

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn thi: **VẬT LÝ**Thời gian: **180** phút (không kể thời gian giao đề)

Đề thi gồm 03 trang

Ngày thi thứ nhất: **17/4/2010****CÂU I (3,5 điểm)**

Một trạm vũ trụ chuyển động với tốc độ u trên một quỹ đạo hình tròn bán kính R quanh Trái Đất. Khi đi qua điểm C trên trục Oy của hệ trục tọa độ Oxy gắn cố định với Trái Đất, trạm vũ trụ phóng ra một máy thăm dò. Lúc phóng ra, máy thăm dò được truyền thêm vận tốc $\vec{V}$ theo phương Oy , sau đó trạm vũ trụ vẫn chuyển động tròn đều với tốc độ u (Hình 1). Gọi góc hợp bởi tia Oy và tia nhìn từ tâm Trái Đất qua vật thể cần quan sát là góc nhìn.

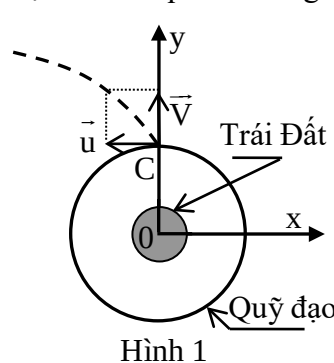
1. Chứng minh rằng nếu góc nhìn máy thăm dò bằng góc nhìn trạm vũ trụ thì các vectơ vận tốc của chúng lại khác nhau một lượng là $\vec{V}$ như lúc phóng.

2. Khi góc nhìn máy thăm dò là α thì máy thăm dò cách tâm Trái Đất là bao nhiêu?

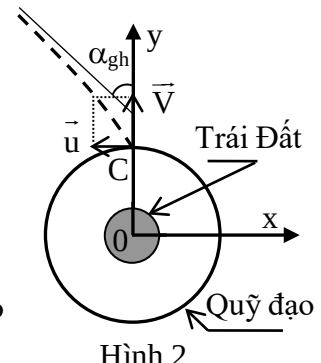
3. Tốc độ V phải thỏa mãn điều kiện nào thì quỹ đạo của máy thăm dò sẽ là kín (quỹ đạo elip)?

4. Trong trường hợp quỹ đạo không kín, hãy tìm góc giới hạn α_{gh} hợp bởi vectơ vận tốc của máy thăm dò và tia Oy khi máy thăm dò ra xa vô cùng (Hình 2).

5. Trong trường hợp quỹ đạo kín (quỹ đạo elip), hãy tìm bán trục lớn và bán trục nhỏ của quỹ đạo máy thăm dò.



Hình 1



Hình 2

CÂU II (3 điểm)

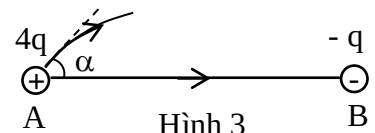
Hai quả cầu nhỏ có khối lượng bằng nhau, mang điện tích lần lượt là $4q$ và $-q$ ($q > 0$) được đặt tại các điểm A, B trong chân không (Hình 3).

1. Xét một đường sức đi ra từ A . Gọi góc hợp bởi tiếp tuyến của đường sức này (tại A) và đường thẳng nối hai điện tích là α . Để đường sức này đi tới B thì α phải thỏa mãn điều kiện nào?

2. Gọi τ là khoảng thời gian tính từ thời điểm thả đồng thời hai quả cầu cách nhau một đoạn r_0 với vận tốc ban đầu bằng 0 đến thời điểm khoảng cách giữa hai quả cầu là $r_0/3$. Bỏ qua lực hấp dẫn tác dụng lên các quả cầu.

a. Cho $AB = r_0$. Nếu giữ cố định một quả cầu còn quả kia được thả cho chuyển động tự do với vận tốc ban đầu bằng 0 thì sau thời gian τ_1 bằng bao nhiêu (tính theo τ) để khoảng cách giữa hai quả cầu là $r_0/3$?

b. Cho $AB = 2r_0$. Nếu thả đồng thời hai quả cầu với vận tốc ban đầu bằng 0 thì sau thời gian τ_2 bằng bao nhiêu (tính theo τ) để khoảng cách giữa hai quả cầu là $2r_0/3$?

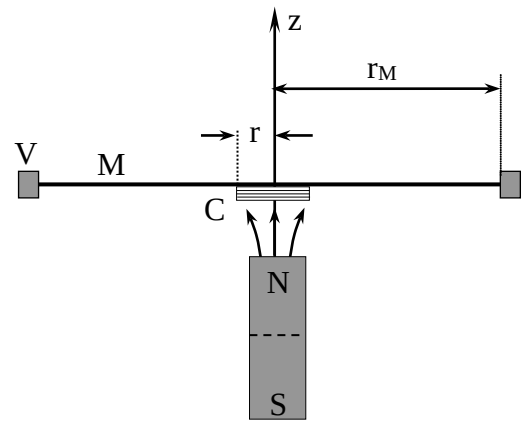


Hình 3

CÂU III (3,5 điểm)

Một màng đàn hồi M mỏng, hình tròn, không nhiễm từ được kẹp chặt nằm ngang bằng một vành tròn kim loại V có bán kính trong $r_M = 10$ cm. Giữa màng M có gắn một ống dây dẫn dẹt C có $N = 100$ vòng, bán kính $r = 1$ cm (Hình 4). Ống dây có khối lượng $m = 60$ g, điện trở $R = 4 \Omega$ và độ tự cảm nhỏ không đáng kể. Một nam châm vĩnh cửu đặt thẳng đứng tạo ra ở vùng ống dây dao động một từ trường $\vec{B}$ đối xứng trục có trục đối xứng trùng với trục Oz của ống dây (góc

0 tại vị trí cân bằng của ống dây). Thành phần $\vec{B}_z$ trên trục của $\vec{B}$ có độ lớn phụ thuộc tọa độ z theo hệ thức $B_z = B_0(1 - \alpha z)$ với $B_0 = 0,8 \text{ T}$, $\alpha = 100 \text{ m}^{-1}$. Hệ ống dây và màng M có thể dao động với tần số riêng $f_0 = 30 \text{ Hz}$. Khi dao động, hệ chịu tác dụng của lực cản $\vec{F}_c$ có cường độ tỉ lệ thuận với tốc độ tức thời v của ống dây: $F_c = \frac{2\gamma p_0 S}{v_a} v$, trong đó $\gamma = \frac{7}{5}$ là chỉ số đoạn nhiệt, $p_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ là áp suất khí quyển, $S = \pi r_M^2$ là diện tích dao động của màng M , $v_a = 333 \text{ m/s}$ là tốc độ âm trong không khí.



Hình 4

1. Tìm thành phần B_r của từ trường $\vec{B}$ theo phương vuông góc với trục Oz tại các điểm cách trục Oz một khoảng r trong vùng ống dây dao động, coi B_r không phụ thuộc vào z trong vùng này. Từ đó suy ra lực từ tác dụng lên ống dây khi cho dòng điện không đổi cường độ $0,15 \text{ A}$ chạy trong ống dây.
2. Đặt vào ống dây điện áp $e = E_0 \cos \omega t$ với $E_0 = 1 \text{ V}$, ống dây dao động với biên độ nhỏ.
 - a. Tìm biên độ dao động ổn định A của ống dây theo ω .
 - b. Thay đổi ω thì hiện tượng cộng hưởng có thể xảy ra không? Phác họa đường biểu diễn sự phụ thuộc của A vào ω .
 - c. Viết biểu thức biểu diễn li độ dao động z của ống dây theo thời gian ứng với tần số góc $\omega = 2\pi f_0$ khi dao động đã ổn định.

CÂU IV (3 điểm)

Người ta thu quang phổ nhiễu xạ nhờ một cách tử truyền qua và một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 74 \text{ cm}$. Màn ảnh đặt ở tiêu diện ảnh của thấu kính. Các chùm sáng song song của hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 6912 \text{ Å}$ và $\lambda' = 6939 \text{ Å}$ được chiếu vuông góc vào mặt phẳng của cách tử. Quang trục của thấu kính đặt nghiêng so với pháp tuyến của mặt phẳng của cách tử sao cho trên màn có cực đại chính bậc 3 của ánh sáng bước sóng λ nằm ở tiêu điểm ảnh của thấu kính. Vạch cực đại chính bậc 3 của ánh sáng bước sóng λ' cách tiêu điểm ảnh của thấu kính $\Delta x = 3 \text{ mm}$.

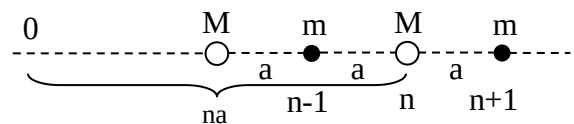
Hãy xác định:

1. Hằng số cách tử và góc tạo bởi trục chính của thấu kính so với pháp tuyến của cách tử.
2. Khoảng cách giữa hai vạch cực đại chính bậc 4 ứng với hai ánh sáng đơn sắc nói trên.
3. Thay cách tử nói trên bằng một cách tử khác nhưng đặt vuông góc với trục chính của thấu kính. Các chùm sáng đơn sắc song song của hai ánh sáng đơn sắc nói trên chiếu vuông góc vào mặt phẳng cách tử. Người ta thấy hai vạch cực đại chính bậc 2 của hai ánh sáng đơn sắc nói trên cách nhau $1,5 \text{ mm}$. Tìm hằng số cách tử của cách tử này.

CÂU V (4 điểm)

Biết rằng do chuyển động nhiệt, các nguyên tử (hoặc ion) trong vật rắn kết tinh sẽ dao động xung quanh các vị trí cân bằng tại các nút mạng. Khi một nguyên tử dao động, nó sẽ kéo các nguyên tử khác cũng dao động theo. Kết quả là trong mạng tinh thể sẽ có một sóng lan truyền, sóng này thường được gọi là sóng đàn hồi.

Trong bài toán này, ta xét mạng tinh thể một chiều gồm hai loại nguyên tử có khối lượng tương ứng là m và $M = 3m$, đặt xen kẽ cách đều nhau một khoảng cách bằng a (Hình 5).



Hình 5

Lấy một nguyên tử làm gốc tọa độ. Xét các

nguyên tử thứ $n - 1, n, n + 1, \dots$ có khối lượng và vị trí như hình vẽ. Giả sử nguyên tử thứ n lệch khỏi nút mạng một đoạn x_n ($|x_n| \ll a$) dọc theo đường thẳng mạng thì các nguyên tử lân cận sẽ dịch chuyển theo. Khi đó, do tương tác với nhau giữa các nguyên tử trong chuỗi xuất hiện lực kéo nguyên tử này trở về vị trí cân bằng. Coi các lực này là lực đàn hồi có độ lớn tỉ lệ với độ biến thiên khoảng cách giữa các nguyên tử với hệ số tỉ lệ α (α phụ thuộc vào tính chất của mạng tinh thể).

Do lực tương tác giữa hai nguyên tử giảm rất nhanh theo khoảng cách nên ta chỉ xét tương tác giữa hai nguyên tử liền kề, bỏ qua các tương tác khác.

1. Thiết lập hệ phương trình vi phân mô tả chuyển động của các nguyên tử trong mạng tinh thể.

2. Nghiệm của hệ phương trình có thể tìm dưới dạng sóng chạy $x_n = A_n \sin(naq) \cos(\omega t + \varphi)$, trong đó ω là tần số dao động mạng, A_n là biên độ dao động của nguyên tử thứ n (các nguyên tử cùng loại có biên độ dao động giống nhau), $q = \frac{2\pi}{\lambda}$ là số sóng, λ là bước sóng, φ là hằng số. Tìm sự phụ thuộc của ω vào q (hệ thức tán sắc). *Chú ý: nghiệm của hệ phương trình còn có thể tìm dưới dạng phức $x_n = A_n e^{i(nqa - \omega t)}$.*

3. Gọi vùng Brillouin thứ nhất (của mạng tinh thể này) là miền $-\frac{\pi}{2a} \leq q \leq \frac{\pi}{2a}$. Chứng tỏ rằng các giá trị q sai khác nhau bội giá trị $G = \frac{\pi}{a}$ đều tương ứng với cùng một giá trị ω , vì vậy khi nghiên cứu hệ thức tán sắc chỉ cần xét các giá trị q trong vùng Brillouin thứ nhất. Tìm các giá trị ω ở lân cận giá trị $q = 0$ (tâm vùng Brillouin thứ nhất) và ω tại giá trị $q = \pm \frac{\pi}{2a}$ (biên vùng Brillouin thứ nhất).

4. Phác họa đồ thị $\omega = \omega(q)$.

5. Hãy chứng minh rằng ở trong vùng Brillouin thứ nhất của mạng tinh thể tồn tại một miền cấm, các tần số sóng ứng với các giá trị nằm trong miền đó không được truyền đi trong tinh thể mà bị hấp thụ mạnh.

CÂU VI (3 điểm)

1. Một cách đơn giản ta coi mô hình của một phân tử gồm hai nguyên tử là hệ hai quả cầu nhỏ khối lượng tương ứng là M và m nối với nhau bằng một lò xo nhẹ. Biết hệ dao động điều hòa với tần số riêng là ω .

Dùng hệ thức bất định để ước lượng kích thước và năng lượng của phân tử nói trên ở trạng thái có năng lượng thấp nhất.

2. Hai hạt giống nhau chuyển động lại gần nhau trên một đường thẳng. Trong hệ quy chiếu gắn với khối tâm của chúng, động năng của mỗi hạt là $K = \alpha E_0$ với α là một số dương, E_0 là năng lượng nghỉ của hạt. Hỏi trong hệ quy chiếu gắn với một hạt thì hạt kia có động năng bằng bao nhiêu?

-----HẾT-----

- *Thí sinh không được sử dụng tài liệu.*
- *Giám thị không giải thích gì thêm.*