|  |  |
| --- | --- |
| **TRƯỜNG THPT CHUYÊN NGUYỄN TẤT THÀNH –YÊN BÁI**  *(Đề thi gồm 02 trang)*  ĐỀ THI ĐỀ XUẤT | **KỲ THI HỌC SINH GIỎI CÁC TRƯỜNG THPT CHUYÊN KHU VỰC DUYÊN HẢI VÀ ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ**  **LẦN THỨ ..., NĂM HỌC .....**  **ĐỀ THI MÔN: VẬT LÍ LỚP 11**  *Thời gian: 180 phút (Không kể thời gian giao đề)* |

**Câu 1. Tĩnh điện** (*4,5 điểm*)

Một điện tích điểm mang điện tích dương q được đặt gần một quả cầu kim loại bán kính R. Quả cầu được nối đất và giữ cố định.

1. Điện tích điểm q được đặt cố định tại một điểm nằm cách tâm quả cầu một khoảng d (Hình 3a). Bằng phương pháp ảnh điện. Hãy

q

d

R

Hình a.

a. Xác đinh lực tương tác giữa điện tích q và quả cầu.

b. Xác định véctơ cường độ điện trườngtại các điểm nằm trên đường nối điện tích và tâm quả cầu, cách điện tích q một khoảng r.

2. Điện tích điểm q có khối lượng m được nối với một sợi dây mềm, nhẹ, mảnh, không dãn, cách điện và có chiều dài  Đầu kia của dây được gắn vào điểm O cố định (Hình b). Điểm O và tâm quả cầu cách nhau L  Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Kích thích để q dao động nhỏ trong điện trường. Tìm tần số dao động.

R

q

Hình b.

O

L



**Câu 2: Dao động** *(4,5 điểm)*

Hai quả cầu nhỏ bằng kim loại, có khối lượng tương ứng là m và M và đều có bán kính r, được nối với nhau bởi một lò xo dẫn điện, có độ cứng k. Độ dài lò xo khi không biến dạng là (). Lúc đầu hệ không mang điện và ở trên mặt phẳng nhẵn nằm ngang không dẫn điện. Bỏ qua ma sát.

m

m

Mm

Hình 2a

a. Đặt hệ trong điện trường đều có cường độ điện trường  hướng dọc theo trục của lò xo (*Hình 2a*). Hãy xác định chu kì và biên độ dao động của các quả cầu so với khối tâm G của chúng từ sau khi bật điện trường.

m



Hình 2b

Mm

O

x

b. Tắt điện trường. Khi hai vật đứng yên và lò xo không bị biến dạng thì tác dụng lên quả cầu I (khối lượng m) lực F biến thiên tuần hoàn: hướng dọc theo trục của lò xo (*Hình 2b*) với F0 và ω là các hằng số dương. Viết phương trình dao động của quả cầu I ở chế độ ổn định.

**Câu 3. Điện học** (*5,0 điểm*)

A

B

Đ



L

K

C



Cho mạch điện như hình vẽ, , bỏ qua các điện trở trong của nguồn, cuộn dây thuần cảm, các tụ điện trước khi mắc vào mạch chưa được tích điện, đi-ốt lí tưởng. Đóng khóa K.

a. Viết biểu thức đện tích trên tụ và dòng điện qua mạch khi chưa có dòng qua nguồn 

b. Sau thời gian bao lâu kể từ lúc đóng mạch thì có dòng điện qua nguồn . Khi bắt đầu có dòng qua nguồn  thì cường độ dòng điện trong cuộn dây bằng bao nhiêu?

c. Hãy xác định biểu thức dòng điện qua nguồn  và điện tích chuyển qua nguồn  sau khi K đóng.

**Câu 4. Quang hình** *(4,0 điểm)*

Một bình hình trụ đựng thủy ngân quay chung quanh trục thẳng đứng của hình trụ với vận tốc góc không đổi . Khi đạt trạng thái chuyển động ổn định, bề mặt thủy ngân lõm xuống. Bỏ qua ảnh hưởng của lực căng mặt ngoài. Chứng tỏ rằng một chùm tia tới song song chiếu từ trên xuống dọc theo trục quay, sau khi phản xạ trên mặt thủy ngân sẽ hội tụ lại ở một điểm. Định vị trí của điểm hội tụ này?

**Câu 5. Phương án thực hành** (*2,0 điểm*)

Cho các dụng cụ sau:

+ Một viên bi đặc, đồng chất có dạng hình cầu.

+ Một thước Panme.

+ Một đồng hồ bấm giây.

+ Một bán cầu rỗng chưa biết bán kính cong.

Hãy xây dựng cơ sở lý thuyết và từ đó nêu phương án thí nghiệm đo bán kính cong của bán cầu rỗng trên.

.....................HẾT.....................

**Người ra đề**

*(Ký, ghi rõ Họ tên - Điện thoại liên hệ)*

***Lại Xuân Duy***

**HƯỚNG DẪN CHẤM**

**Câu 1. Tĩnh điện** (*4,5 điểm*)

Một điện tích điểm mang điện tích dương q được đặt gần một quả cầu kim loại bán kính R. Quả cầu được nối đất và giữ cố định.

1. Điện tích điểm q được đặt cố định tại một điểm nằm cách tâm quả cầu một khoảng d (Hình 3a). Bằng phương pháp ảnh điện. Hãy

q

d

R

Hình a.

a. Xác đinh lực tương tác giữa điện tích q và quả cầu.

b. Xác định véctơ cường độ điện trườngtại các điểm nằm trên đường nối điện tích và tâm quả cầu, cách điện tích q một khoảng r.

2. Điện tích điểm q có khối lượng m được nối với một sợi dây mềm, nhẹ, mảnh, không dãn, cách điện và có chiều dài  Đầu kia của dây được gắn vào điểm O cố định (Hình b). Điểm O và tâm quả cầu cách nhau L  Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Kích thích để q dao động nhỏ trong điện trường. Tìm tần số dao động.

R

q

Hình b.

O

L



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Câu 1** | **Nội dung** | **Thang điểm** |
| 1 | Dùng phương pháp ảnh điện, xác định điện tích q’ tương đương với điện tích trên mặt quả cầu:  Điện tích q’ nằm trên đường thẳng nối tâm quả cầu và điện tích q, cách tâm quả cầu một đoạn d’. Do quả cầu nối đất, điện thế tại một điểm B bất kỳ trên mặt cầu bằng 0. B cách q, q’ lần lượt là r1, r2. Ta có:  (1) | 0,5 |
| Trong đó:và  (2) | 0,25 |
| (1) và (2) ⇒  (3) và  (4) | 0,25 |
| a. Lực tương tác là: | 0,5 |
| b. Ta đi xét điện trường tổng hợp tạo ra bởi điện tích q và ảnh điện q’:  Tại các điểm nằm ngoài quả cầu nằm trên đường nối điện tích và tâm quả cầu, cách điện tích một khoảng r > 0:  O  R  I1  I2  I3  I4  x | 0,25 |
|  | 0,25 |
|  | 0,25 |
| Tại các điểm bên trong quả cầu: | 0,25 |
| 2 | Khoảng cách từ điện tích q đến tâm quả cầu là:  (6)  Điện tích cảm ứng trên mặt cầu tương đương với điện tích q’ được xác định trong câu a. Do đó lực điện tác dụng lên q là:  (7) | 0,5 |
|  | Thay giá trị của d từ (6,7):  (8) | 0,25 |
|  | Lực  là lực hút, có hướng dọc theo đường thẳng nối q và q’. Lực làm điện tích q dao động là thành phần hình chiếu  của  lên phương vuông góc với dây treo *l.*  ;với. (9) | 0,5 |
|  | Áp dụng định luật II Newton:  (10)  R  q  O    L  β  α  d  Với các dao động bé, ta được:  với (11) | 0,5 |
|  | Từ (11) ⇒ tần số góc dao động bé của q là  (12)  Hay | 0,25 |

**Câu 2**. *(4,5 điểm).* ***Dao động cơ***

Hai quả cầu nhỏ bằng kim loại, có khối lượng tương ứng là m và M và đều có bán kính r, được nối với nhau bởi một lò xo dẫn điện, có độ cứng k. Độ dài lò xo khi không biến dạng là (). Lúc đầu hệ không mang điện và ở trên mặt phẳng nhẵn nằm ngang không dẫn điện. Bỏ qua ma sát.

m

m

Mm

Hình 2a

a. Đặt hệ trong điện trường đều có cường độ điện trường  hướng dọc theo trục của lò xo (*Hình 2a*). Hãy xác định chu kì và biên độ dao động của các quả cầu so với khối tâm G của chúng từ sau khi bật điện trường.

m



Hình 2b

Mm

O

x

b. Tắt điện trường. Khi hai vật đứng yên và lò xo không bị biến dạng thì tác dụng lên quả cầu I (khối lượng m) lực F biến thiên tuần hoàn: hướng dọc theo trục của lò xo (*Hình 2b*) với F0 và ω là các hằng số dương. Viết phương trình dao động của quả cầu I ở chế độ ổn định.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Câu 2** | Nội dung | **Thang điểm** |
| a | Xét trong hệ khối tâm G. Chọn trục Ox cùng chiều với . Gọi x1 và x2 là li độ quả I và II thì chiều dài lò xo là:  (1)  m  Mm  m  +q  -q  Om  xm  •m | 0,25 |
| Do hiện tượng nhiễm điện do hưởng ứng, các quả cầu có điện tích q và - q xác định bởi:  (2) | 0,25 |
| - Áp dụng định luật II đối với quả cầu I:  (3) | 0,5 |
| Mặt khác trong hệ khối tâm: | 0,25 |
| Thay vào (3):      - Vì  nên<< ta bỏ qua số hạng này.  - Thay x2 theo x1 ta có | 0,5 |
| - Nếu ; dao động là điều hòa với | 0,25 |
| - Vị trí cân bằng có tọa độ .  Suy ra biên độ quả I là: . | 0,5 |
| Tương tự, biên độ quả 2 là ./. | 0,25 |
| b | Chọn trục tọa độ cùng hướng với F lúc đầu. Gọi x1 và và x2 là li độ 2 quả cầu  (1)  (2) | 0,5 |
| Hai vật có thể dao động đồng pha hoặc ngược pha. Vậy nghiệm có dạng ; (A, B là các hằng số âm hoặc dương) | 0,25 |
| Thay vào (1) và (2) :  (3)  (4)  thay vào (3):    m  Mm  m  O  x  . | 0,5 |
|  | 0,5 |

**Câu 3. Điện học** (*5,0 điểm*)

Cho mạch điện như hình vẽ, , bỏ qua các điện trở trong của nguồn, cuộn dây thuần cảm, các tụ điện trước khi mắc vào mạch chưa được tích điện, đi-ốt lí tưởng. Đóng khóa K.

a. Viết biểu thức đện tích trên tụ và dòng điện qua mạch khi chưa có dòng qua nguồn 

b. Sau thời gian bao lâu kể từ lúc đóng mạch thì có dòng điện qua nguồn . Khi bắt đầu có dòng qua nguồn  thì cường độ dòng điện trong cuộn dây bằng bao nhiêu?

c. Hãy xác định biểu thức dòng điện qua nguồn  và điện tích chuyển qua nguồn  sau khi K đóng.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Câu 3** | **Nội dung** | **Thang điểm** |
| **a** | - Ban đầu khi khóa K đóng, chỉ có nguồn  nạp điện cho tụ, quá trình nạp điện cho tụ cũng chính là quá trình dao động của mạch. | 0,25 |
| - Vì  nên sau khi K đóng, ***chưa có*** dòng điện đi qua nguồn .  Khi đó ta có:  A  L  B  Đ  C      +  +  +  i      q    Đặt | 1,0 |
| Hay | 0,25 |
| *Tại  ta có:* | 0,5 |
| **b** | . Đi-ốt sẽ mở khi  Khi đó cường độ dòng điện qua cuộn dây là: . | 1,0 |
| **c** | Sau đó đi-ốt mở, dòng điện chạy qua cuộn dây không nạp cho tụ nữa vì lúc này hiệu điện thế giữa hai đầu tụ đã bằng , dòng điện trong cuộn dây khi đó sẽ nạp thẳng vào cho nguồn , trong quá trình nạp điện vào cho nguồn  thì suất điện động của nguồn này không đổi chỉ có điện tích trong nguồn được tăng lên. Quá trình nạp điện sẽ dừng khi dòng điện qua cuộn dây bằng 0. | 0,5 |
|  | Tại thời điểm đi-ốt mở thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là:  Ở thời điểm t, sau khi đi-ốt mở, cường độ dòng điện qua đi-ốt là i, mạch gồm  ta có: | 0,5 |
|  | Quá trình hoạt động trong mạch sẽ dừng khi | 0,5 |
|  | Điện tích di chuyển qua nguồn :  Ta có | 0,5 |

**Câu 4.**  Một bình hình trụ đựng thủy ngân quay chung quanh trục thẳng đứng của hình trụ với vận tốc góc không đổi . Khi đạt trạng thái chuyển động ổn định, bề mặt thủy ngân lõm xuống. Bỏ qua ảnh hưởng của lực căng mặt ngoài. Chứng tỏ rằng một chùm tia tới song song chiếu từ trên xuống dọc theo trục quay, sau khi phản xạ trên mặt thủy ngân sẽ hội tụ lại ở một điểm. Định vị trí của điểm hội tụ này?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Câu 4** | **Nội dung** | **Thang điểm** |
|  | Xét hệ quy chiếu không quán tính gắn với bình như hình vẽ 1.1.Khi đạt trạng thái chuyển động ổn định, mỗi phần tử thủy ngân ở trên bề mặt cân bằng dưới tác dụng của trọng lực và lực li tâm, hợp của hai lực nàyvuông góc với mặt thoáng của thủy ngân.  Mặt thoáng thủy ngân có trục quay là trục đối xứng. Trong mặt phẳng chứa trục quay, xét một phần tử thủy ngân A bất kì trên bề mặt có tọa độ (x,y). Để tìm hệ thức liên hệ giữa x và y ta áp dụng phương pháp vi phân. Xét một đoạn nhỏ giới hạn mặt thoáng tại A, phương của đoạn nhỏ này có thể được xem như trùng phương với tiếp tuyến tại A. Từ A kẻ tiếp tuyến của mặt thoáng thủy ngân cắt trục Ox tại I và hợp với Ox một góc α.Ta có:(góc có cạnh tương ứng vuông góc) | 0.5 |
|  | |  |  | | --- | --- | | Theo định nghĩa đạo hàm ta có:  .  Mà .  Suy ra.  Tích phân hai vế ta được  . |  | | 1.0 |
|  | Với .Do đó .  Vậy bề mặt thủy ngân là một paraboloic. Xét tia sáng tới gặp mặt thủy ngân tại A(hình1.2). Tia phản xạ được xác định dựa vào định luật phản xạ ánh sáng. Tia phản xạ cắt trục quay tại F. Tia sáng trùng với trục quay phản xạ ngược lại theo chính nó. | 0.5 |
|  | |  |  | | --- | --- | | Ta có  (góc có cạnh tương ứng vuông góc) OF=OA’-A’F,  với .  Vậy |  | | 1.0 |
|  | Mà  .  Suy ra . | 0.5 |
|  | Vậy giao điểm F có vị trí cố định với mọi tia phản xạ ứng với chùm tia tới song song với trục quay tại F. Đó là tiêu điểm chính với tiêu cự có giá trị là: | 0.5 |

**Câu 5. Phương án thực hành** (*2,0 điểm*)

Cho các dụng cụ sau:

+ Một viên bi đặc, đồng chất có dạng hình cầu.

+ Một thước Panme.

+ Một đồng hồ bấm giây.

+ Một bán cầu rỗng chưa biết bán kính cong.

Hãy xây dựng cơ sở lý thuyết và từ đó nêu phương án thí nghiệm đo bán kính cong của bán cầu rỗng trên.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Câu 5** | **Nội dung** | | **Điểm** |
|  | **Trường hợp 1**: Bi chuyển động không ma sát trên mặt cong của bán cầu. Khi đó dao động của bi giống dao động của con lắc đơn có độ dài  nên chu kì của bi là .  Dùng thước Panme đo , dùng đồng hồ đo , dựa vào công thức trên tính được. | | 0,5 |
|  | Trường hợp 2: Bi chuyển động có ma sát trên mặt cong của bán cầu. Phương trình của chuyển động quay cho tâm quay tức thời  , | 0,5 |
| trong đó , và |
| Vì  chuyển động tròn quanh  nên ta có  suy ra . | | 0,5 |
| Thay  và  vào phương trình chuyển động quay và chú ý  vì góc  nhỏ, ta được  hay | |
| Phương trình này chứng tỏ bi dao động điều hòa với chu kì .  Dùng thước Panme đo , dùng đồng hồ đo , dựa vào công thức trên tính được. | | 0,5 |