**KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI CÁC TRƯỜNG THPT CHUYÊN**

**KHU VỰC DUYÊN HẢI VÀ ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ**

**LẦN THỨ XIV, NĂM 2023**

**ĐỀ THI GIỚI THIỆU MÔN: VẬT LÍ - LỚP 11**

*Thời gian: 180 phút (Không kể thời gian giao đề)*

**Câu I** **(4 điểm).** Người ta thổi một bong bong xà phòng có khối lượng  và hệ số căng bề mặt là  thông qua một ống ngắn hở hai đầu (Hình vẽ). Tích điện cho bong bóng đến điện tích . Màng bong bóng xà phòng coi là một vật dẫn, điện tích phân bố đều trên bề mặt.

**1.** Trong trạng thái cân bằng tĩnh điện, hãy xác định cường độ điện trường trên bề mặt của màng bong bóng. So sánh với cường độ điện trường do mặt phẳng vô hạn tích điện đều gây ra và giải thích kết quả thu được.

**2.** Chứng minh rằng một diện tích  bất kỳ của mặt ngoài màng bong bóng sẽ chịu tác dụng của lực tĩnh điện  do các điện tích trên diện tích còn lại gây ra, với  là véc tơ đơn vị pháp tuyến ngoài của  còn R là bán kính của màng.

**3.** Xác định bán kính R0 của bong bóng ở trạng thái cân bằng.

**4.** Tính chu kì dao động nhỏ của bong bóng nếu khi dao động, bán kính thay đổi một lượng nhỏ và nó vẫn giữ nguyên dạng hình cầu.

**Câu II** **(5 điểm).**

Một quả cầu rỗng tích điện đều mật độ điện mặt là  bán kính là . Có thể quay quanh một trục thẳng đứng cố định qua tâm nó với tốc độ góc  không đổi.

**1.** Tính cảm ứng từ do từ trường của quả cầu rỗng gây ra tại tâm và chứng minh rằng từ trường này là đều trong toàn bộ phần rỗng quả cầu.

**2.** Một thanh nam châm hình trụ có chiều dài  rất lớn so với bán kính đáy của chính nó nhưng khi lại rất nhỏ so với bán kính quả cầu được đặt ở tâm quả cầu sao cho trục của nó trùng với trục quay của quả cầu hướng từ trường của nam châm và từ trường của quả cầu là trùng nhau, tâm của nó trùng tâm quả cầu. Biết rằng nam châm khối lượng , có thể quay tự do quanh trục đi qua tâm nam châm và vuông góc với trục quay của quả cầu. Kéo thanh khỏi vị trí ban đầu một góc bé, hãy chứng tỏ thanh dao động điều hòa và tìm tần số của dao động này. Coi rằng bỏ qua các hiện tượng cảm ứng điện từ, và vẫn không có bức xạ điện từ. Cho moment từ của nam châm có độ lớn là .

**3.** Coi rằng khi moment từ quay thì nó bức xạ điện từ dưới công suất theo hệ thức Larmor , coi rằng tốc độ góc dao động trong một chu kỳ thay đổi rất bé. Hãy tìm hàm tốc độ góc của dao động như một hàm theo thời gian biết góc lệch ban đầu so với phương thẳng đứng của nam châm là , tốc độ góc trong chu kỳ đầu tiên là , coi gần đúng là góc lệch không suy giảm theo thời gian, chỉ có tần số dao động  giảm đi thôi.

**Câu III** **(4 điểm).**

**1.** Một nguồn sáng điểm nằm bên trong một khối thủy tinh có chiết suất *nG, ở* khoảng cách y tính từ trục quang học và cách mặt phẳng một khoảng *T*. Một thấu kính phẳng - lồi làm bằng vật liệu trong suốt có chiết suất *n* được đặt gần nguồn sáng. Độ dày của thấu kính là *d*, và bán kính của bề mặt lồi của nó là *R*. Chiều rộng của khe hở không khí giữa khối thủy tinh và thấu kính là *t* (Hình 3).

*n*

1.1. Xác định độ rộng của khe hở không khí sao cho ánh sáng từ nguồn điểm tạo thành một chùm tia song song sau khi đi qua thấu kính.

1.2. Tìm độ dày lớn nhất của thấu kính *dmax* để vẫn có thể điều chỉnh được độ rộng của khe hở không khí để tạo ra một chùm sáng song song.

1.3. Tìm góc  giữa chùm tia song song và trục quang học. Nếu *d* được cho phép thay đổi một lượng nhỏ *,* và *R* được cho phép thay đổi một lượng nhỏ *,* tìm độ thay đổi góc*.*

**2.** Ở các đỉnh của một đa giác đều 17 cạnh có 17 thấu kính giống hệt nhau. Quang tâm của các thấu kính được đặt trùng với các đỉnh của hình đa giác, mặt thấu kính đặt vuông góc với cạnh liền kề nó. Các thấu kính đều có tiêu cự f = 10cm và bằng chiều dài mỗi cạnh của đa giác. Chiếu sáng một thấu kính bằng một chùm sáng song song với trục chính thì thấy một trong các tia sáng có quỹ đạo khép kín. Hãy xác định bán kính của vòng tròn nội tiếp quỹ đạo đó. Xét trong hai trường hợp; Các thấu kính đều là thấu kính hội tụ và các thấu kính đều là thấu kính phân kỳ. Cho các góc nhỏ thỏa mãn: .

**Câu IV (4 điểm).** Một hình trụ đặc, đồng chất, khối lượng M, bán kính R được đặc trên hai thanh ray song song nằm ngang. Một sợi dây dài, mảnh, nhẹ, không dãn quấn quanh hình trụ. Đầu tự do của sợi dây được luồn vào giữa hai ray và gắn vật nhỏ khối lượng m = 3M. Ban đầu các vật được giữ đứng yên, dây ở trạng thái căng và hợp với phương ngang một góc α (Hình vẽ). Trục của hình trụ vuông góc với ray. Trọng tâm của hình trụ, sợi dây và vật m nằm trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng. Thả nhẹ cho hệ chuyển động.

**1.** Để sau khi thả, hình trụ sẽ chuyển động lăn không trượt, thì hệ số ma sát μ giữa hình trụ và thanh ray phải thỏa mãn điều kiện nào? Tính gia tôc tức thời của trục hình trụ ngay tại thời điểm thả hệ khi đó.

**2.** Tồn tại một giá trị α = α0 sao cho sau khi thả hệ, hình trụ sẽ chuyển động lăn không trượt và sợi dây luôn hợp với phương ngang góc α0 không đổi. Tìm giá trị của α0 và điều kiện của μ trong trường hợp này.

**3.** Với α ≠ α0 và điều kiện trong ý 1 được thỏa mãn thì ngay sau khi thả hệ, dây treo có xu hướng quay theo chiều nào ? Hãy biện luận bài toán ?

**Câu V (3 điểm).** Để xác định mômen từ của một thỏi nam châm (bậc 10Am2), người ta khảo sát dao động của thỏi nam châm treo nằm ngang trong từ trường.

Cho các dụng cụ, thiết bị sau:

- Một thỏi nam châm hình trụ bán kính r, dài , khối lượng m;

- Sợi dây nhẹ đủ dài, mềm, không dãn, không đàn hồi;

- Một đồng hồ vạn năng hiện số;

- Một đồng hồ đo thời gian;

- Một khung dây hình trụ tròn đã biết trục đối xứng hình học vuông góc với thiết diện ngang của khung. Khung gồm nhiều vòng, bán kính trung bình R (R rất lớn so với  và r);

- Một nguồn điện một chiều 9V;

- Biến trở, đảo mạch, dây nối;

- Các giá đỡ, giá treo để bố trí các dụng cụ thí nghiệm;

- Thước dài, thước kẹp.

 Thành phần nằm ngang của từ trường Trái Đất tại nơi làm thí nghiệm có độ lớn BTĐ≈ 0,35.10−4T và phương chiều đã biết.

Yêu cầu:

**1**. Xây dựng sơ đồ thí nghiệm để xác định mômen từ của thỏi nam châm.

**2**. Xây dựng cơ sở lí thuyết và các phương trình cần thiết.

**3**. Dẫn ra biểu thức xác định mômen từ của thỏi nam châm.

**4**. Nêu nguyên nhân gây sai số.

**…………………..HẾT………………………**

* *Thí sinh không được sử dụng tài liệu.*
* *Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.*

**KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI CÁC TRƯỜNG THPT CHUYÊN**

**KHU VỰC DUYÊN HẢI VÀ ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ**

**LẦN THỨ XIV, NĂM 2023**

**HƯỚNG DẪN CHẤM ĐỀ THI GIỚI THIỆU MÔN: VẬT LÍ - LỚP 11**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Câu** | **Nội dung**  | **Thang điểm** |
| **Câu I** **(4 điểm).** |
|  | a. Dùng Định lý O-G tìm được hay Viết biểu thức cường độ điện trường do mặt phẳng vô hạn tích điện đều gây ra . Từ đó *Nhận xét:*  - Mặt phẳng vô hạn tích điện đều gây ra điện trường ở hai phía của bề mặt. Gọi  là cường độ điện trường do diện tích dS và (S – dS) gây ra tại vị trí dS thì Vì bên trong vật dẫn thì Bên ngoài vật dẫn - Như vậy các điện tích trên diện tích còn lại (S- dS) đã tạo ra một điện trường có giá trị  làm triệt tiêu điện trường của dS gây ra bên trong màng nhưng là cho điện trường bên ngoài màng tăng một lượng . b. Theo trên các điện tích trên diện tích còn lại (S- dS) đã tạo ra một điện trường có giá trị  tại vị trí dS và tác dụng lên dS một lực-Trước hết ta có nhận xét lực  hướng theo phương pháp tuyến với bề mặt màng nên có xu hướng đẩy dS ra xa khỏi mặt màng. Như vậy có thể xem như mặt màng tích điện luôn chịu một áp suất hiệu dụng .c. Từ điều kiện cân bằng áp suất cho Peff = P­c (áp suất phụ gây bởi mặt cong) d. Khi bán kính màng là , lực tổng hợp tác dụng diện tích dS của màng: .  Phương trình ĐLH viết cho phần tử diện tích dS, có khối lượng : . Màng dao động với chu kì  | 0,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,25 |
|  | **Câu II** **(5 điểm).** |  |
|  | 1. Chia quả cầu thành các đới cầu mỏng, diện tích  (vành màu đen đậm), , tích điện , gây một dòng hình tròn:, Ta biết rằng cảm ứng từ do một dòng hình tròn gây tại 1 điểm trên trục cách tâm nó khoảng z là:.Trong trường hợp này, dòng hình tròn dI bán kính  cách O khoảng  gây tại  một cảm ứng từ:..Cảm ứng từ do dòng  tại cực Bắc quả cầu:..Chọn vòng Ampere vi phân chữ nhật thuộc mặt phẳng thẳng đứng chiều rộng ở tọa độ 0 và cách tâm một khoảng , chiều cao giới nội trong vị trínhư hình vẽ.Từ trường tại tâm ta tính ở trên là theo trục  nên ta kí hiệu là . Từ trường vuông góc với trục  nếu có sẽ là . Xét định lí Ampere trên vòng này ta có.Thu được .Co ngắn chiều dài  lại cực bé ta có:Do đó toàn bộ  đều bằng . Làm tương tự với phương vuông góc với  cũng chứng minh được  ở mọi vị trí trong quả cầu nên từ trường bên trong quả cầu là đều luôn hướng theo phương z và có độ lớn là .2, Khi đặt một nam châm có moment từ  trong từ trường đều của quả cầu và hướng của lưỡng cực lệch một góc  nhỏ so với từ trường thì nó chịu một moment lực là:Độ lớn.Hay nam châm dao động với tần số góc là .3. Khi momen lưỡng cực quay, nó có hai thành phần:Do đó năng suất phát xạ trung bình trong một chu kỳ là:,Động năng cực đại của nam châm trong một chu kỳ là:,Khi nam châm dao động phần năng lượng mất đi dùng để phát xạ điện từ, bảo toàn năng lượng cho:.Hay . | 0,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,25 0,250,25 0,250,250,250,250,250,25 |
| **Câu III (4 điểm).** |
|  | Công thức tổng quát cho sự tạo ảnh bởi lưỡng chất cầu (1)1. Đầu tiên, ta xét mặt phẳng ảnh: *so = t (t* là khoảng cách từ nguồn sáng tới mặt phẳng) Xét nguồn sáng đó ở phía sau tấm kính có độ dày là *T* (không thể hiện trên hình vẽ), khi đó *S0=t + T/nG,* với *nG* là chiết suất của thủy tinh, *R* là bán kính mặt phẳng rộng vô hạn, sử dụng công thức (1) với *n1=*1*,n2 = n* (chiết suất của không khí và của thấu kính), khoảng cách *S*1 *= -n(t + T/nG),* ở bên trái của mặt phẳng. Đây là mặt phẳng ảnh ở phía bên phải của mặt cầu, khoảng cách tới mặt cầu *n(t + T / nG) + d.*

Xét ảnh của vật qua mặt cầu , , *R* là âm, sử dụng công thức (1) được:Suy ra: Nếu *R* là không đổi, độ dày lớn nhất là Nếu độ dày của thấu kính nhỏ hơn giá trị này thì chiều rộng của khe hở không khí giữa khối thủy tinh và thấu kính là t có thể được điều chỉnh để vật sáng nằm trên mặt phẳng tiêu, lớn hơn giá trị này thì không thể nằm trên mặt phẳng tiêu.\*Góc lóNếu ảnh của A là mặt phẳng A’, ánh sáng phát ra từ A’ đi qua tâm O của hình cầu không bị khúc xạ. Từ các mối quan hệ hình học ta được\*Sai số đó có nguyên nhân là sự biến đổi của *t* và *R,* sau khi lấy vi phân phương trình (3) | 0,250,250,250,250,250,250,250,25 |
|  | Xét tia sáng AB đi song song với một cạnh của đa giác. Để được quỹ đạo khép kín, sau khi khúc xạ qua thấu kính, tia sáng phải đi song song với cạnh tiếp theo của đa giác. Để đạt được điều này, tia sáng phải bị lệch một góc  .(1) Vì tia sáng song song với trục chính của thấu kính, sau khi khúc xạ tia sáng đi qua tiêu điểm F’. Điều kiện này thỏa mãn khi tia sáng dịch chuyển trong khoảng cách trục chính đoạn:   (2)Dễ thấy, tia sáng này truyền dọc theo cạnh của hình đa giác 17 cạnh có chiều dài bằng đoạn AB, hay   (3)Bán kính của đường tròn nội tiếp đa giác này được xác định:   (4)Đối với thấu kính phân kỳ, cách giải tương tự nhau nhưng chỉ nên xét tia sáng đến thấu kính tại điểm nằm dưới trục chínhTrong trường hợp này, chiều dài của hình đa giác 17 cạnh tạo bởi quỹ đạo của tia sáng là:  (5)Khi đó, bán kính của hình tròn nội tiếp được xác định:   (6) | 0,250,250,250,250,250,250,250,25 |
|  | **Câu IV** **(4 điểm).** |  |
|  | 1. Áp dụng định luật II Niu tơn cho M trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất và cho m trong hệ quy chiếu gắn với M, ta được:   Khi trụ lăn không trượt, ta lại có: Từ đó ta có: =>  Vì dây không dãn và ban đầu vận tốc của M và m đều bằng 0, nên:-a’x. cosα – a’ysinα = γR = aM =>  =>  =>  (1)Mặt khác, vì trụ lăn không trượt, nên: (2)Từ (1) và (2) ta có: Hay  Vậy để trụ lăn không trượt ngay sau khi thả hệ ta cần có Khi đó gia tốc của trục hình trụ:  Hay  2. Dây treo hợp với phương nằm ngang góc α0 không đổi nếu: Mà   =>  Khi đó:  3. Tại thời điểm t = 0, trụ và vật nặng đều có vận tốc bằng 0 nên gia tốc góc của dây là: =>  => γd > 0 ⬄ cosα >  = cosα0 ⬄ α < α0 < 600Do đó, nếu α < α0 thì dây quay ngược chiều kim đồng hồ (chiều làm tăng α), còn nếu α > α0 thì dây quay cùng chiều kim đồng hồ (chiều làm giảm α). Như vậy, ban đầu dây có xu hướng tiến về vị trí hợp với phương ngang góc α = α0 = 600. | 0,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,250,25 |
| **Câu V** **(3 điểm).** |
|  | a) Bố trí thí nghiệm như hình vẽ:Nam châmGiá đỡRIICố định vị trí đặt khung dây (thẳng đứng) và vị trí treo nam châm trên trục của khung dây.b) Từ trường tại vị trí treo nam châm gồm:  với , có thể viết dưới dạng   trong đó A là hằng số phụ thuộc vào vị trí, số vòng dây và bán kính R, I là dòng điện chạy qua khung.Chọn phương ta có Phương trình dao động  hay  Chu kì do động  từ đó:x = Iy(1/T2)bβ tanβ = a  Đặt x = I (cường độ dòng điện) và ta có y = ax + btrong đó  Đồ thị có dạng như hình vẽ bên:c) Mô men từ của thỏi nam châm ; các hệ số a và b có thể được xác định bằng phương pháp đồ thị hoặc phương pháp bình phương tối thiểu.\* Biểu thức mô men quán tính IqtMô men quán tính đối với trục ox:  . Chú ý ta có Iy=Iz.Chia thành các đĩa mỏng và dùng định lí Huyghen-Steiner tính mô men quán tính của đĩa mỏng đối với trục oz và oyxzyO*l*d*l*d) Nguyên nhân gây sai số- Tùy theo độ lớn của Iqt. Nếu Iqt lớn, dao động không rõ rệt ⇒ cần hỗ trợ Bd­ khung dây (tăng dòng)...- Từ trường TĐ không đồng nhất trong khu vực đo. |  0,5 0,50,50,5 0,50,5 |

 ***Ghi chú*:** Học sinh làm cách khác mà đúng vẫn cho điểm tối đa