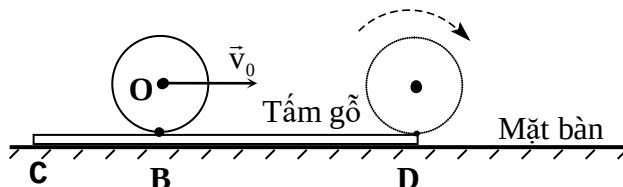


ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Đề thi gồm 04 trang

Môn thi: **VẬT LÝ**Thời gian: **240** phút (không kể thời gian giao đề)Ngày thi thứ hai: **26/03/2014****CÂU I (3,5 điểm)**

Một vật hình trụ đặc đồng chất bán kính R , khối lượng m chuyển động trên một tấm gỗ đủ mỏng CD đang đứng yên. Tại một thời điểm nào đó, vật chuyển động qua điểm B ($BD = l$) với vận tốc tịnh tiến $\vec{v}_0$ hướng về phía D và không quay. Đúng lúc đó, người ta kéo tấm gỗ trên mặt bàn nằm ngang theo hướng DC với gia tốc xác định a nào đó sao cho vật lăn có trượt về phía D và rơi xuống mặt bàn (Hình 1). Hệ số ma sát giữa vật và tấm gỗ là μ , giữa vật và mặt bàn đủ lớn.



Hình 1

1. Tìm điều kiện của a để vật luôn lăn có trượt trên đoạn BD.

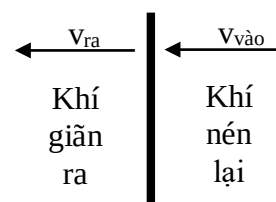
2. Cho mỗi liên hệ $v_0 = \sqrt{\frac{2\mu gl}{5}}$ và gia tốc a thỏa mãn điều kiện trong ý 1. Biện luận bài toán với các giá trị a khác nhau và mô tả các chuyển động khả dĩ của vật sau khi rơi lên mặt bàn.

CÂU II (3,0 điểm)

Hệ số nén κ của chất khí được định nghĩa bằng biểu thức $\kappa = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}$, ở đây $-dV$ là độ giảm thể tích gây bởi độ tăng áp suất dP . Hệ số này có giá trị phụ thuộc vào điều kiện nén. Xét một mol khí có áp suất P , thể tích V và nhiệt độ T tuân theo phương trình trạng thái $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)V = RT$, và nội năng tương ứng có biểu thức là $U = C_V T - \frac{a}{V}$; trong đó a là hằng số phụ thuộc vào bản chất của chất khí, R là hằng số khí, C_V là nhiệt dung mol đẳng tích mà trong bài này ta giả thiết không phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích.

1. Người ta phân biệt quá trình nén đoạn nhiệt và quá trình nén đẳng nhiệt với các hệ số nén tương ứng là κ_S và κ_T . Chứng minh rằng: $\frac{\kappa_T}{\kappa_S} = \frac{C_P}{C_V}$, với C_P là nhiệt dung mol đẳng áp.

2. Tốc độ truyền âm trong chất khí có thể tìm được dựa trên mô hình đơn giản sau. Xét một sóng truyền trong môi trường khí và giả thiết mặt đầu sóng được truyền với tốc độ v . Để thuận tiện, ta sử dụng hệ quy chiếu sao cho mặt đầu sóng đứng yên, khi đó các hạt khí trong vùng sóng chưa truyền đến sẽ chuyển động lại gần mặt đầu sóng và khí bị nén lại tại mặt đầu sóng, còn các hạt khí trong vùng sóng đã đi qua sẽ chuyển động ra xa mặt đầu sóng và khí giãn ra (Hình 2). Chứng minh



Hình 2

công thức tính tốc độ truyền sóng $v = \frac{1}{\sqrt{\kappa \rho}}$, trong đó ρ là khối lượng riêng của chất khí.

3. Áp dụng để tính tốc độ truyền âm trong khí lưỡng nguyên tử có khối lượng mol $\mu = 29$ g/mol, hằng số $a = 0,2$ Pa.m⁶/mol², ở điều kiện nhiệt độ $t = 27^\circ\text{C}$ và áp suất $P = 10^5$ Pa. Biết hằng số khí $R = 8,31$ J/(mol.K) và coi quá trình nén khí là đoạn nhiệt.

CÂU III (7,0 điểm)

1. Một dòng điện cường độ I chạy trong vòng dây dẫn tròn bán kính a . Chọn hệ tọa độ cầu như hình 3, gốc O tại tâm vòng dây. Cảm ứng từ gây ra bởi một phần tử dòng điện $Id\vec{a}$ tại điểm có bán kính vectơ $\vec{r}$ cho bởi công thức Biot-Savart $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{a} \times (\vec{r} - \vec{a})}{|\vec{r} - \vec{a}|^3}$, trong

đó μ_0 là độ từ thẩm chân không.

a) Chứng tỏ rằng từ trường do vòng dây tạo ra tại những điểm cách xa tâm vòng dây ($|\vec{r}| \gg a$) có thể biểu diễn gần đúng dưới

$$\text{dạng } \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\frac{3(\vec{M} \cdot \vec{r})\vec{r}}{r^5} - \frac{\vec{M}}{r^3} \right], \text{ trong}$$

đó $\vec{M} = \frac{1}{2} I \oint \vec{a} \times d\vec{a}$ là mômen từ của vòng dây.

b) Các đường sức từ nằm trong một mặt phẳng chứa trục Oz có phương trình dạng $r = r(\theta)$. Phân tích vectơ cảm ứng từ thành hai thành phần $\vec{B}_r$ và $\vec{B}_\theta$ (Hình 4). Viết biểu thức của B_r , B_θ và phương trình $r = r(\theta)$.

2. Coi từ trường Trái Đất giống

như ý 1. Ta sử dụng hệ tọa độ cầu mà mặt phẳng xích đạo vuông góc với mômen từ (gọi là mặt phẳng xích đạo từ, nghiêng 11° so với mặt phẳng xích đạo địa lý).

Khi các hạt mang điện bay từ vũ trụ đến Trái Đất, tùy thuộc vào hướng và độ lớn của vận tốc, chúng có thể xuyên qua, hoặc bị phản xạ bay ngược lại hoặc bị giam giữ trong từ trường này. Coi hệ quy chiếu gắn với Trái Đất là quán tính, bỏ qua chuyển động tự quay của Trái Đất và trọng trường của nó.

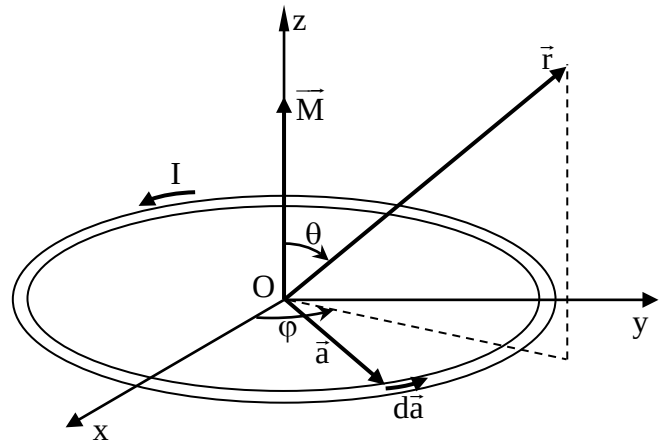
a) Chứng tỏ rằng khi một hạt khối lượng m , điện tích q chuyển động trong từ trường thì đại lượng $\sin^2 \theta \left(mr^2 \frac{d\theta}{dt} + \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{qM}{r} \right)$ được bảo toàn.

b) Xét hạt ở xa vô cùng chuyển động đến Trái Đất với vận tốc v nằm trong mặt phẳng xích đạo từ ($\theta = \pi/2$). Gọi b là khoảng cách từ tâm Trái Đất đến phương ban đầu của vận tốc. Tìm khoảng cách cực tiểu từ hạt tới tâm Trái Đất.

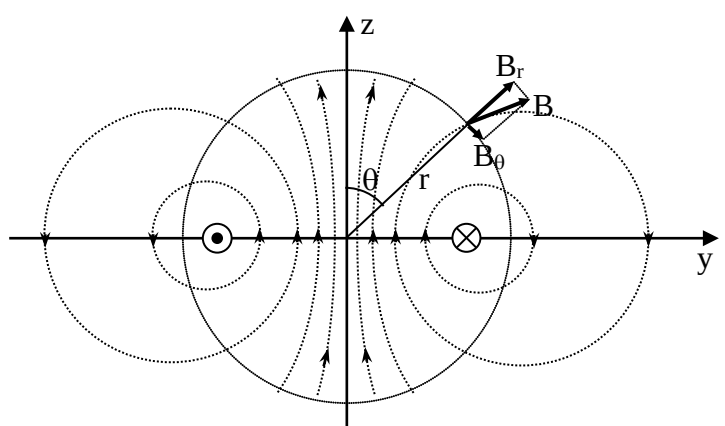
3. Nếu vận tốc ban đầu của hạt không nằm trong mặt phẳng xích đạo từ, chuyển động của nó rất phức tạp nhưng ta sẽ mô tả nó đơn giản hơn bằng một số phép gần đúng. Xét trường hợp các hạt bị giam giữ trong từ trường của Trái Đất. Chuyển động của hạt có thể phân tích thành 3 chuyển động thành phần với các chu kỳ τ_1, τ_2, τ_3 tương ứng ($\tau_3 \gg \tau_2 \gg \tau_1$).

i) Chuyển động quay trên một quỹ đạo tròn vuông góc với đường sức từ;

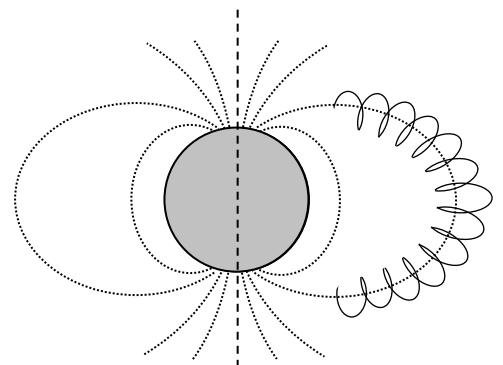
ii) Chuyển động trượt dọc theo đường sức từ;



Hình 3



Hình 4



Hình 5

(Hai chuyển động trên tạo thành chuyển động xoắn ốc trong mặt phẳng kinh tuyến cố định như trên hình 5).

iii) Chuyển động quay của mặt phẳng kinh tuyến xung quanh trục mômen từ.

a) Nếu bán kính chuyển động tròn đủ nhỏ, ta có thể coi từ trường là đều. Phân tích vận tốc $\vec{v}$ của hạt thành hai thành phần vuông góc $\vec{v}_\perp$ và song song $\vec{v}_\parallel$ với từ trường. Tìm biểu thức của bán kính và tần số góc của hạt theo $m, q, B, v_\perp$.

b) Khi tâm quay của hạt chuyển động dọc theo đường sức từ, từ trường có độ lớn thay đổi. Trong hệ quy chiếu gắn với tâm quay, từ trường biến thiên theo thời gian. Chỉ ra rằng nếu từ trường biến thiên đủ chậm thì từ thông gửi qua diện tích chắn bởi quỹ đạo quay của hạt là hằng số, từ đó suy ra mômen từ trong chuyển động tròn của hạt là hằng số.

c) Khi lại gần hai cực, từ trường mạnh lên, bán kính quay giảm, do vậy vận tốc $v_\perp$ tăng lên. Bảo toàn năng lượng đòi hỏi vận tốc trượt $v_\parallel$ giảm. Tại điểm mà $v_\parallel = 0$ thì hạt dừng trượt và sau đó trượt ngược lại, điểm này gọi là điểm gương. Tìm biểu thức xác định vị trí điểm gương theo giá trị góc α_0 là góc tạo bởi phương chuyển động của hạt và đường sức từ khi hạt chuyển động cắt mặt phẳng xích đạo từ.

d) Tìm biểu thức tính chu kỳ trượt τ_2 theo v, α_0 và khoảng cách R_0 từ hạt tới tâm Trái Đất tại mặt phẳng xích đạo.

e) Tìm chu kỳ quay τ_3 của mặt phẳng kinh tuyến xung quanh trục mômen từ.

Cho:

- Tích vectơ kép $\vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b}(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot \vec{b})$

- Phép gần đúng $\frac{1}{|\vec{r} - \vec{a}|^3} \approx \frac{1}{r^3} + \frac{3\vec{r} \cdot \vec{a}}{r^5}$ khi $r \gg a$.

- Các thành phần của vectơ vận tốc trong tọa độ cầu $(v_r, v_\theta, v_\phi) = \left(\frac{dr}{dt}, r \frac{d\theta}{dt}, r \sin \theta \frac{d\phi}{dt} \right)$.

CÂU IV (2,5 điểm)

Vào những ngày nắng to, mặt đường nhựa hấp thụ mạnh ánh sáng mặt trời nên bị nung nóng và làm nóng phần khí sát mặt đường. Kết quả là nhiệt độ của không khí thay đổi theo độ cao. Giả thiết rằng chiết suất của không khí phụ thuộc vào nhiệt độ theo biểu thức $n = 1 + \frac{a}{T}$.

Người ta tìm được mối liên hệ của T theo độ cao z tính từ mặt đường có dạng như sau:

$$z = \frac{1}{k} \left[1 - \frac{bT^2}{(T+a)^2} \right]. \text{ Trong đó } a, b \text{ và } k \text{ là các hệ số dương } (b > 1).$$

1. Một nguồn sáng điểm nằm trên mặt đường ($z = 0$) phát ánh sáng theo mọi phương. Mặt đường được coi là mặt phẳng nằm ngang. Xác định dạng đường truyền của một tia sáng phát ra từ nguồn theo phương ban đầu hợp với phương ngang một góc α_0 .

2. Xác định khoảng cách xa nhất để một người còn có thể nhìn thấy nguồn sáng, biết mắt người đó ở độ cao h so với mặt đường.

CÂU V(4,0 điểm)

Trong một ống trụ rỗng có bán kính trong là R_1 , người ta đặt đồng trục một lõi trụ đặc bán kính R_2 ($R_2 < R_1$). Bơm một dòng chất lỏng chảy trong ống. Tốc độ chảy dừng của dòng chất lỏng trong ống tại điểm cách trục ống một đoạn r được xác định bởi:

$$u(r) = -\frac{1}{4\eta} \frac{\Delta p}{\Delta x} r^2 + A \ln r + B \quad (R_2 \leq r \leq R_1),$$

và giảm dần đến 0 ở sát các thành ống do lực nội ma sát giữa các dòng chảy. Ở đây, η là hệ số nhớt của chất lỏng, $\frac{\Delta p}{\Delta x}$ là độ chênh lệch áp suất trên một đơn vị độ dài của ống, A và B là các hệ số được xác định từ các điều kiện biên.

Cho các dụng cụ sau:

- Ống có cấu tạo như trên;
- Bình đựng chất lỏng cần xác định độ nhớt;
- Áp kế nước chữ U, thước có độ chia cần thiết, nước;
- Bơm có van điều chỉnh lưu lượng;
- Van khoá và lưu lượng kế;
- Giá đỡ, dây treo và các khớp nối cần thiết,...

Hãy:

1. Xây dựng công thức liên hệ giữa hệ số nhớt η với lưu lượng Q của chất lỏng.
2. Đề xuất một phương án thí nghiệm để xác định hệ số nhớt của chất lỏng (vẽ sơ đồ thí nghiệm, nêu các bước tiến hành thí nghiệm và xử lý kết quả).

HẾT

Ghi chú:

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