

Môn: **VẬT LÝ**

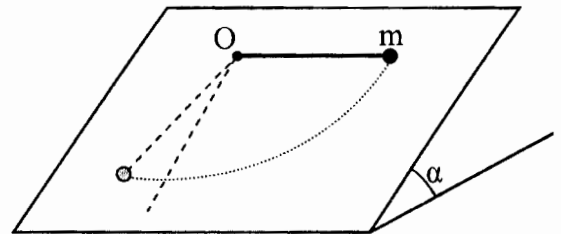
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ hai: **04/01/2014**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm)

Đặt một vật nhỏ khối lượng $m = 10\text{g}$ trên một mặt phẳng, mặt phẳng này nghiêng với mặt phẳng ngang góc $\alpha = 30^\circ$. Vật được nối vào điểm O cố định trên mặt nghiêng nhờ một dây mảnh, nhẹ, không dẫn có chiều dài $R = 40\text{cm}$. Ban đầu vật được giữ cố định trên mặt nghiêng ở vị trí dây nối nằm ngang rồi được thả nhẹ cho chuyển động (Hình 1). Vật đổi chiều chuyển động lần đầu tiên khi dây quay được góc 120° so với vị trí ban đầu. Trong suốt quá trình chuyển động dây luôn căng. Lực ma sát có phương tiếp tuyến với quỹ đạo và có chiều ngược với chiều chuyển động. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



Hình 1

1. Tính hệ số ma sát giữa vật và mặt nghiêng.
2. Tính độ lớn vận tốc cực đại và lực căng dây cực đại trong quá trình vật chuyển động.
3. Tính tổng quãng đường vật đi được từ lúc thả vật cho đến khi vật dừng lại hẳn.

Câu II (4,0 điểm)

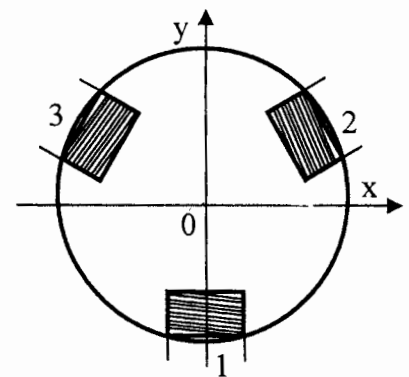
Một hỗn hợp gồm nước, hơi nước bão hòa và không khí được chứa trong một xilanh có pittông khí bằng kim loại. Ban đầu áp suất riêng phần của hơi nước bão hòa và không khí bằng nhau. Di chuyển pittông vô cùng chậm để thực hiện quá trình giãn nở đẳng nhiệt thuận nghịch hỗn hợp trên. Ở trạng thái cuối, thể tích của hơi nước và không khí tăng lên 3 lần còn áp suất của hỗn hợp hơi nước và không khí lên thành xilanh giảm 2 lần so với trạng thái ban đầu. Coi thể tích của nước ở dạng lỏng là không đáng kể, hơi nước và không khí tuân theo phương trình trạng thái khí lí tưởng.

1. Chứng minh rằng hơi nước ở trạng thái cuối là hơi khô.
2. Tính tỉ lệ khối lượng của nước và hơi nước bão hòa chứa trong xilanh lúc đầu.
3. Vẽ đồ thị áp suất của hơi nước và không khí lên thành xilanh theo thể tích khi hệ biến đổi từ trạng thái đầu đến trạng thái cuối.

Câu III (4,0 điểm)

Cho dòng điện ba pha tần số góc ω chạy vào ba cuộn dây giống hệt nhau quấn trên ba lõi sắt đặt lệch nhau 120° trên một vòng tròn, các cuộn dây sẽ trở thành các nam châm điện (Hình 2). Cảm ứng từ trong các cuộn dây biến thiên điều hoà cùng tần số với cường độ dòng điện tương ứng trong các cuộn dây. Cho biểu thức của cảm ứng từ tại tâm O của vòng tròn gây bởi ba cuộn dây tương ứng là

$$B_1 = B_0 \sin \omega t, \quad B_2 = B_0 \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right), \quad B_3 = B_0 \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right).$$



Hình 2

Ở một thời điểm bất kỳ, nếu giá trị của biểu thức cảm ứng từ tại 0 của cuộn dây nào đó dương, nghĩa là vectơ cảm ứng từ của nó hướng từ 0 ra ngoài theo phương vuông góc với mặt của cuộn dây, còn nếu giá trị của biểu thức cảm ứng từ tại 0 của cuộn dây nào đó âm, nghĩa là vectơ cảm ứng từ của nó hướng từ 0 vào trong theo phương vuông góc với mặt của cuộn dây.

1. Chứng minh rằng vectơ cảm ứng từ tổng hợp \vec{B} tại 0 có độ lớn không phụ thuộc vào thời gian. Tính giá trị này.

2. Chứng minh rằng vectơ cảm ứng từ tổng hợp \vec{B} tại 0 quay trong mặt phẳng song song với ba trục cuộn dây với vận tốc góc ω không đổi đúng bằng tần số góc của dòng điện ba pha. Nếu muốn đổi chiều quay của từ trường (đổi chiều quay của động cơ), trong kỹ thuật cần xử lý như thế nào?

3. Đặt một vòng dây nhỏ hình tròn vào trong từ trường quay sao cho tâm của vòng dây trùng với 0. Vòng dây có thể quay quanh đường kính MN. Đường kính MN vuông góc với mặt phẳng chứa ba trục cuộn dây. Vòng dây có diện tích S, điện trở R. Bỏ qua độ tự cảm của vòng dây.

a) Giữ vòng dây cố định, ở thời điểm $t = 0$ vectơ cảm ứng từ tổng hợp \vec{B} tại 0 vuông góc với mặt phẳng vòng dây. Viết biểu thức của suất điện động cảm ứng trong vòng dây và biểu thức mômen lực từ tác dụng lên vòng dây.

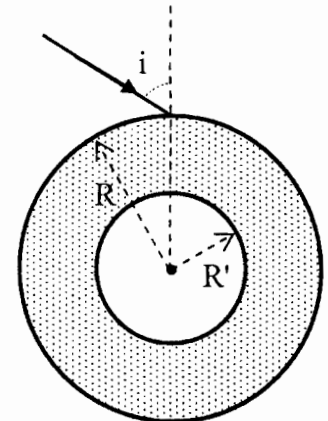
b) Thả cho vòng dây trên quay tự do quanh MN. Mô tả chuyển động của vòng dây trong từ trường này.

Câu IV (4,0 điểm)

Cho một khối thủy tinh dạng hình trụ rỗng có tiết diện thẳng như hình 3. Các giá trị bán kính ngoài và bán kính trong của khối lần lượt là R và $R' = R/2$. Chiết suất của môi trường bên ngoài và phần không khí nằm bên trong hốc trụ đều có giá trị bằng 1. Chiết suất của khối thủy tinh thay đổi theo khoảng cách r đến trục đối xứng theo quy luật

$$n_r = \sqrt{2 + \frac{R^2}{4r^2}}, \quad (R/2 \leq r \leq R).$$

Chiếu một tia sáng tới mặt ngoài của khối thủy tinh. Tia sáng này nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục đối xứng của khối và hợp với pháp tuyến tại điểm tới một góc là i .



Hình 3

1. Chứng minh rằng tại một vị trí nằm trên đường truyền tia sáng nằm cách trục một khoảng là r, góc lệch của tia sáng i_r so với phương bán kính luôn thỏa mãn hệ thức: $n_r r \sin i_r = \text{const}$.

2. Góc tới i phải thỏa mãn điều kiện nào để tia sáng tới được mặt trong của khối?

3. Góc tới i phải thỏa mãn điều kiện nào để tia sáng lọt được vào trong hốc trụ không khí?

4. Tính góc lệch giữa tia sáng tới và tia sáng ló ra khỏi khối trong các trường hợp góc tới $i = 30^\circ$ và $i = 60^\circ$.

Cho $\int \frac{dx}{x^2 + 1} = \arctan x$.

Câu V (4,0 điểm)

Để xác định mômen từ của một thỏi nam châm (bậc 10Am^2), 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 ℓ , khối lượng m ;
- Sợi dây nhẹ đủ dài, mềm, không dẫn, 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 ℓ 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 $B_{\text{TD}} \approx 0,35 \cdot 10^{-4} \text{T}$ và phương chiều đã biết.

Yêu cầu:

- a) Xây dựng sơ đồ thí nghiệm để xác định mômen từ của thỏi nam châm.
- b) Xây dựng cơ sở lý thuyết và các phương trình cần thiết.
- c) Dẫn ra biểu thức xác định mômen từ của thỏi nam châm.
- d) Nêu nguyên nhân gây sai số.

-----HẾT-----

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