

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn thi: **VẬT LÝ**Thời gian: **240** phút (không kể thời gian giao đề)Ngày thi thứ hai: **17/4/2012**

Đề thi gồm 03 trang

CÂU I (3,5 điểm)

Một hình trụ rỗng bán kính R , mặt trong nhám, được giữ thẳng đứng. Một đĩa mỏng đồng chất khối lượng m , bán kính r ($r < R$), lăn không trượt ở mặt trong của hình trụ sao cho tiếp điểm của nó với hình trụ luôn nằm trên một mặt phẳng nằm ngang. Gọi μ là hệ số ma sát nghỉ giữa đĩa và hình trụ, θ là góc nghiêng của đĩa so với phương thẳng đứng. Cho gia tốc trọng trường là g , bỏ qua ma sát lăn và lực cản môi trường.

1. Giả sử đĩa lăn đều, không trượt và luôn nghiêng một góc $\theta = \theta_0$ không đổi.

a) Tính vận tốc góc của khối tâm đĩa trong chuyển động quay quanh trục hình trụ.

b) Hỏi θ_0 phải nằm trong khoảng giá trị $[\theta_{\min}, \theta_{\max}]$ nào thì điều giả sử trên (lăn không trượt với góc nghiêng không đổi) thỏa mãn?

2. Giả sử khi đĩa đang chuyển động với góc nghiêng θ_0 nằm trong khoảng $[\theta_{\min}, \theta_{\max}]$, người ta tác động trong thời gian ngắn làm cho đĩa thay đổi góc nghiêng một giá trị nhỏ. Biết rằng trong quá trình chuyển động tiếp theo lực ma sát đủ lớn để giữ cho đĩa tiếp tục lăn không trượt.

a) Gọi momen quán tính của đĩa đối với trục quay tiếp tuyến với đĩa và nằm trong mặt phẳng của đĩa là $I = \gamma m r^2$. Tìm giá trị của γ .

b) Hãy phán đoán chuyển động tiếp theo của đĩa khi đĩa bị thay đổi góc nghiêng một giá trị nhỏ quanh góc θ_0 . Giải thích.

CÂU II (3,0 điểm)

Một máy nhiệt lí tương hoạt động theo các chu trình tuần hoàn với nguồn nóng là một khối nước có khối lượng $m_1 = 10$ kg ở nhiệt độ ban đầu $t_1 = 100^\circ\text{C}$, nguồn lạnh là một khối nước có khối lượng $m_2 = 5$ kg và ban đầu là nước đá ở nhiệt độ $t_2 = 0^\circ\text{C}$. Giả sử trong mỗi chu trình, nhiệt độ nguồn nóng và nguồn lạnh thay đổi không đáng kể. Các chu trình đều cho hiệu suất cực đại. Bỏ qua tương tác nhiệt với môi trường bên ngoài. Biết ẩn nhiệt nóng chảy của nước đá là $\lambda = 334$ kJ.kg⁻¹ và nhiệt dung riêng của nước là $c = 4,18$ kJ.kg⁻¹.K⁻¹.

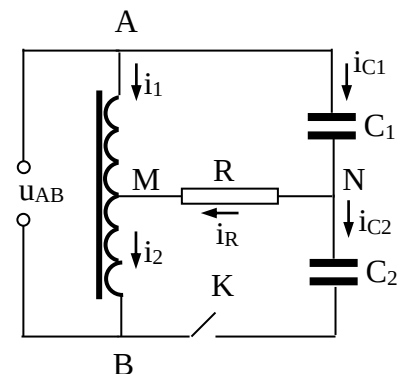
1. Xác định nhiệt độ t_3 của nguồn nóng khi khối nước đá đã tan được một nửa.

2. Xác định công lớn nhất $A_{\max}$ có thể nhận được và nhiệt độ cuối cùng t_c của nguồn nóng.

CÂU III (3,0 điểm)

Một cuộn dây có lõi sắt được mắc vào hai cực A, B của nguồn điện xoay chiều có điện áp $u_{AB} = U_0 \cos \omega t$ (U_0 và ω không đổi). Cuộn dây có độ tự cảm L và điện trở thuần không đáng kể, điện trở thuần R nối trung điểm M của cuộn dây và N (Hình 1). Biết lõi sắt có độ từ thẩm lớn và từ thông qua mỗi vòng dây trên cuộn cảm đều như nhau. Chỉ xét trường hợp khi các dòng điện trong mạch ở chế độ ổn định.

Cho biết $L\omega = \frac{4\sqrt{2}}{C_1} = 4\sqrt{2}R$. Quy ước chiều dương và ký



Hình 1

hiệu các dòng điện chạy trong mạch như trên Hình 1.

1. Khoá K mở. Tìm biểu thức cường độ dòng điện qua mỗi nửa cuộn dây và độ lệch pha giữa chúng.

2. Khoá K đóng. Biết cường độ dòng điện qua điện trở R có biên độ tăng lên $\sqrt{2}$ lần so với

khi K mở và sớm pha $\frac{\pi}{3}$ so với u_{AB} . Hãy xác định:

a) Điện áp hiệu dụng trên các tụ điện.

b) Tỉ số của các điện dung $\frac{C_2}{C_1}$.

CÂU IV (3,0 điểm)

Một thị kính gồm hai thấu kính L_1 và L_2 mỏng, phẳng - lồi, đặt đồng trục. Các thấu kính được làm bằng thủy tinh chiết suất n và có tiêu cự tương ứng là f_1 và f_2 (đối với ánh sáng có bước sóng λ), đặt cách nhau một khoảng là e không đổi ($e < f_1$). Thấu kính L_1 ở phía trước gọi là kính trường và thấu kính L_2 ở phía sau gọi là kính mắt. Giả thiết rằng điều kiện tương điểm hoàn toàn được thỏa mãn.

1. Chiếu vào thị kính một chùm sáng đơn sắc bước sóng λ song song với trục chính của thị kính. Biết chùm tia ló ra khỏi kính mắt hội tụ tại điểm F. Chứng minh rằng mỗi tia ló ra khỏi kính mắt đều có đường kéo dài cắt đường kéo dài của tia tới tương ứng với nó tại một điểm nằm trên một mặt phẳng cố định vuông góc với trục chính tại H. Xác định khoảng cách $f = HF$ từ mặt phẳng này tới F.

2. Gọi f_{01} , f_{02} là tiêu cự của các thấu kính ứng với ánh sáng có bước sóng λ_0 và thấu kính có chiết suất tương ứng là n_0 .

a) Tìm điều kiện về khoảng cách e giữa hai thấu kính ($e = e_0$) để f tính ở ý 1 hầu như không thay đổi khi chiết suất n của thấu kính thay đổi một lượng nhỏ quanh giá trị n_0 .

b) Giả thiết chiết suất n của chất làm các thấu kính phụ thuộc vào bước sóng λ theo quy luật $n = a + \frac{b}{\lambda^2}$ (a, b là các hằng số dương; $a > 1$) và khoảng cách giữa hai kính là ke_0 (e_0 tính ở

ý 2a, k là hằng số dương). Tìm độ biến thiên ΔD (với $D = \frac{1}{f}$) theo độ biến thiên $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ của bước sóng. Coi $\Delta\lambda \ll \lambda_0$.

CÂU V (3,5 điểm)

Xiclotrôn là máy gia tốc hạt tích điện có cấu tạo gồm hai hộp rỗng có dạng trụ nửa hình tròn gọi là các D, đặt cách nhau một khoảng rất nhỏ (khe). Máy được đặt trong một buồng đã hút hết không khí. Các D được nối với nguồn điện có điện áp u biên độ không đổi nhưng dấu thay đổi một cách tuần hoàn theo thời gian với tần số f_0 . Một nam châm điện mạnh tạo ra một từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với mặt các D.

Một hạt prôtôn có khối lượng nghỉ m_0 , mang điện tích e phát ra giữa hai thành khe, được gia tốc bởi máy xiclotrôn đến va đập vào bia như trên Hình 2.

1. Khi hạt có tốc độ nhỏ, để đảm bảo sự đồng bộ (hạt luôn được điện trường tăng tốc khi đi qua khe) thì cảm ứng từ trong các D cần có trị số B_0 là bao nhiêu?

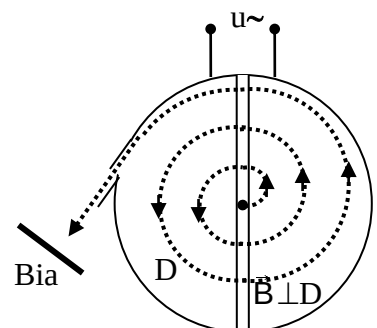
2. Khi hạt có tốc độ lớn mà tần số dòng xoay chiều và cảm ứng từ B không đổi thì xuất hiện sự không đồng bộ cản trở sự tăng năng lượng của hạt. Để thực hiện sự đồng bộ, có thể có hai cách sau:

a) Thay đổi tần số f của điện áp u , giữ nguyên biên độ điện áp và cảm ứng từ $B = B_0$. Chọn $t = 0$ là thời điểm hạt chuyển động với tần số f_1 . Tìm quy luật thay đổi của f theo thời gian t để đảm bảo sự đồng bộ và sau mỗi vòng chuyển động năng lượng của hạt tăng thêm một lượng không đổi là ΔE .

b) Thay đổi cảm ứng từ để tần số chuyển động của hạt luôn là f_0 không đổi. Hãy:

- Tìm quy luật thay đổi cảm ứng từ B theo động năng W của hạt.

- Tìm quy luật thay đổi bán kính quỹ đạo của hạt theo cảm ứng từ B .



Hình 2

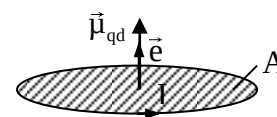
CÂU VI (4,0 điểm)

Trong mẫu nguyên tử Bohr, khi electron chuyển động quanh hạt nhân trên quỹ đạo dừng thứ n thì momen động lượng của nó bằng một số nguyên lần hằng số Planck rút gọn $L_n = n\hbar$. Mẫu nguyên tử Bohr đã cơ bản giải thích được cấu trúc quang phổ vạch của hiđrô. Tuy nhiên khi sử dụng máy quang phổ hiện đại người ta nhận thấy thực tế mỗi vạch trên lại bao gồm 2 vạch nằm sát nhau và quang phổ như vậy gọi là quang phổ có cấu trúc tế vi. Nguyên nhân của sự tách vạch này là do electron không chỉ chuyển động trên quỹ đạo quanh hạt nhân mà còn chuyển động tự quay quanh trục qua tâm của nó với momen động lượng tự quay $\vec{S}$ gọi là spin và chuyển động tự quay này sinh ra momen từ gọi là momen từ spin. Tùy thuộc vào định hướng của spin và chuyển động quỹ đạo của electron, năng lượng của electron có thể tăng hoặc giảm một chút so với khi không tính đến spin. Trong bài toán này ta sẽ nghiên cứu sự tách vạch quang phổ được mô tả ở trên do tương tác spin-quỹ đạo gây ra bằng mô hình giả định bán cổ điển khi coi electron như một quả cầu đặc tích điện đều có điện tích e , khối lượng m quay đều xung quanh một trục đối xứng của nó.

1. Biết momen động lượng ứng với chuyển động tự quay của electron có độ lớn $S = s\hbar$ ($s = 1/2$). Hãy tính momen từ spin của electron do sự tự quay gây nên. Nhận xét về kết quả thu được so với momen từ spin của electron thực tế là $\mu_s = 2s\mu_B$ với $\mu_B = \frac{e\hbar}{2m}$

là manheton Bohr.

Cho biết momen từ của một dòng điện tròn có cường độ I chạy quanh một mặt có diện tích A là $\vec{\mu}_{qd} = I.A.\vec{e}$ ($\vec{e}$ là vector pháp tuyến mặt của A)



Hình 3

(Hình 3).

2. Khảo sát electron đang chuyển động trên quỹ đạo thứ n trong nguyên tử hiđrô. Xét trong hệ quy chiếu gắn với khối tâm của electron, hạt nhân mang điện tích chuyển động và sinh ra từ trường. Spin của electron bị lượng tử hoá, hình chiếu của nó lên phương từ trường chỉ có thể nhận một trong hai giá trị $\pm s\hbar$, với $s = 1/2$. Tính năng lượng tương tác của từ trường hạt nhân và

momen từ spin của electron qua n , s , hằng số tế vi $\alpha = \frac{e^2}{4\pi\hbar} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$ và hằng số Rydberg

$$R_y = \frac{mk^2e^4}{2\hbar^2} \quad (k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}; \epsilon_0 \text{ là hằng số điện; } \mu_0 \text{ là độ từ thẩm của chân không}).$$

Cho biết: - Momen từ spin của electron là $\mu_s = 2s\mu_B$.

- Năng lượng tương tác giữa momen từ $\vec{M}$ và từ trường $\vec{B}$ là $U = -\vec{M}.\vec{B}$.

3. Khi chuyển từ hệ quy chiếu gắn với electron ở trên về hệ quy chiếu phòng thí nghiệm, do hiệu ứng tương đối tính Thomas, năng lượng tương tác vừa tính ở ý 2 giảm đi một nửa giá trị. Hãy tính hiệu bước sóng của hai vạch kép khi electron chuyển từ trạng thái kích thích ứng với $n = 2$ về trạng thái cơ bản (trạng thái có năng lượng thấp nhất).

4. Các vạch sáng trong quang phổ của nguyên tử hiđrô có độ rộng. Điều này có thể giải thích là do các mức năng lượng có tính bất định (bất định Heisenberg) và do chuyển động nhiệt của các nguyên tử. Bỏ qua sự bất định Heisenberg, bỏ qua tương tác spin-quỹ đạo, hãy đánh giá bề rộng của vạch phổ do electron chuyển từ trạng thái kích thích ứng với quỹ đạo n về trạng thái cơ bản gây nên. Cho biết nguyên tử hiđrô nằm trong môi trường có nhiệt độ T .

HẾT

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