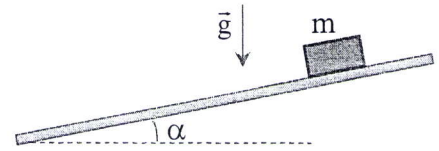


Môn: **VẬT LÝ**Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)Ngày thi thứ nhất: **05/01/2024**

(Đề thi gồm 03 trang, có 05 câu)

Câu I (4,0 điểm)

Trong công nghiệp, việc sơ tuyển quặng ra khỏi đá là khâu đầu tiên để làm giàu quặng. Máy tuyển quặng rung có thể làm công việc sơ tuyển này. Máy bao gồm hai bộ phận chính: bộ phận thứ nhất là máng, coi như một tấm ván phẳng đặt nằm nghiêng và bộ phận thứ hai là bộ phận rung cho phép máng (ván) rung theo các chế độ khác nhau.



Hình 1.

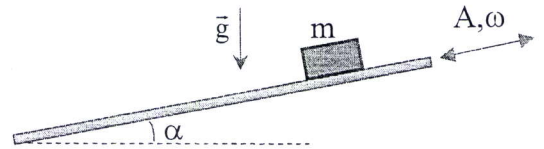
Xét một vật nhỏ khối lượng m đặt trên một ván dài, ván hợp với mặt phẳng ngang một góc α như Hình 1. Chọn trục tọa độ có phương dọc theo ván và có chiều dương hướng xuống dưới. Cho gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$. Bỏ qua lực cản không khí. Hệ số ma sát trượt giữa vật và ván là μ . Coi lực ma sát nghỉ cực đại bằng lực ma sát trượt và mọi chuyển động (nếu có) chỉ xảy ra trên mặt phẳng hình vẽ.

1. Tìm góc nghiêng cực đại $\alpha_{\max}$ của ván để vật không bị trượt trên ván.

2. Ban đầu vật đứng yên trên ván, ván nghiêng một góc cố định $\alpha < \alpha_{\max}$. Cho ván chuyển động với gia tốc $\vec{a}_0$ không đổi theo phương dọc theo ván.

a) Tìm điều kiện của $\vec{a}_0$ để vật trượt xuống so với ván.

b) Tìm điều kiện của $\vec{a}_0$ để vật trượt lên so với ván.



Hình 2.

Trong các phần tiếp theo ta cố định góc nghiêng $\alpha < \alpha_{\max}$ của ván và cho ván dao động điều hòa dọc theo

phương của ván với biên độ A và tần số góc ω như Hình 2. Thời điểm ban đầu $t = 0$, ván ở vị trí biên cao nhất của dao động.

3. Tìm điều kiện (theo A và ω) để vật ban đầu đứng yên so với ván sẽ trượt trên ván ngay sau thời điểm ván bắt đầu dao động.

4. Xét vật nhỏ là đá hoặc quặng. Biết hệ số ma sát trượt của đá và quặng trên ván lần lượt là μ_1, μ_2 với $\mu_2 < \mu_1$. Bỏ qua va chạm của đá và quặng ở trên ván, tìm điều kiện (theo A và ω) để quặng chuyển động trượt hướng xuống mà đá không chuyển động so với ván.

5. Cho $A = 1 \text{ mm}$, $\omega = 500 \text{ rad.s}^{-1}$, $\alpha = 10^\circ$, hệ số ma sát trượt của quặng trên ván $\mu_2 = 0,4$. Sau một thời gian, các hạt quặng sẽ trượt xuống với tốc độ trôi trung bình v_{tb} ổn định so với mặt đất.

a) Tìm v_{tb} và tính công suất trung bình của lực ma sát thực hiện trên 1kg quặng.

b) Tính công suất tỏa nhiệt trung bình do lực ma sát gây ra trên 1kg quặng.

Câu II (4,0 điểm)

Hiện tượng mao dẫn, hiện tượng dính ướt, hiện tượng không dính ướt, hiện tượng các giọt chất lỏng có dạng hình cầu trong điều kiện không trọng lượng là những hiện tượng bề mặt của chất lỏng. Câu này nghiên cứu một số hiện tượng bề mặt của nước. Biết khối lượng riêng và nhiệt dung riêng của nước lần lượt là $D = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ và $c = 4186 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$, gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$, coi áp suất khí quyển không đổi và có giá trị $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$. Hệ số căng mặt ngoài của nước là σ (chưa biết).

1. Cho một ống mao dẫn thủy tinh thành mỏng, chiều dài $L = 1000 \text{ mm}$, hai đầu hở, bán kính trong $r = 0,2 \text{ mm}$. Coi thủy tinh dính ướt hoàn toàn đối với nước.

a) Đặt ống thẳng đứng, đầu dưới tiếp xúc với mặt nước trong một chậu đựng nước có mặt thoáng rộng, nước dâng lên trong ống đến độ cao $h_0 = 74,5 \text{ mm}$. Xác định hệ số căng mặt ngoài σ của nước. Trong quá trình này, nước tỏa hay thu nhiệt? Tìm nhiệt lượng đó.

b) Trước khi đặt ống mao dẫn ta bịt kín đầu trên của ống mao dẫn rồi mới cho đầu dưới tiếp xúc với mặt nước trong chậu. Cho rằng quá trình nước dâng lên, khí trong ống biến đổi đẳng nhiệt. Xác định chiều cao h của cột nước dâng lên trong ống mao dẫn.

2. Trên một trạm không gian được coi là môi trường không trọng lượng:

a) Một giọt nước hình cầu có bán kính 3 mm . Xác định chênh lệch áp suất bên trong và bên ngoài của giọt nước.

b) Nếu trên trạm không gian có hai giọt nước hình cầu có bán kính a và b , có cùng nhiệt độ, hai giọt nước gặp nhau và gộp lại thành một giọt lớn hơn. Cho rằng hệ hai giọt nước là hệ cô lập. Tìm biểu thức sự thay đổi nhiệt độ của hai giọt nước khi ổn định theo D , c , σ , a , b .

Câu III (4,0 điểm)

Một vòng dây cách điện, mảnh, cứng, hình tròn, bán kính a , tâm O . Chọn trục Oz vuông góc với mặt phẳng vòng dây (Hình 3). Vòng dây được giữ cố định và tích điện đều dọc theo chiều dài của vòng dây với điện tích toàn phần $Q > 0$. Biết điện thế tại điểm N trên trục Oz và cách tâm O một đoạn z có biểu thức $V(z) = \frac{C_1}{\sqrt{z^2 + a^2}}$,

trong đó C_1 là một hằng số chưa biết. Cho hằng số điện là ϵ_0 , bỏ qua mọi ma sát và tác dụng của trọng lực, hãy:

1. Tìm C_1 .

2. Xác định phương, chiều và độ lớn của vectơ cường độ điện trường tại điểm N .

3. Tại điểm N , giữ một quả cầu kim loại nhỏ trung hòa về điện, có khối lượng m và bán kính b ($b \ll a$). Quả cầu kim loại bị phân cực. Coi quả cầu bị phân cực là một mômen lưỡng cực điện $\vec{p}$ (lưỡng cực điện này tương tự hệ gồm hai khối điện tích hình cầu, trái dấu, phân bố đều, bán kính b . Tâm của khối điện tích dương và âm lần lượt được đặt tại O_+ và O_- trên trục Oz sao cho N là trung điểm của O_+O_- , khoảng cách O_+O_- là chiều dài của lưỡng cực điện).

a) Tìm phương và chiều của mômen lưỡng cực điện $\vec{p}$.

b) Độ lớn mômen lưỡng cực điện $\vec{p}$ có dạng $p = \frac{C_2 z}{(z^2 + C_3)^{3/2}}$, trong đó C_2 , C_3 là các hằng số chưa biết. Tìm C_2 và C_3 .

c) Xác định các vị trí cân bằng bền và vị trí cân bằng không bền của quả cầu trên trục Oz .

d) Tìm tần số dao động nhỏ của quả cầu quanh các vị trí cân bằng bền theo ϵ_0 , Q , a , b , m .

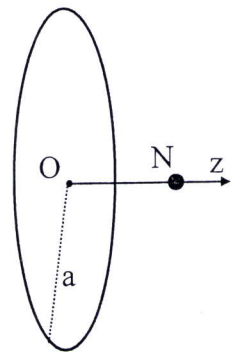
Câu IV (4,0 điểm)

Thấu kính Luneburg tiêu chuẩn là một khối cầu trong suốt bán kính R làm bằng vật liệu có chiết suất thay đổi theo bán kính r (khoảng cách từ tâm khối cầu đến điểm đang xét, $r \leq R$) theo biểu

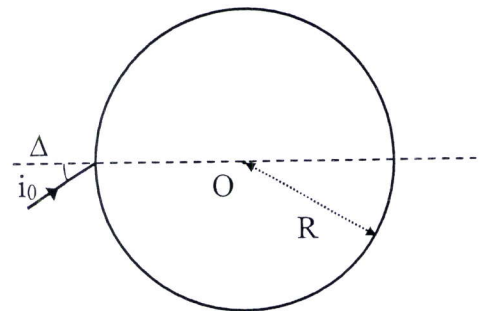
thức: $n(r) = \sqrt{2 - \left(\frac{r}{R}\right)^2}$. Khối cầu đặt cố định trong không khí,

tâm tại O . Cho tốc độ ánh sáng trong chân không là c .

1. Chiếu một tia sáng đơn sắc đến quả cầu với góc tới i_0 như Hình 4, trục Δ trùng với phương pháp tuyến tại điểm tới. Biết rằng tia sáng đi trong khối cầu trong suốt sẽ thỏa mãn điều kiện



Hình 3.



Hình 4.

tích $n(r).r.\sin i$ là hằng số, trong đó i là góc tới của tia sáng đến mặt cầu bán kính r .

a) Xác định khoảng cách gần nhất của tia sáng đi trong khối cầu với tâm O.

b) Tìm vị trí mà tia sáng ló ra khỏi khối cầu và góc giữa phương của tia sáng sau khi đi ra khỏi khối cầu và trục Δ .

2. Xét một nguồn sáng điểm đơn sắc S bất kì nằm sát trên vỏ cầu của thấu kính Luneburg.

a) Xác định vị trí ảnh của S.

b) Một photon xuất phát từ S đi qua tâm O và ló ra tại điểm P trên vỏ khối cầu. Tính góc $\widehat{SOP}$ và thời gian photon chuyển động bên trong khối cầu.

c) Một photon xuất phát từ S và ló ra tại điểm Q trên vỏ khối cầu sao cho góc $\widehat{SOQ} = 120^\circ$, tìm thời gian photon chuyển động bên trong khối cầu.

Câu V (4,0 điểm)

Kết quả nghiên cứu họ phóng xạ Urani và Actini trên Trái Đất, có thể được ứng dụng xác định tuổi của một số mẫu thiên thạch. Họ Urani có hạt nhân phóng xạ đầu tiên là $^{238}_{92}\text{U}$ và hạt nhân bền cuối cùng là $^{206}_{82}\text{Pb}$. Chu kỳ bán rã của hạt nhân $^{238}_{92}\text{U}$ rất lớn so với chu kỳ bán rã của các hạt nhân khác không bền trong họ Urani, nên có thể coi khi một hạt nhân $^{238}_{92}\text{U}$ phân rã sẽ tạo ra ngay hạt nhân $^{206}_{82}\text{Pb}$. Còn họ Actini có hạt nhân phóng xạ đầu tiên là $^{235}_{92}\text{U}$ và hạt nhân bền cuối cùng là hạt nhân $^{207}_{82}\text{Pb}$. Chu kỳ bán rã của hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ cũng rất lớn so với chu kỳ bán rã của các hạt nhân khác không bền trong họ Actini, nên cũng coi khi một hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ phân rã sẽ tạo ra ngay hạt nhân $^{207}_{82}\text{Pb}$.

1. Xét quá trình hạt nhân $^{238}_{92}\text{U}$ phân rã α tạo thành hạt nhân $^{234}_{90}\text{Th}$ và hạt nhân $^{234}_{90}\text{Th}$ tiếp tục phân rã β^- và chuyển thành hạt nhân $^{234}_{91}\text{Pa}$. Viết phương trình phân rã α và β^- .

2. Cho các đồng vị phóng xạ sau đây: $^{219}_{86}\text{Rn}$; $^{220}_{86}\text{Rn}$; $^{222}_{86}\text{Rn}$; $^{223}_{88}\text{Ra}$; $^{224}_{88}\text{Ra}$; $^{226}_{88}\text{Ra}$; $^{218}_{84}\text{Po}$; $^{215}_{84}\text{Po}$, hãy chỉ rõ đồng vị nào thuộc họ Urani, đồng vị nào thuộc họ Actini. Giải thích cách phân loại.

3. Để xác định tuổi T chung cho một tập hợp các mẫu thiên thạch, người ta đưa ra các giả thuyết sau: các mẫu có cùng tuổi; từng mẫu được coi như một hệ kín và cô lập; ban đầu tỉ lệ đồng vị chỉ là như nhau trong các mẫu; các mẫu thiên thạch chứa tỉ lệ số hạt nhân đồng vị Urani giống như Trái Đất (hiện nay tỉ lệ này $k = N_{^{238}_{92}\text{U}} / N_{^{235}_{92}\text{U}} = 137,8$ với kí hiệu N_X là số hạt của hạt nhân X). Dựa trên các giả thuyết này, cho rằng biểu thức tỉ lệ đồng vị chỉ cho một cặp hai mẫu thiên thạch bất kì a và b

ở thời điểm khảo sát trong tập hợp tuân theo biểu thức: $\frac{R_{1a} - R_{1b}}{R_{2a} - R_{2b}} = \frac{k(2^{T/T_1} - 1)}{(2^{T/T_2} - 1)}$, trong đó

$R_1 = N_{^{206}_{82}\text{Pb}} / N_{^{204}_{82}\text{Pb}}$, $R_2 = N_{^{207}_{82}\text{Pb}} / N_{^{204}_{82}\text{Pb}}$ (kí hiệu a, b ở R_1 và R_2 ứng với mẫu a, b); chu kỳ bán rã của $^{238}_{92}\text{U}$ là $T_1 = 4,51.10^9$ năm; chu kỳ bán rã của $^{235}_{92}\text{U}$ là $T_2 = 7,13.10^8$ năm. Dựa trên bảng số liệu sau, hãy xác định tuổi T chung của các mẫu thiên thạch (không yêu cầu xác định sai số).

Nơi thu thập mẫu thiên thạch	Kí hiệu mẫu	R_1	R_2
Nuevo Laredo, Mexico	A	50,28	34,86
Forest City, Iowa	B	19,27	15,95
Modoc, Kansas	C	19,48	15,76
Henbury, Australia	D	9,55	10,38
Canyon Diablo, Arizona	E	9,46	10,34

-----HẾT-----

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