và 12 prôtôn.

Câu 431: So với sự phân hạch thì

A. sản phẩm của phản ứng nhiệt hạch "sạch" hơn.

B. năng lượng nhiệt hạch nhỏ hơn.

C. phản ứng nhiệt hạch dễ điều khiển hơn.

D. nhiên liệu nhiệt hạch hiếm hơn.

Câu 432: Số prôtôn và số nơtron trong hạt nhân nguyên tử $_{30}Zn^{67}$ lần lượt là

A. 67 và 30. B. 30 và 67. C. 37 và 30. D. 30 và 37.

Câu 433(ĐH 2009): Trong sự phân hạch của hạt nhân $^{235}_{92}U$, gọi k là hệ số nhân nơtron. Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Nếu k < 1 thì phản ứng phân hạch dây chuyền xảy ra và năng lượng tỏa ra tăng nhanh.

B. Nếu k > 1 thì phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì và có thể gây nên bùng nổ.

C. Nếu k > 1 thì phản ứng phân hạch dây chuyền không xảy ra.

D. Nếu k = 1 thì phản ứng phân hạch dây chuyền không xảy ra.

Câu 434(ĐH 2012): Trong một phản ứng hạt nhân, có sự bảo toàn

A. số prôtôn. B. số nuclôn. C. số nơtron. D. khối lượng.

Câu 435: Tìm phát biểu đúng về phản ứng phân hạch và phản ứng nhiệt hạch.

A. Cả hai loại phản ứng trên đều tỏa năng lượng.

B. Phản ứng nhiệt hạch dễ xảy ra hơn phản ứng phân hạch.

C. Năng lượng của mỗi phản ứng nhiệt hạch lớn hơn phản ứng phân hạch.

D. Một phản ứng thu năng lượng, một phản ứng tỏa năng lượng.

Câu 436: Trong phản ứng hạt nhân A + B $\rightarrow$ C + D, Gọi M_0 là tổng khối lượng nghỉ ban đầu của các hạt nhân A, B và M là tổng khối lượng nghỉ của các hạt sinh ra C, D. Chọn cách phát biểu **sai:**

A. Nếu $M_0 > M$ là phản ứng hạt nhân toả năng lượng vì tổng năng lượng liên kết của các hạt nhân C, D sau phản ứng nhỏ hơn tổng năng lượng liên kết của các hạt nhân A, B trước phản ứng.

B. Nếu $M_0 > M$ là phản ứng hạt nhân toả năng lượng vì tổng năng lượng liên kết của các hạt nhân C, D sau phản ứng lớn hơn tổng năng lượng liên kết của các hạt nhân A, B trước phản ứng.

C. Nếu $M_0 < M$ là phản ứng hạt nhân thu năng lượng vì các hạt sinh ra sau phản ứng có tổng độ hụt khối nhỏ hơn tổng độ hụt khối của các hạt ban đầu.

D. Nếu $M_0 < M$ là phản ứng hạt nhân thu năng lượng vì tổng năng lượng liên kết của các hạt nhân C, D sau phản ứng nhỏ hơn tổng năng lượng liên kết của các hạt nhân A, B trước phản ứng.

Câu 437(CĐ 2012): Trong các hạt nhân: ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$, ${}^{7}_{3}\mathrm{Li}$, ${}^{56}_{26}\mathrm{Fe}$ và ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$, hạt nhân bền vững nhất là

A. ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$. B. ${}^{56}_{26}\mathrm{Fe}$. C. ${}^{7}_{3}\mathrm{Li}$. D. ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$.

Câu 438: Trong các kết luận sau, kết luận nào đúng?

A. U_{235} phân hạch, năng lượng toả ra không phụ thuộc vào động năng của nơtron mà nó bắt được.

B. Một hạt nhân nặng ở trạng thái ổn định có thể tự nhiên phân hạch.

C. Năng lượng phân hạch là năng lượng nghỉ của các hạt nhân tạo thành.

D. Năng lượng kích hoạt phân hạch bằng năng lượng toả ra sau mỗi phân hạch.

Câu 439: Xét phản ứng $\mathrm{n} + {}^{235}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{89}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{89}_{36}\mathrm{Kr} + 3\mathrm{n} + 200\mathrm{MeV}$. Điều nào sau đây là sai khi nói về phản ứng này?

A. Tổng khối lượng các hạt sau phản ứng nhỏ hơn tổng khối lượng hạt ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ và hạt ${}^{1}_{0}\mathrm{n}$.

B. Phản ứng này toả một năng lượng 200MeV.

C. Để xảy ra phản ứng thì hạt nơtron có động năng cỡ chuyển động nhiệt.

D. Sẽ có tối thiểu 3 hạt nơtron tiếp tục tạo ra sự phân hạch.

ĐÁP ÁN

1A	2B	3C	4A	5B	6C	7C	8A	9C	10C
11B	12C	13D	14D	15C	16B	17C	18B	19A	20A
21D	22B	23C	24X	25B	26C	27A	28B	29A	30A
31D	32D	33D	34D	35A	36B	37C	38D	39D	40B
41C	42B	43B	44B	45D	46D	47B	48B	49B	50B
51A	52C	53B	54A	55B	56B	57A	58A	59C	60B
61A	62D	63D	64A	65C	66D	67B	68D	69D	70A
71A	72A	73C	74D	75C	76D	77A	78B	79A	80D
81B	82B	83B	84B	85C	86C	87C	88C	89C	90A
91D	92D	93D	94D	95B	96A	97C	98D	99B	100D
101C	102B	103D	104D	105C	106D	107D	108C	109C	110C
111D	112A	113B	114D	115A	116D	117C	118B	119B	120C
121D	122A	123C	124C	125D	126A	127C	128C	129D	130C
131B	132A	133C	134B	135C	136C	137D	138B	139B	140D
141D	142A	143C	144D	145A	146D	147D	148B	149B	150C
151A	152D	153B	154D	155C	156A	157A	158D	159D	160D
161B	162D	163C	164C	165B	166B	167D	168D	169C	170B
171C	172A	173B	174B	175C	176C	177C	178C	179A	180B
181C	182D	183B	184B	185D	186D	187D	188A	189B	190B
191B	192D	193A	194C	195B	196D	197D	198B	199B	200A
201A	202B	203D	204C	205D	206B	207D	208A	209B	210D
211D	212D	213C	214D	215D	216A	217B	218A	219D	220C
221D	222D	223B	224B	225C	226D	227B	228A	229C	230A
231C	232B	233B	234C	235D	236A	237A	238D	239D	240D
241D	242B	243C	244D	245A	246D	247B	248D	249C	250A
251D	252B	253A	254B	255C	256D	257B	258D	259C	260C
261C	262C	263C	264C	265C	266B	267B	268B	269D	270A
271D	272B	273B	274C	275A	276D	277D	278D	279A	280C
281B	282C	283B	284B	285C	286D	287A	288C	289B	290B
291C	292C	293A	294A	295B	296C	297C	298D	299C	300A
301A	302C	303B	304D	305C	306B	307C	308A	309C	310C
311B	312D	313C	314A	315C	316C	317C	318A	319B	320B
321C	322C	323D	324C	325B	326C	327B	328A	329D	330A
331D	332B	333C	334A	335D	336B	337B	338D	339D	340A
341C	342B	343C	344B	345D	346C	347C	348D	349D	350A
351B	352D	353B	354B	355C	356C	357B	358C	359B	360A
361A	362B	363A	364D	365B	366D	367A	368B	369B	370C
371B	372D	373A	374B	375A	376A	377C	378D	379A	380B
381A	382A	383C	384C	385A	386A	38A	388A	389C	390C
391D	392A	393D	394D	395D	396B	397A	398C	399A	400D
401C	402C	403B	404A	405C	406B	407D	408C	409A	410B
411A	412A	413A	414D	415B	416A	417D	418B	419C	420A
421B	422C	423B	424A	425A	426D	427A	428C	429D	430B
431A	432D	433B	434B	435A	436A	437B	438A	439C	

MỤC LỤC

Chủ đề 1. HIỆN TƯỢNG SÓNG CƠ HỌC 3
Chủ đề 2. SÓNG DỪNG 26
Chủ đề 3. GIAO THOA SÓNG CƠ HỌC 50
Chủ đề 4. SÓNG ÂM 115
Chủ đề 5. DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ 131
Chủ đề 6. DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ 176
Chủ đề 7. HIỆN TƯỢNG TÁN SẮC ÁNH SÁNG 198
Chủ đề 8. HIỆN TƯỢNG GIAO THOA ÁNH SÁNG 213
Chủ đề 9. QUANG PHỔ. CÁC TIA 273
Chủ đề 10. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN 280
Chủ đề 11. THUYẾT BO. QUANG PHỔ HIĐRO.
SỰ PHÁT QUANG TIA X 302
Chủ đề 12. TÍNH CHẤT VÀ CẤU TẠO HẠT NHÂN 321
Chủ đề 13. PHẢN ỨNG HẠT NHÂN 326
Chủ đề 14. PHÓNG XẠ. PHÂN HẠCH. NHIỆT HẠCH 345
CÂU HỎI LÝ THUYẾT 379