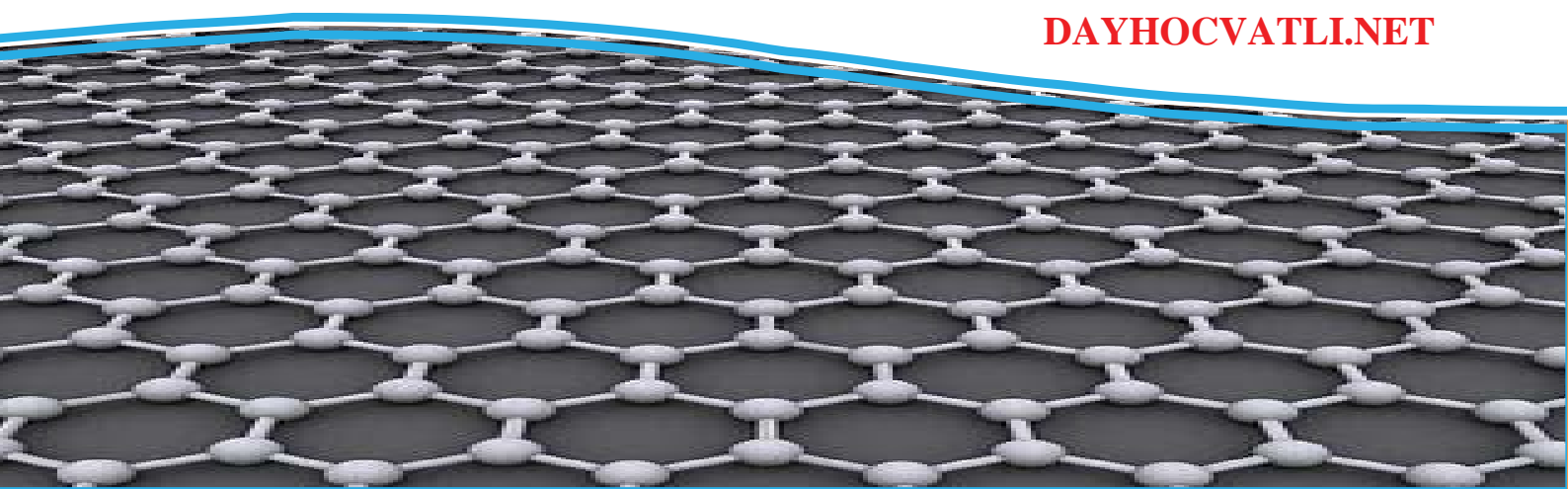


VIỆT NAM



TUYỂN TẬP
ĐỀ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
13 NĂM TỪ 2000 ĐẾN 2012
MÔN VẬT LÝ LỚP 12
C60
TÀI LIỆU ĐƯỢC SƯU TẬP BỞI PHAN HỒ NGHĨA

DAYHOCVATLI.NET



KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA LỚP 12 THPT NĂM HỌC 1999 – 2000

Ngày thi : 13 – 3 – 2000

Bài 1 (Bảng B không phải làm câu II)

Trong một mặt phẳng thẳng đứng có một đường trượt gồm 3 đoạn đều là những cung tròn có bán kính $r = 1\text{m}$.

Cung lồi AB có tâm ở mặt đất và góc $AOB = 45^\circ$, bán kính OA vuông với mặt đất.

Cung BC lõm, tiếp tuyến với cung AB ở B, nghĩa là tâm I của cung ở trên đường thẳng OB, góc $BIC = 75^\circ$.

Cung lồi CD tiếp tuyến với cung BC ở C (tâm J trên đường thẳng IC), D ở mặt đất.

I. Không có ma sát. Từ A, một vật, coi như một chất điểm có khối lượng $m = 1\text{kg}$, bị đẩy nhẹ cho trượt trên đường. Bỏ qua động năng ban đầu rất nhỏ này.

1) Tính các vận tốc của vật ở B và C, giả thiết vật luôn luôn bám đường chứ không rời đường.

2) Cần kiểm tra giả thiết trên đây. Bằng cách lập luận chứng minh rằng vật bám đường ở đoạn lõm và chỉ cần tính toán để kiểm tra trên đoạn lồi AB. Hãy làm phép tính ấy.

3) Chứng minh vật rời cung CD ở điểm H xác định bởi góc $HJD = \beta$, JD là bán kính thẳng đứng.

a) Tính β .

b) Tính vận tốc của vật ở H.

4) Sau H vật chuyển động thế nào ? Vị trí cuối cùng của vật ở đâu ? (không cần tính chính xác vị trí này).

II. Có ma sát trượt với hệ số $k = 0,3$. Khối lượng của vật vẫn là $m = 1\text{kg}$. Vật ở A được truyền vận tốc $v_0 = \sqrt{2}\text{ m/s}$ (động năng ban đầu $K_0 = 1\text{J}$). Chứng minh nó dừng lại ở một điểm M trên cung BC, xác định bởi góc $LIM = \gamma$ (LI thẳng đứng). Tính γ .

Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Bỏ qua sức cản của không khí.

Bài 2 (chung cho A và B)

Không khí có độ ẩm tương đối $f = 72\%$ được nén đẳng nhiệt đến áp suất gấp 3 lần áp suất ban đầu, khi đó thể tích bằng $\frac{1}{4}$ thể tích ban đầu.

1) Vẽ đường đẳng nhiệt và giải thích.

2) Sau khi không khí bị nén như trên thì tỉ số áp suất riêng phần của hơi nước và áp suất toàn phần của không khí ẩm là bao nhiêu ?

Coi không khí và hơi nước chưa bão hòa tuân theo định luật Bôilơ – Mariôt và thể tích riêng của nước lỏng có thể bỏ qua so với thể tích riêng của hơi nước ở cùng nhiệt độ. Độ ẩm tương đối của không khí được xác định bằng tỉ

số của áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí và áp suất của hơi nước bão hòa ở cùng nhiệt độ.

Bài 3 (chung cho A và B)

Hãy đề xuất một phương án thí nghiệm để nghiệm lại định luật Coulomb :

$F = k \cdot \frac{qq'}{r'^2}$; (k là một hằng số) bằng các dụng cụ đơn giản sau đây :

- 1- Một đĩa nhựa và một mảnh len khô.
- 2- Hai quả cầu bằng xốp bọc giấy bạc, nhẹ, khối lượng và bán kính bằng nhau, buộc vào hai sợi dây tơ (cách điện) dài.
- 3- Một thước đo góc.
- 4- Một thước milimét để đo chiều dài.
- 5- Một đoạn dây chỉ.
- 6- Một cái giá để treo được các quả cầu.

Chú ý :

- Trong những ngày hanh khô, một vật tích điện cách ly với đất có thể giữ nguyên điện tích trong một thời gian dài.
- Nếu chạm nhẹ vào vật tích điện, lập tức điện sẽ truyền qua người xuống đất hết.
- Nếu chỉ chạm vào dây treo thì trạng thái tích điện không thay đổi.

Bài làm được trình bày theo các phần sau :

- A- Cách đo lực F (theo đơn vị tùy ý)
 - B- Các đo khoảng cách giữa hai quả cầu tích điện (không được đụng vào chúng)
 - C- Cách thay đổi giá trị của điện tích và đo giá trị của nó (theo đơn vị tùy ý).
 - D- Các cách xử lý số liệu đo đạc và cách tiến hành thí nghiệm để nghiệm lại quy luật :
- $F \sim qq'$; $F \sim 1/r^2$.

KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA LỚP 12 THPT NĂM HỌC 1999 – 2000

Ngày thi : 14 – 3 – 2000

Bài 1 (bảng B không phải làm câu 3)

Cho điện tích điểm dương $q = 1\text{nC}$.

1) Đặt điện tích q tại tâm của hình lập phương cạnh $a = 10\text{cm}$. Tính điện thông qua từng mặt của hình lập phương đó. Nếu bên ngoài hình lập phương đó còn có các điện tích khác thì điện thông qua từng mặt của hình lập phương và qua toàn bộ hình lập phương có thay đổi không ?

2) Đặt điện tích q tại một đỉnh của hình lập phương nói trên. Tính điện thông qua từng mặt của hình lập phương.

3) Đặt điện tích q tại tâm O của một vỏ kim loại hình cầu cô lập và trung hòa điện.

a) Xác định cường độ điện trường \vec{E} tại các điểm trong phần rỗng và bên ngoài vỏ cầu. Chứng tỏ rằng cường độ điện trường \vec{E} có các giá trị phù hợp tương ứng tại các điểm ở gần các mặt trong và ngoài vỏ cầu. Cho biết cường độ điện trường gần mặt của một vật dẫn tích điện vuông góc với mặt và có độ lớn $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$, với σ là mật độ điện tích mặt tại vị trí khảo sát trên vật dẫn.

b) Một điện tích q_1 đặt bên ngoài vỏ cầu chịu tác dụng một lực \vec{F}_1 do điện tích q bên trong vỏ cầu gây ra. Khi đó điện tích q có chịu tác dụng lực điện do sự có mặt của q_1 hay không ? Hãy bình luận kết quả thu được.

c) Lực \vec{F}_1 có cường độ lớn hơn hay nhỏ hơn so với khi không có mặt vỏ cầu ?

d) Bây giờ thay điện tích q_1 bằng điện tích $q_2 = 2q_1$ (vẫn giữ nguyên vị trí đối với vỏ cầu). Khi đó lực tác dụng lên q_2 có bằng $2\vec{F}_1$ không ? Kết quả thu được có gì mâu thuẫn với khái niệm điện trường, với nguyên lý chồng chất hay không ?

Cho biết : $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$.

Hướng dẫn : Điện thông qua một mặt kín bằng tổng đại số các điện tích bên trong mặt ấy chia cho hằng số điện ϵ_0 .

Bài 2 (chung cho A và B)

Cho hai vật có khối lượng m_1 và m_2 va chạm không đàn hồi, xuyên tâm. Trước khi va chạm, hạt m_1 có vận tốc v_1 , còn hạt m_2 đứng yên.

1).a) Hãy tính biến thiên nội năng của hệ hai hạt khi va chạm.

b) Khi nào biến thiên nội năng ấy là cực đại ?

2) Cho hạt bị va chạm m_2 là nguyên tử và năng lượng để ion hóa nó bằng A_i (năng lượng ion hóa của nguyên tử là năng lượng mà nó phải nhận được để thành ion). Hãy tính động năng ban đầu của hạt m_1 khi nó là :

a) điện tử.

b) ion $m_1 \approx m_2$

để có thể ion hóa nguyên tử m_2 khi va chạm.

3) Cho hai hạt m_1 và m_2 có vận tốc tương đối là v . Hãy tính biến thiên nội năng cực đại của hệ hai hạt khi va chạm.

Bài 3 (chung cho A và B)

Một vật phẳng, nhỏ AB đặt trước một màn M. Giữa vật và màn có một thấu kính hội tụ O, tiêu cự f và một thấu kính phân kỳ L, tiêu cự 10cm.

Giữ vật và màn cố định, rồi dịch chuyển hai thấu kính, người ta tìm được một vị trí của O có tính chất đặc biệt là : dù đặt L ở trước hay ở sau O và cách O cùng một khoảng $l = 30\text{cm}$, thì ảnh của AB vẫn rõ nét trên màn. Khi L ở trước O (nghĩa là ở giữa AB và O) thì ảnh có độ cao $h_1 = 1,2\text{cm}$ và khi L ở sau O thì ảnh có độ cao $h_2 = 4,8\text{cm}$. Hãy tính :

1) Tiêu cự f (của thấu kính hội tụ O).

2) Khoảng cách từ thấu kính O đến vật và đến màn.

KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA LỚP 12 THPT NĂM HỌC 2000 - 2001

Ngày thi : 13 - 3 - 2001

Bài 1 : Điện học

Một hình vuông ABCD có cạnh $a\sqrt{2}$, có tâm ở O. Tại mỗi đỉnh của hình vuông, ta đặt cố định một điện tích $+q$.

- Xác định điện thế do các điện tích ở đỉnh gây ra tại tâm hình vuông.
- Chứng minh rằng điểm O là vị trí cân bằng bền của một điện tích thử (điểm) $Q = +q$ trong mặt phẳng của hình vuông, và là vị trí cân bằng không bền theo trục đi qua tâm O và vuông góc với mặt phẳng của hình vuông.
- Tính chu kỳ dao động nhỏ của điện tích Q trong mặt phẳng của hình vuông.
- Nếu $Q = -q$ thì có thay đổi gì trong các kết quả kể trên ?

Bài 2 : Điện học (Bảng B không phải làm bài 2)

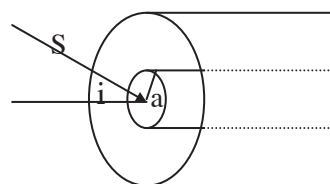
Một vật dẫn A hình cầu bán kính $R_1 = 3\text{cm}$, tích điện đến điện thế $V_1 = 4\text{V}$, được đặt đồng tâm với một vỏ cầu mỏng B bằng kim loại có bán kính trong $R_2 = 12\text{cm}$ và bán kính ngoài $R_3 = 12,1\text{cm}$; vỏ cầu này gồm hai bán cầu ban đầu được úp khít vào nhau và được tích điện đến điện thế V_2 . Hỏi điện thế V_2 phải có trị số (dương) tối thiểu bằng bao nhiêu để hai bán cầu có thể tự tách khỏi nhau.

Cho biết :

- Một phần tử dS bất kì của mặt ngoài vật dẫn tích điện sẽ chịu tác dụng của lực điện $dF = (1/2 \epsilon_0) \sigma^2 \cdot dS \cdot \vec{n}$; do phần còn lại của vật gây ra, với σ là mật độ điện tích mặt tại dS và \vec{n} là véc tơ đơn vị pháp tuyến ngoài của dS .
- Điện dung của một vỏ cầu kim loại cô lập bán kính R là $4\pi\epsilon_0 R$. Bỏ qua tác dụng của trọng lực hai bán cầu.

Bài 3 : Quang học

Một sợi cáp quang hình trụ rất dài, hai đáy phẳng và vuông góc với trục sợi cáp, bằng thủy tinh chiết suất n_1 , được bao xung quanh bằng một hình trụ đồng trục, bán kính lớn hơn nhiều bán kính a của sợi cáp, bằng thủy tinh chiết suất n_2 , với $n_2 < n_1$. Một tia sáng SI tới một đáy của sợi cáp quang dưới góc i , khúc xạ trong sợi cáp, và sau nhiều lần phản xạ toàn phần ở mặt tiếp xúc giữa hai lớp thủy tinh, có thể ló ra khỏi đáy kia.



- Tính giá trị lớn nhất i_m mà i không được vượt quá để tia sáng không truyền sang lớp vỏ ngoài.
- Sợi cáp (cùng với lớp bọc) được uốn cong cho trục của nó làm thành một cung tròn, bán kính R . Góc i bây giờ là bao nhiêu ?

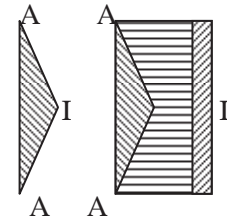
Cho biết : $n_1 = 1,50$; $n_2 = 1,48$; $a = 0,2\text{mm}$; $R = 5\text{cm}$.

Chú ý : 1- Chỉ xét tia sáng nằm trong mặt phẳng chứa trục của sợi cáp.

2- Chỉ cần cho biết giá trị chính xác của \sin , \cos hoặc \tan của i_m .

Bài 4 : Quang học

Một học sinh muốn làm thí nghiệm giao thoa ánh sáng, nhưng chỉ có : một lưỡng lăng kính AA' , bằng thủy tinh chiết suất $n = 1,50$; hai góc chiết quang A và A' (hình bên) đều bằng 5° , một khe F có độ rộng $h = 0,02\text{mm}$; một kính lúp có tiêu cự $f = 4\text{cm}$ và một đèn natri D phát ra bức xạ đơn sắc, có bước sóng $\lambda = 589\text{ nm}$. Đầu tiên học sinh đó đặt đèn D cho sáng rọi qua khe F và đi tới lưỡng lăng kính. Khe F cách đều A và A' một khoảng $d = 20\text{cm}$. Đặt kính lúp cách A, A' một khoảng $d' = 1,04\text{cm}$ để quan sát vân giao thoa.



a) Hãy giải thích tại sao khi quan sát qua kính lúp học sinh đó không trông thấy vân giao thoa (tuy F hoàn toàn song song với cạnh I của lưỡng lăng kính).

b) Theo gợi ý của thầy, học sinh đó đặt một tấm thủy tinh T có hai mặt song song để làm với lưỡng lăng kính thành một cái chậu, rồi đổ chất lỏng chiết suất $n' < n$ vào (xem hình).

1) Chứng minh rằng để quan sát được vân giao thoa T không cần phải song song với mặt AA' .

2) Để quan sát được vân, n' phải có giá trị ít nhất là bao nhiêu ?

3) Tính khoảng vân i và góc trông khoảng đó qua kính lúp, khi $n' = 1,42$.

Cho biết : $I' = 3 \cdot 10^{-4}\text{ rad}$.

KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA LỚP 12 THPT – năm học 2001 – 2002

(13 – 3 – 2002)

1 – Nhiệt :

Một m^3 không khí ở nhiệt độ $100^\circ C$, áp suất 1 atm (1 atm) và có độ ẩm tương đối 50% được nén đẳng nhiệt thuận nghịch tới thể tích $0,2m^3$.

Tính áp suất của không khí sau khi nén.

Tính công của lực nén.

Tính nhiệt lượng tỏa ra.

2 . Một lượng hơi nước sôi ở áp suất khí quyển được đun nóng đẳng áp đến nhiệt độ $150^\circ C$, sau đó được giãn nở đoạn nhiệt đến thể tích lớn gấp 1,5 lần. Chứng tỏ trong quá trình đó không có lượng hơi nước nào ngưng đọng thành nước lỏng.

Khi làm bài :

Coi hơi nước chưa bão hòa như khí lý tưởng với tỉ số $C_p/C_v = \gamma = 1,33$.

Bỏ qua thể tích riêng của nước lỏng so với thể tích riêng của hơi nước ở cùng nhiệt độ.

Ẩn nhiệt hóa hơi của nước ở lân cận $100^\circ C$ là $2250KJ/kg$ (ẩn nhiệt hóa hơi là nhiệt lượng cần cung cấp cho một đơn vị khối lượng nước để nó chuyển sang trạng thái hơi ở cùng nhiệt độ).

Các biến thiên nhiệt độ nhỏ hơn $10^\circ C$ xem là các biến thiên nhỏ, khi làm bài có thể vận dụng các phép tính gần đúng thích hợp.

$$1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

2 – Điện :

Một hạt (coi như chất điểm) có khối lượng m và điện tích $-q$ đặt cách một điện tích điểm $+Q$ cố định một khoảng cách d , tất cả đặt trong một từ trường đều có đường sức vuông góc với đường thẳng nối hai điện tích. Hạt $-q$ ban đầu đứng yên. Thả cho nó chuyển động. Khoảng cách từ điện tích đứng yên tới hạt giảm dần tới một giá trị cực tiểu bằng $d/3$ rồi lại tăng.

Mô tả chuyển động và vẽ các quỹ đạo chuyển động của hạt.

Tính độ lớn của vectơ cảm ứng từ của trường.

Ghi chú : Hình chiếu của vectơ vận tốc \vec{v} của chất điểm M lên vectơ $\vec{r} = \overrightarrow{OM}$ nối từ điểm cố định O tới M thì bằng $\frac{dr}{dt}$. Bỏ qua ảnh hưởng của

trọng trường.

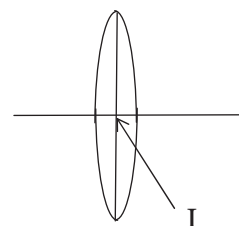
3 – Quang học :

Một kính lúp làm bằng thủy tinh chiết suất $n = 1,50$. Kính có hai mặt cầu lồi giống nhau bán kính $R = 10cm$. Một người có mắt tốt, điểm cực cận cách mắt $25cm$; đặt mắt trên trục chính của kính và cách tâm I của kính $20cm$ để quan sát một vật phẳng.

Vật có dạng một tờ giấy kẻ ô vuông đặt vuông góc với trục chính và cách I một khoảng $8cm$.

Tính độ bội giác của ảnh (xem kính lúp như một thấu kính mỏng).

Thực ra đây là một thấu kính dày. Chỗ dày nhất của kính là 1cm. Xét hai tia sáng song song với trục chính đi tới kính : tia thứ nhất đi gần sát với trục chính và ló ra cắt trục chính tại điểm F_1 , tia thứ hai đi sát mép kính và cắt trục chính tại điểm F_2 . Hãy tính các khoảng cách IF_1 và IF_2 .



Hãy vẽ phác ảnh của các ô vuông mà người ấy nhìn thấy qua kính. Giải thích.

Bài IV : Phương án thực hành

1 – Biết số Avôgađrô $N = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, em muốn tự mình xác định giá trị của điện tích nguyên tố e bằng phương pháp điện phân. Trong tay em chỉ có một ít dây đồng và dây điện bằng may so (dùng trong bếp điện).

Một đồng hồ vạn năng chỉ thị bằng kim (Vôn – ampe – ômkế) không biết rõ các thông số của máy.

Một acqui xe máy đã dư axit và nạp điện đủ (có thể lấy một ít axit để dùng).

Một bơm tiêm (loại 5cm^3 , có chia độ đến $0,1\text{cm}^3$) có thể dùng để đo thể tích khí.

Các điện trở than (thường dùng để lắp mạch điện tử, sai số 2,5) có các giá trị 10Ω , 100Ω , 1000Ω , 5000Ω , 20000Ω mỗi loại vài chiếc.

Vài chiếc pin khô đã hỏng (mà em phá ra để lấy vật liệu).

Một số dụng cụ thông thường khác như : đồng hồ bấm giây, nhiệt kế, thước chia độ tới mm, cốc đong, . . .

Hãy trình bày phương án thí nghiệm của em.

2 – Khi bắt tay làm thí nghiệm, em phát hiện ra trong thang đo dòng điện không hoạt động được. Em phải chuyển thang đo hiệu điện thế (từ 0 đến 1V) thành thang đo cường độ dòng điện (từ 0 đến 1A). Hãy đề xuất phương án chuyển thang đo của em.

3 – Để thực hiện phương án của mình, em phải làm một điện trở bằng dây may so có giá trị tính trước, nhưng thang đo ôm của đồng hồ vạn năng không dùng được để đo điện trở nhỏ. Hãy đề xuất một phương án để làm được điện trở như ý muốn.

Lưu ý :

Phương án thí nghiệm cần trình bày theo trình tự sau :

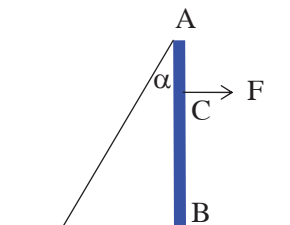
- Nguyên lý thí nghiệm, các đại lượng cần đo và công thức để tính giá trị của đại lượng phải xác định.
- Sơ đồ của thí nghiệm, cách bố trí thí nghiệm cụ thể và cách làm thí nghiệm.
- Phương pháp xử lý số liệu (nếu cần thiết).
- Ước tính sai số tỉ đối của kết quả trong thí nghiệm mà em định làm (nếu cần thiết).

KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA LỚP 12 THPT – năm học 2001 – 2002

(12 – 3 – 2002)

Bài I : Cơ học

1 – Một cột chiều dài $AB = 1,0\text{m}$ nặng $P = 500\text{N}$ được đặt thẳng đứng trên mặt đất nằm ngang nháp, hệ số ma sát là $K = 0,4$. Đầu A được neo chặt vào đất bằng dây thép, trọng lượng không đáng kể, nghiêng góc $\alpha = 37^\circ$ so với cột. Một lực F nằm ngang tác dụng vào điểm C của cột như hình ($F > 0$).



C là trung điểm của AB. Tính lực F lớn nhất ($F = F_{\max}$) mà đầu B của cột còn chưa bị trượt.

C là điểm ứng với $n = \frac{AB}{AC} \geq 1$. Chứng minh rằng nếu C đủ cao, tức là n đủ lớn

thì dù F lớn đến mấy đầu B cũng không trượt (Giả thiết dây thép không bị đứt hoặc bật đầu neo). Tính n và BC ứng với độ cao ấy.

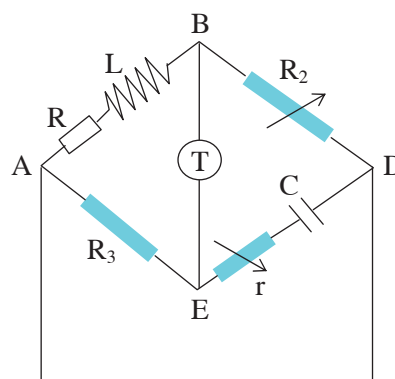
Cho $n = 3$; $F = 900\text{N}$. Tính lực căng dây R. (lấy $\cos 37^\circ \approx 0,6$).

2 – Trong một truyện khoa học viễn tưởng của R.A.Heinlein có mô tả một cây cột cứng, đồng nhất, tiết diện đều, nằm lơ lửng trong không trung theo phương thẳng đứng, chân cột nằm gần sát mặt đất, ngay trên một điểm cố định trên xích đạo. Hỏi nếu có cây cột đó thì nó phải dài bao nhiêu ? Khi tính em phải tự suy ra các hằng số cần thiết.



Bài II : Điện

1 – Để đo điện trở R và độ tự cảm L của một cuộn dây, ta dùng cầu ở hình, nối vào nguồn điện xoay chiều có tần số góc ω . C là một tụ điện có điện dung đã biết, R_3 là điện trở có giá trị đã biết, R_2 và r là hai biến trở, r lắp nối tiếp với C. Biến đổi R_2 và r để cầu cân bằng (không có dòng qua tai nghe T), ta đọc được R_2 và r . Gọi các tổng trở của các đoạn AB, BD, AE, ED lần lượt là Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 .



Vẽ giản đồ Fresnen. Suy ra liên hệ giữa R, L và C, r, ω .

Tính các tổng trở Z_i và tìm liên hệ giữa chúng. Suy ra một liên hệ nữa giữa R, L và C, r, R_3, R_2 .

Tính R và L theo các giá trị đã biết R_3, R_2, C, r, ω .

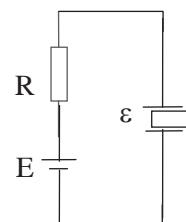
Áp dụng : $R_2 = R_3 = 1000\Omega$; $r = 5000\Omega$; $C = 0,2\mu\text{F}$; $\omega = 1000\text{rad/s}$, Tính R và L .

FROM: DAYHOCVATLI.NET

2 – Một hệ gồm có : một acquy S.đ.đ không đổi E , điện trở trong không đáng kể ; một điện trở R ; một tụ điện phẳng khi giữa hai bản là không khí thì có điện dung là C_0 ; một tấm điện môi có hằng số điện môi ϵ và các dây dẫn điện trở không đáng kể.

Ở trạng thái đầu, hệ được mắc theo hình và tấm điện môi choán đầy khoảng không giữa hai bản cực của tụ. Hệ cân bằng nhiệt với một môi trường bên ngoài. Người ta rút nhanh tấm điện môi ra khỏi tụ điện và đợi đến khi hệ trở lại cân bằng nhiệt với môi trường bên ngoài.

Hãy tính : công mà hệ nhận được, nhiệt mà hệ tỏa ra và biến thiên năng lượng toàn phần của hệ trong quá trình đó. Biến thiên năng lượng ấy diễn ra trong phần nào của hệ ? Bỏ qua động năng của tấm điện môi.



Bài III : Quang

Xét hệ quang học gồm n thấu kính hội tụ mỏng, giống nhau, có tiêu cự f , được đặt đồng trục và cách đều nhau một khoảng bằng $4f$. Ta gọi K là số thứ tự của thấu kính (L_K) và O_K là quang tâm của thấu kính K .

Một vật biểu diễn bằng vectơ \overline{AB} , có điểm A nằm trên trục $x'x$, được đặt vuông góc với quang trục, cách thấu kính thứ nhất một khoảng $2f$ ở phía ngoài quang hệ. Ta gọi $y = \overline{AB}$ là chiều cao của vật. Ảnh của \overline{AB} sau thấu kính thứ K là $A_K B_K$ có chiều cao $y_K = \overline{A_K B_K}$.

Xác định vị trí các điểm A_K và các giá trị y_K .

Một tia sáng xuất phát từ B song song với trục chính, đi về phía quang hệ và ra xa quang trục, lập với quang trục một góc α nhỏ.

Sau khi qua thấu kính thứ nhất, tia sáng đó lập với quang trục một góc α_1 bằng bao nhiêu ?

Sau khi qua thấu kính thứ K , tia sáng đó lập với quang trục một góc α_K bằng bao nhiêu ?

Từ kết quả câu 2 rút ra nhận xét về độ sáng của các điểm trên ảnh thu được sau hệ quang học, giả thiết vật \overline{AB} có độ sáng đồng đều.

Hệ quang học này được ứng dụng để truyền ảnh của vật trên một khoảng cách. Trước đây người ta sử dụng hệ này cùng với một vài thấu kính thích hợp tạo nên một kính nội soi dùng để quan sát các chi tiết nhỏ của các bộ phận ở sâu bên trong cơ thể người. Hãy nêu một phương án chế tạo kính nội soi như vậy. Cho biểu thức tính gần đúng $\tan \alpha \approx \alpha$ nếu α nhỏ.

ĐỀ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
MÔN VẬT LÝ, LỚP 12 THPT NĂM HỌC 2002 – 2003

Ngày thi thứ hai, 13 / 03 / 2003

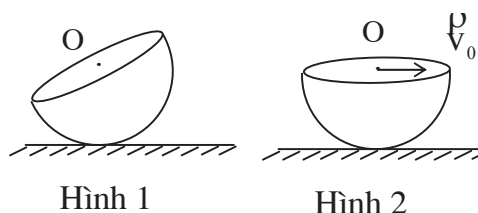
Bảng A

Bài I: Cơ học

Cho một bán cầu đặc đồng chất, khối lượng m , bán kính R , tâm O .

1. Chứng minh rằng khối tâm G của bán cầu cách tâm O của nó một đoạn là $d = 3R/8$.

2. Đặt bán cầu trên mặt phẳng nằm ngang. Đẩy bán cầu sao cho trục đối xứng của nó nghiêng một góc nhỏ so với phương thẳng đứng rồi buông nhẹ cho dao động (Hình 1). Cho rằng bán cầu không trượt trên mặt phẳng này và ma sát lăn không đáng kể. Hãy tìm chu kỳ dao động của bán cầu.



3. Giả thiết bán cầu đang nằm cân bằng trên một mặt phẳng nằm ngang khác mà các ma sát giữa bán cầu và mặt phẳng đều bằng không (Hình 2). Tác dụng lên bán cầu trong khoảng thời gian rất ngắn một xung của lực X nào đó theo phương nằm ngang, hướng đi qua tâm O của bán cầu sao cho tâm O của nó có vận tốc v_0 .

a) Tính năng lượng đã truyền cho bán cầu.

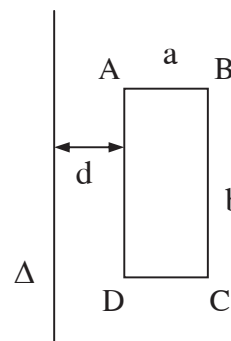
b) Mô tả định tính chuyển động tiếp theo của bán cầu. Coi v_0 có giá trị nhỏ.

Cho biết gia tốc trọng trường là g ; mô men quán tính của quả cầu đặc đồng chất khối lượng M , bán kính R đối với trục quay đi qua

tâm của nó là $I = \frac{2}{5}MR^2$.

Bài II: Điện - Từ

Cho một khung dây dẫn kín hình chữ nhật ABCD bằng kim loại, có điện trở là R , có chiều dài các cạnh là a và b . Một dây dẫn thẳng Δ dài vô hạn, nằm trong mặt phẳng của khung dây, song song với cạnh AD và cách nó một đoạn d như hình 3. Trên dây dẫn thẳng có dòng điện cường độ I_0 chạy qua.



Hình 3

1. Tính từ thông qua khung dây.

2. Tính điện lượng chạy qua một tiết diện thẳng của khung dây trong quá trình cường độ dòng điện trong dây dẫn thẳng giảm đến không.

3. Cho rằng cường độ dòng điện trong dây dẫn thẳng giảm tuyến tính theo thời gian cho đến khi bằng không, vị trí dây dẫn thẳng và vị trí khung dây không thay đổi. Hãy xác định xung của lực từ tác dụng lên khung.

Bài III: Quang học

Cho hệ hai thấu kính hội tụ mỏng, tiêu cự lần lượt là f_1 và f_2 , đặt đồng trục cách nhau một khoảng a . Hãy xác định một điểm A trên trục chính của hệ sao cho mọi tia sáng qua A sau khi lần lượt khúc xạ qua hai thấu kính thì ló ra khỏi hệ theo phương song song với tia tới.

Bài IV: Phương án thực hành

Cho các dụng cụ sau:

- Một hộp điện trở mẫu cho phép tùy chọn điện trở có trị số nguyên từ $10\ \Omega$ đến vài $M\Omega$.
- Một nguồn điện xoay chiều có tần số f đã biết và có hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai cực không đổi.
- Một nguồn điện một chiều.
- Một máy đo điện cho phép đo được cường độ dòng điện và hiệu điện thế (một chiều, xoay chiều).
- Các dây nối, các ngắt điện có điện trở không đáng kể.
- Một đồng hồ đo thời gian.

Hãy lập ba phương án xác định điện dung của một tụ điện.

Yêu cầu nêu: nguyên tắc lí thuyết của phép đo, cách bố trí thí nghiệm, cách tiến hành thí nghiệm, các công thức tính toán, những điều cần chú ý để giảm sai số của phép đo.

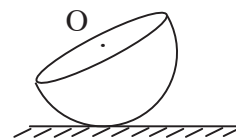
Bảng B

Bài I: Cơ học

Cho một bán cầu đặc đồng chất, khối lượng m , bán kính R , tâm O .

1. Chứng minh rằng khối tâm G của bán cầu cách tâm O của nó một đoạn là $d = 3R/8$.

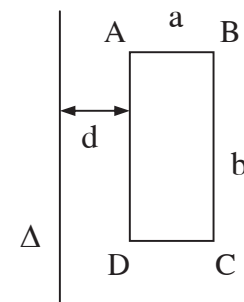
2. Đặt bán cầu trên mặt phẳng nằm ngang. Đẩy bán cầu sao cho trục đối xứng của nó nghiêng một góc α_0 nhỏ so với phương thẳng đứng rồi buông nhẹ cho dao động (Hình 1). Cho rằng bán cầu không trượt trên mặt phẳng và ma sát lăn không đáng kể. Hãy tìm chu kì dao động của bán cầu. Cho biết gia tốc trọng trường là g ; mô men quán tính của quả cầu đặc đồng chất, khối lượng M , bán kính R đối với trục quay đi qua tâm của nó là $I = \frac{2}{5}MR^2$.



Hình 1

Bài II: Điện - Từ

Cho một khung dây dẫn kín hình chữ nhật ABCD bằng kim loại, có điện trở là R , có chiều dài các cạnh là a và b . Một dây dẫn thẳng Δ dài vô hạn, nằm trong mặt phẳng của khung dây, song song với cạnh AD và cách nó



Hình 2

một đoạn d như hình 2. Trên dây dẫn thẳng có dòng điện cường độ I_0 chạy qua.

1. Tính từ thông qua khung dây.

2. Tính điện lượng chạy qua một tiết diện thẳng của khung dây trong quá trình cường độ dòng điện trên dây dẫn thẳng giảm đến không.

3. Cho rằng cường độ dòng điện trong dây dẫn thẳng giảm tuyến tính theo thời gian đến không trong thời gian Δt , vị trí dây dẫn thẳng và vị trí khung dây không thay đổi. Tìm biểu thức của lực từ tác dụng lên khung dây theo thời gian.

Bài III: Quang học: như Bài III, Bảng A.

Bài IV: Phương án thực hành

Cho các dụng cụ sau:

- Một hộp điện trở mẫu cho phép tùy chọn điện trở có trị số nguyên từ $10\ \Omega$ đến vài $M\Omega$.
 - Một nguồn điện xoay chiều có tần số f đã biết và có hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai cực không đổi.
 - Một máy đo điện cho phép đo được cường độ dòng điện và hiệu điện thế xoay chiều.
 - Các dây nối, các ngắt điện có điện trở không đáng kể.
- Hãy lập hai phương án xác định điện dung của một tụ điện.
- Yêu cầu nêu: nguyên tắc lí thuyết của phép đo, cách bố trí thí nghiệm, cách tiến hành thí nghiệm, các công thức tính toán, những điều cần chú ý để giảm sai số của phép đo.

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ - Bảng B

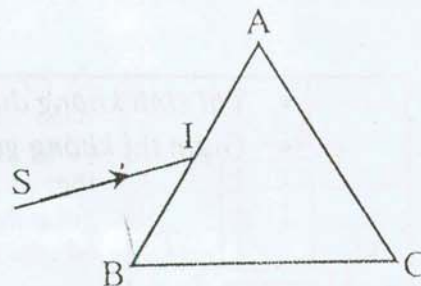
Thời gian: 180 phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: 11/3/2004



BÀI I

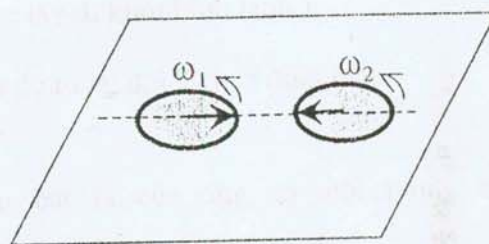
Cho một lăng kính có tiết diện thẳng là một tam giác đều ABC. Chiếu một tia sáng trắng SI dưới góc tới nào đó đến mặt bên AB sao cho các tia bị phản xạ toàn phần ở mặt AC rồi ló ra ở mặt BC. (Tia SI nằm trong mặt phẳng hình vẽ bên).



- 1) Chứng tỏ rằng chùm tia ló là chùm song song.
- 2) Tính góc lệch cực đại giữa tia tới SI với tia ló màu đỏ. Cho chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ là $n_d = 1,61$.

BÀI II

Hai chiếc đĩa tròn đồng chất giống nhau chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang rất nhẵn, theo đường thẳng nối tâm các đĩa, đến gặp nhau. Các đĩa này quay cùng chiều quanh trục thẳng đứng qua tâm của chúng với các vận tốc góc tương ứng là ω_1 và ω_2 .



Tác dụng của lực ma sát giữa các đĩa và mặt bàn không đáng kể, còn tác dụng của lực ma sát xuất hiện ở điểm tiếp xúc hai đĩa với nhau thì đáng kể. Biết các đĩa có khối lượng m , dạng trụ tròn thẳng đứng, bán kính R , hai đáy phẳng; mômen quán tính của đĩa đối với trục quay của chúng là $\frac{1}{2} mR^2$.

Hãy xác định vận tốc góc của các đĩa sau va chạm, biết rằng vào thời điểm va chạm kết thúc, tốc độ của các đĩa tại các điểm va chạm theo phương vuông góc với đường nối tâm của chúng là bằng nhau.

BÀI III

Cho một mol khí lí tưởng đơn nguyên tử có nhiệt dung mol phụ thuộc vào nhiệt độ tuyệt đối T theo công thức $C = aT^2$, trong đó a là hằng số.

Tìm biểu thức biểu thị sự phụ thuộc của thể tích V vào nhiệt độ tuyệt đối T của lượng khí này.

BÀI IV

Cho mạch điện có sơ đồ như hình vẽ bên.

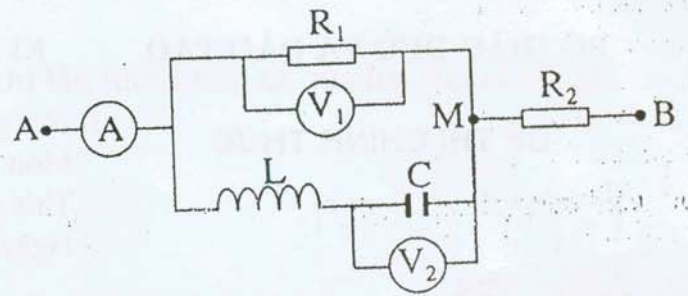
Cho biết: $R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $C = 100\text{nF}$; L là cuộn dây thuần cảm với $L = 0,1\text{H}$; $R_A \approx 0$;

$R_{V_1} = R_{V_2} = \infty$. Ampe kế và von kế là ampe kế và von kế nhiệt.

Đặt vào hai đầu A, B hiệu điện thế

$$u_{AB} = 5\sqrt{2} \cos \omega t \text{ (V)}.$$

Dùng cách vẽ giản đồ vectơ Fresnen tìm biểu thức của các hiệu điện thế hiệu dụng U_{R_1} , U_C và cường độ dòng điện hiệu dụng qua R_2 theo hiệu điện thế hiệu dụng $U = U_{AB}$, R_1 , R_2 , L , C và ω .



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

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

BẢN CHÍNH

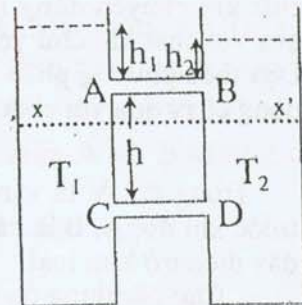
Môn: VẬT LÝ - Bảng B

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

Ngày thi thứ hai: 12/3/2004

BÀI I

Hai bình cao chứa nước, được nối với nhau bằng hai ống AB và CD tiết diện ngang nhỏ giống nhau, nằm ngang, song song và cách nhau độ cao h (hình vẽ). Nước ở hai bình được giữ ở nhiệt độ T_1 và T_2 ($T_1 > T_2$). Để giữ cho nhiệt độ hai bình không đổi thì phải truyền một nhiệt lượng với công suất nhiệt P nào đó từ nguồn nhiệt vào bình nóng hơn và lấy ra từng ấy từ bình lạnh hơn. Bỏ qua hiện tượng dính ướt, bỏ qua sự trao đổi nhiệt với bên ngoài và sự dẫn nhiệt của ống.



- Xác định khoảng cách từ mức nước AB đến mức nước xx' mà áp suất ở mức đó trong hai bình bằng nhau. Tính hiệu áp suất ở hai đầu các ống AB và CD.
- Tính công suất nhiệt đưa vào các bình nóng (hoặc lấy đi khỏi bình lạnh).

Biết rằng:

- Khối lượng riêng ρ của nước phụ thuộc vào nhiệt độ tuyệt đối T theo định luật

$$\rho = \rho_0 - \alpha(T - T_0),$$

trong đó ρ_0, T_0, α là các hằng số.

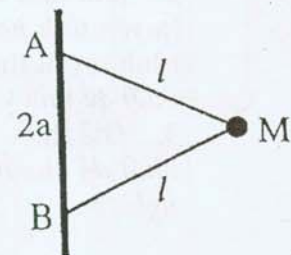
- Trong một đơn vị thời gian, qua một điểm bất kì của ống có một lượng nước

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = k \Delta p \text{ chảy qua (trong đó } \Delta p \text{ là hiệu áp suất ở hai đầu ống; } k \text{ là hệ số xác định).}$$

- Mật thoát của chất lỏng trong bình nóng cao hơn ống AB đoạn h_1 , mật thoát của chất lỏng trong bình lạnh cao hơn ống AB đoạn h_2 . Cho nhiệt dung riêng của nước là C .

BÀI II

Quả cầu M khối lượng m được nối với một trục thẳng đứng tại hai điểm A, B bằng hai thanh chiều dài l , khối lượng không đáng kể (khoảng cách $AB = 2a$). Các chỗ nối đều là các chốt nên hai thanh chỉ bị kéo hoặc nén. Cả hệ quay không ma sát quanh trục thẳng đứng với vận tốc góc ω không đổi (xem hình vẽ).



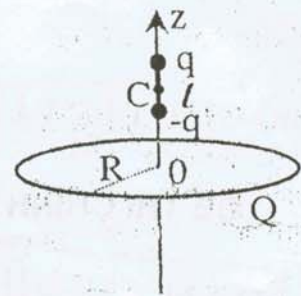
Tính các lực T và T' mà vật m tác dụng lên các thanh AM và BM tương ứng. Các thanh bị kéo hay bị nén?

BÀI III

Đặt trục chân không một vòng dây mảnh, tròn, bán kính R , tâm O, mang điện tích dương Q phân bố đều. Dựng trục Oz vuông góc với mặt phẳng của vòng dây và hướng theo chiều vectơ cường độ điện trường của vòng dây tại O (hình vẽ). Một lưỡng cực điện có vectơ momen lưỡng cực \vec{p} và có khối lượng m chuyển động dọc theo trục Oz mà chiều của \vec{p} luôn trùng với chiều dương của trục Oz (lưỡng cực điện là một hệ thống gồm hai hạt mang điện tích cùng độ lớn q nhưng trái

dấu, cách nhau một khoảng cách l không đổi ($l \ll R$), C là trung điểm của l . Vectơ mômen lưỡng cực điện là vectơ hướng theo trục lưỡng cực, từ điện tích âm đến điện tích dương, có độ lớn $p = ql$, khối lượng của lưỡng cực là khối lượng của hai hạt). Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

Xác định tọa độ z_0 của C khi lưỡng cực ở vị trí cân bằng bền và khi lưỡng cực ở vị trí cân bằng không bền? Tính chu kỳ T của dao động nhỏ của lưỡng cực quanh vị trí cân bằng bền.



BÀI IV

Để đo vận tốc của dòng khí, người ta dùng điện trở kim loại có hệ số nhiệt điện trở α cao. Khi chất khí chuyển động thành dòng, sự trao đổi nhiệt giữa dây điện trở kim loại có dòng điện chạy qua với chất khí chủ yếu do hiện tượng đối lưu, còn ảnh hưởng do hiện tượng khuếch tán thì nhỏ. Dựa theo phương pháp do King đưa ra thì công suất trao đổi nhiệt P_c giữa dây điện trở kim loại có dòng chạy qua với chất khí tuân theo biểu thức:

$$P_c = (A + B\sqrt{V})(T - T_k) \quad (*)$$

Trong đó: V là vận tốc dòng khí; T là nhiệt độ dây điện trở kim loại; T_k là nhiệt độ chất khí trước khi đo; A, B là các hằng số phụ thuộc vào bản chất chất lưu và vào hình dạng, kích thước của dây điện trở kim loại.

Cho các dụng cụ sau:

- 1 điện kế chỉ 0 ở giữa thang đo;
- 1 miliampe kế;
- Dây điện trở platin biết trước hệ số nhiệt điện trở α và điện trở R_0 ở nhiệt độ 0°C ;
- Hộp điện trở mẫu cho phép tùy ý chọn điện trở có trị số nguyên từ 10Ω đến 1000Ω ;
- 1 cầu dây điện trở có gắn thước dài 1m chia tới mm;
- 1 bộ nguồn một chiều có nhiều mức điện áp;
- 1 nhiệt kế (chỉ để đo nhiệt độ T_k của chất khí trước khi thí nghiệm);
- Các ngắt điện, các dây nối có điện trở không đáng kể.

Yêu cầu thí nghiệm:

1. Coi như các hằng số A, B đã biết, hãy:
 - + Thiết lập phương trình để xác định vận tốc V của dòng khí;
 - + Vẽ sơ đồ thí nghiệm;
 - + Nêu nguyên tắc đo.
2. Coi như các hằng số A, B đã biết, hãy biến đổi phương trình (*) về dạng tuyến tính (tuyến tính hoá) diễn tả mối liên hệ các đại lượng đo được trong thí nghiệm. Từ phương trình tuyến tính hoá, hãy đưa ra các biểu bảng, đồ thị cần thiết và lập ra công thức cần thiết để tính V .
3. Giả thiết rằng các hằng số A, B chưa được biết. Hãy đề xuất một phương án đơn giản nhất để chuẩn hoá các hằng số A và B và nêu ra những lưu ý cần thiết khi tiến hành thí nghiệm.

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

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: **VẬT LÝ**, Bảng AThời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)Ngày thi thứ nhất: **10/3/2005**

BÀI I

Cho vật nhỏ A có khối lượng m và vật B khối lượng M . Mặt trên của B là một phần mặt cầu bán kính R (xem hình vẽ). Lúc đầu B đứng yên trên mặt sàn S, bán kính của mặt cầu đi qua A hợp với phương thẳng đứng một góc α_0 (α_0 có giá trị nhỏ). Thả cho A chuyển động với vận tốc ban đầu bằng không. Ma sát giữa A và B không đáng kể. Cho gia tốc trọng trường là g .

1. Giả sử khi A dao động, B đứng yên (do có ma sát giữa B và sàn S).

- a) Tìm chu kỳ dao động của vật A.

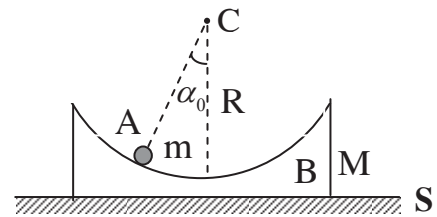
- b) Tính cường độ của lực mà A tác dụng lên B khi bán kính qua vật A hợp với phương thẳng đứng một góc α ($\alpha \leq \alpha_0$).

- c) Hệ số ma sát giữa B và mặt sàn S phải thỏa mãn điều kiện nào để B đứng yên khi A dao động?

2. Giả sử ma sát giữa vật B và mặt sàn S có thể bỏ qua.

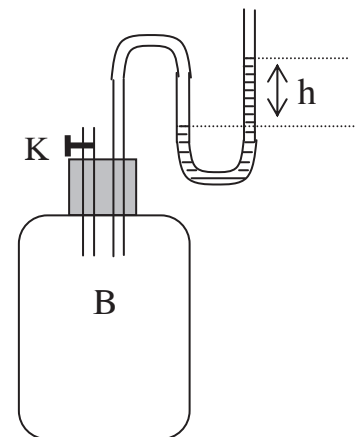
- a) Tính chu kỳ dao động của hệ.

- b) Lực mà A tác dụng lên B có giá trị cực đại bằng bao nhiêu?



BÀI II

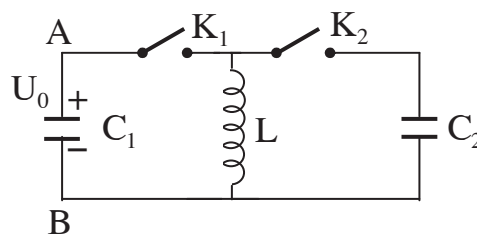
Trong bình kín B có chứa hỗn hợp khí oxi và heli. Khí trong bình có thể thông với môi trường bên ngoài bằng một ống có khoá K và một ống hình chữ U hai đầu để hở, trong đó có chứa thuỷ ngân (áp kế thuỷ ngân) như hình vẽ. Thể tích của khí trong ống chữ U nhỏ không đáng kể so với thể tích của bình. Khối khí trong bình cân bằng nhiệt với môi trường bên ngoài nhưng áp suất thì cao hơn nên có sự chênh lệch của mức thuỷ ngân trong hai nhánh chữ U là $h = 6,2\text{cm}$. Người ta mở khoá K cho khí trong bình thông với bên ngoài rồi đóng lại ngay. Sau một thời gian đủ dài để hệ cân bằng nhiệt trở lại với môi trường bên ngoài thì thấy độ chênh lệch của mức thuỷ ngân trong hai nhánh là $h' = 2,2\text{cm}$. Cho $O = 16$; $He = 4$.



1. Hãy xác định tỉ số khối lượng của oxi và heli có trong bình.
2. Tính nhiệt lượng mà khí trong bình nhận được trong quá trình nói trên. Biết số mol khí còn lại trong bình sau khi mở khoá K là $n = 1$; áp suất và nhiệt độ của môi trường lần lượt là $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$; $T_0 = 300\text{K}$, khối lượng riêng của thuỷ ngân là $\rho = 13,6\text{g/cm}^3$; gia tốc trọng trường là $g = 10\text{m/s}^2$.

BÀI III

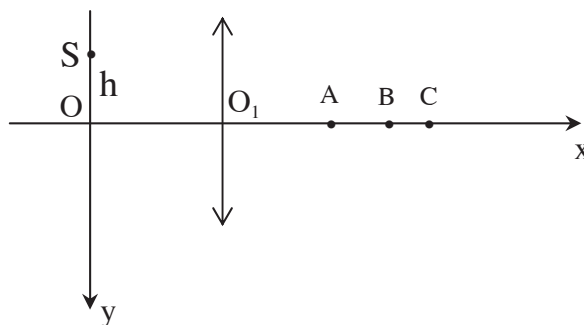
Cho mạch điện có sơ đồ như hình vẽ. Hai tụ điện C_1 và C_2 giống nhau, có cùng điện dung C . Tụ điện C_1 được tích điện đến hiệu điện thế U_0 , cuộn dây có độ tự cảm L , các khoá K_1 và K_2 ban đầu đều mở. Điện trở của cuộn dây, của các dây nối, của các khoá là rất nhỏ, nên có thể coi dao động điện từ trong mạch là điều hoà.



- Đóng khoá K_1 tại thời điểm $t = 0$. Hãy tìm biểu thức phụ thuộc thời gian t của:
 - cường độ dòng điện chạy qua cuộn dây,
 - điện tích q_1 trên bản nối với A của tụ điện C_1 .
- Sau đó đóng K_2 . Gọi T_0 là chu kỳ dao động riêng của mạch LC_1 và q_2 là điện tích trên bản nối với K_2 của tụ điện C_2 . Hãy tìm biểu thức phụ thuộc thời gian t của cường độ dòng điện chạy qua cuộn dây và của q_2 trong hai trường hợp:
 - Khoá K_2 được đóng ở thời điểm $t_1 = \frac{3T_0}{4}$
 - Khoá K_2 được đóng ở thời điểm $t_2 = T_0$.
- Tính năng lượng điện từ của mạch điện ngay trước và ngay sau thời điểm t_2 theo các giả thiết ở câu 2b. Hiện tượng vật lý nào xảy ra trong quá trình này?

BÀI IV

Cho hệ trục tọa độ Descartes vuông góc Oxy. Một thấu kính hội tụ, quang tâm O_1 , được đặt sao cho trục chính trùng với Ox. S là điểm sáng nằm trước thấu kính. Gọi S' là ảnh của S qua thấu kính.



- Lúc đầu S nằm trên Oy, cách thấu kính một khoảng bằng tiêu cự của thấu kính, cách O một khoảng bằng h . Giữ S cố định, dịch chuyển thấu kính ra xa dần S sao cho trục chính luôn luôn trùng với Ox.
 - Lập phương trình quỹ đạo $y = f(x)$ của S' . Biết tiêu cự của thấu kính là f . Phác hoạ quỹ đạo này và chỉ rõ chiều dịch chuyển của ảnh khi thấu kính dịch chuyển ra xa dần S.
 - Trên trục Ox có ba điểm A, B, C (xem hình vẽ). Biết $AB = 6\text{cm}$, $BC = 4\text{cm}$. Khi thấu kính dịch chuyển từ A tới B thì S' lại gần trục Oy thêm 9cm , khi thấu kính dịch chuyển từ B tới C thì S' lại gần trục Oy thêm 1cm . Tìm tọa độ điểm A và tiêu cự của thấu kính.
- Giả sử điểm sáng S cách thấu kính một khoảng lớn hơn tiêu cự của thấu kính. Giữ thấu kính cố định, ảnh S' sẽ di chuyển thế nào nếu dịch chuyển S lại gần thấu kính theo một đường thẳng bất kỳ?

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

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ, Bảng A

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

Ngày thi thứ hai: 11/3/2005

BÀI I

Một canô chuyển động từ bến A của bờ sông bên này sang bờ sông bên kia. Sông thẳng và có chiều rộng là b . Người ta dựng hệ trục tọa độ Oxy mà gốc O tại A, trục Ox vuông góc với bờ sông, cắt bờ đối diện ở B, trục Oy hướng dọc bờ sông, theo chiều nước chảy. Do cấu tạo của dòng sông, vận tốc chảy u của nước tại điểm có tọa độ x phụ thuộc vào x theo quy luật:

$$u = \left[\left(1 + \frac{x}{5b}\right) - \left(\frac{2x}{5b} - \frac{1}{5}\right)h\left(x - \frac{b}{2}\right) \right] u_0$$

trong đó u_0 là một hằng số dương, còn $h\left(x - \frac{b}{2}\right)$ là hàm Heaviside của biến $\left(x - \frac{b}{2}\right)$.

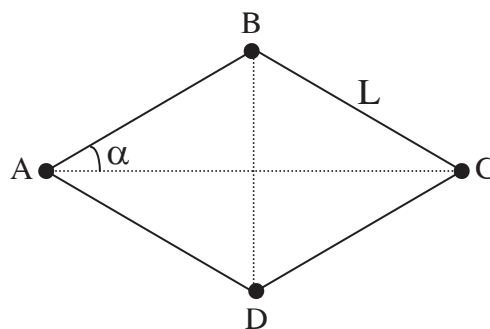
Hàm Heaviside của biến X được định nghĩa như sau:

$$h(X) = \begin{cases} 0 & \text{khi } X < 0 \\ 1 & \text{khi } X \geq 0 \end{cases}$$

- Giả sử vận tốc của canô đối với nước có độ lớn là v_0 không đổi và luôn hướng theo phương vuông góc với bờ sông.
 - Xác định phương trình quỹ đạo và phác họa quỹ đạo của canô.
 - Khi cập bờ bên kia, canô cách B một đoạn bằng bao nhiêu?
 - Chứng minh rằng gia tốc của canô so với bờ sông phụ thuộc bậc nhất vào v_0 . Tại sao gia tốc này lại đổi hướng đột ngột tại $x = \frac{b}{2}$?
- Giả sử vận tốc của canô đối với nước luôn hướng theo phương vuông góc với bờ sông nhưng có độ lớn thay đổi sao cho canô cập bờ bên kia ở điểm cách B một đoạn c về phía hạ lưu theo một quỹ đạo thẳng. Lập biểu thức của vận tốc canô theo x .

BÀI II

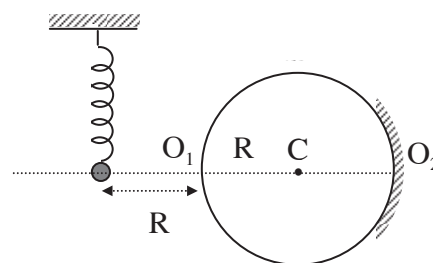
Bốn hạt nhỏ A, B, C, D có cùng khối lượng m và đều mang điện tích dương, được nối với nhau bằng bốn sợi dây mảnh có cùng chiều dài L trong không khí. Các dây không giãn, khối lượng của dây không đáng kể. Từng cặp hai hạt A và C, B và D có điện tích bằng nhau. Biết điện tích của mỗi hạt A, C bằng q . Khi hệ cân bằng, bốn điện tích ở bốn đỉnh của hình thoi ABCD có góc ở các đỉnh A, C là 2α (hình vẽ). Bỏ qua tác dụng của lực hấp dẫn và lực cản của môi trường.



1. Tính điện tích Q của mỗi hạt B, D.
2. Kéo hai hạt A, C về hai phía ngược nhau theo phương AC sao cho mỗi hạt lệch khỏi vị trí cân bằng ban đầu một đoạn nhỏ rồi buông cho dao động. Tìm chu kỳ dao động.
3. Giả thiết khi các điện tích đang nằm yên ở vị trí cân bằng thì các dây đồng thời bị đốt đứt tức thời. Tìm tỉ số gia tốc của hạt A so với gia tốc của hạt B ngay sau khi đứt dây.

BÀI III

Một vật sáng có khối lượng m , coi như một chất điểm, được gắn dưới một lò xo có độ cứng k và có khối lượng không đáng kể. Khi dao động, vật có vị trí cân bằng nằm trên đường thẳng kéo dài của đường kính O_1O_2 của một quả cầu bằng thủy tinh. Quả cầu có bán kính R , chiết suất $n = 1,5$. Khoảng cách từ vị trí cân bằng của vật sáng tới O_1 là R . Mặt sau quả cầu được tráng bạc (hình vẽ). Ta chỉ xét ảnh của vật sáng tạo bởi các tia đi từ vật đến quả cầu với góc tới nhỏ. Coi chiết suất của không khí bằng 1.



1. Xác định vị trí ảnh của vật sáng khi vật ở vị trí cân bằng.
2. Khi vật sáng dao động với biên độ A (A có giá trị nhỏ) thì ảnh của vật dao động với vận tốc cực đại bằng bao nhiêu?

BÀI IV

Một cốc đồng trong thí nghiệm có dạng hình trụ đáy tròn, khối lượng M , thể tích bên trong của cốc là V_0 . Trên thành cốc, theo phương thẳng đứng người ta khắc các vạch chia để đo thể tích và đo độ cao của chất lỏng trong cốc. Coi đáy cốc và thành cốc có độ dày như nhau, bỏ qua sự dính ướt. Được dùng một chậu to đựng nước, hãy lập phương án để xác định độ dày d , diện tích đáy ngoài S và khối lượng riêng ρ_c của chất làm cốc. Yêu cầu:

1. Nêu các bước thí nghiệm. Lập bảng biểu cần thiết.
2. Lập các biểu thức để xác định d , S theo các kết quả đo của thí nghiệm (cho khối lượng riêng của nước là ρ).
3. Lập biểu thức tính khối lượng riêng ρ_c của chất làm cốc qua các đại lượng S , d , M , V_0 .
4. Dùng phương pháp đồ thị để xác định diện tích đáy ngoài S , rồi tìm độ dày d của cốc. Nêu các bước tiến hành và giải thích.

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

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ, Bảng A

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

Ngày thi thứ nhất: 23/2/2006

(Đề thi gồm 02 trang)

BÀI I

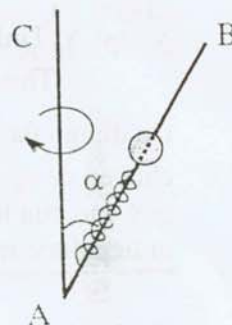
Thanh cứng AB quay đều quanh trục thẳng đứng AC với vận tốc góc ω . Góc giữa AB và AC là α không đổi ($0 < \alpha < 90^\circ$). Lò xo có độ cứng k , khối lượng không đáng kể, độ dài khi không biến dạng là l_0 , được lồng vào thanh AB. Một đầu của lò xo được gắn vào A, đầu kia gắn với hòn bi khối lượng m . Bi có thể trượt trên thanh AB nhờ một lỗ xuyên tâm (hình vẽ).

1. Ma sát giữa hòn bi và thanh không đáng kể.

a) Xác định vị trí cân bằng của hòn bi. Vị trí đó ứng với cân bằng bền hay không bền?

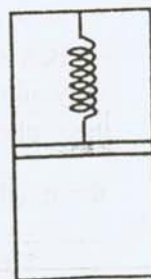
b) Giả sử hòn bi đang nằm cân bằng trên thanh, trong khi thanh vẫn quay đều quanh trục thẳng đứng với vận tốc góc ω thì cả hệ thống chuyển động theo phương thẳng đứng lên trên với gia tốc a không đổi. Hòn bi chuyển động như thế nào? Mô tả và tìm các đặc trưng chuyển động của nó.

2. Cho biết hệ số ma sát giữa thanh và hòn bi là μ . Hãy xác định vị trí cân bằng của hòn bi.



BÀI II

Một bình hình trụ thành mỏng, diện tích tiết diện ngang S , đặt thẳng đứng. Trong bình có một pittông, khối lượng M , bề dày không đáng kể. Pittông được nối với mặt trên của bình bằng một lò xo có độ cứng k (hình vẽ). Trong bình và ở phía dưới pittông có một lượng khí lí tưởng đơn nguyên tử, khối lượng m , khối lượng mol là μ . Lúc đầu nhiệt độ của khí trong bình là T_1 . Biết rằng chiều dài của lò xo khi không biến dạng vừa bằng chiều cao của bình, phía trên pittông là chân không. Bỏ qua khối lượng của lò xo và ma sát giữa pittông với thành bình. Bình và pittông làm bằng các vật liệu cách nhiệt lý tưởng.



Người ta nung nóng khí trong bình đến nhiệt độ T_2 ($T_2 > T_1$) sao cho pittông dịch chuyển thật chậm.

1. Tìm độ dịch chuyển của pittông.
2. Tính nhiệt lượng đã truyền cho khối khí.
3. Chứng minh rằng trong một giới hạn cho phép (độ biến dạng của lò xo không quá lớn để lực đàn hồi của lò xo vẫn còn tỷ lệ với độ biến dạng của nó) thì nhiệt dung của khối khí phụ thuộc vào chiều cao h của nó trong bình theo một quy luật xác định. Tìm quy luật đó.

BÀI III

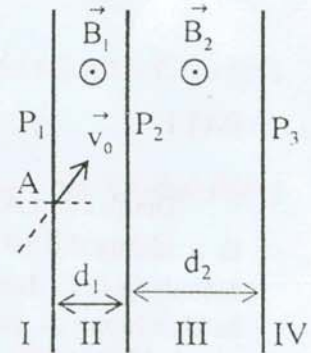
Ba mặt phẳng song song P_1 , P_2 và P_3 cách nhau $d_1 = 2\text{ cm}$ và $d_2 = 4\text{ cm}$, phân không gian thành 4 vùng I, II, III và IV. Trong vùng II và III người ta tạo ra từ trường đều có vectơ cảm ứng từ \vec{B}_1 và \vec{B}_2 song song với ba mặt phẳng trên và có chiều như hình vẽ. Hạt proton trong vùng I được tăng tốc bởi hiệu điện thế U , sau đó được đưa vào vùng II tại điểm A trên mặt phẳng P_1 với vận tốc \vec{v}_0 hợp với pháp tuyến của P_1 một góc 60° .

Bỏ qua tác dụng của trọng trường. Cho biết khối lượng và điện tích của proton tương ứng là $m = 1,673 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$ và $q = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$.

1. Tìm giá trị của U , biết rằng hạt đi sang vùng III với vận tốc hướng vuông góc với P_2 và cảm ứng từ $B_1 = 1\text{ T}$.

2. Cho biết hạt ra khỏi vùng III theo hướng vuông góc với vectơ \vec{v}_0 tại A. Tính cảm ứng từ B_2 .

3. Thực tế khi chuyển động trong vùng III và vùng IV, hạt chịu tác dụng của lực cản \vec{F}_c tỉ lệ thuận với vận tốc của hạt ($\vec{F}_c = -k\vec{v}$, với k là hằng số). Vì vậy khi chuyển động trong vùng III, bán kính quỹ đạo của hạt giảm dần và khi ra khỏi vùng III, bán kính quỹ đạo của hạt bị giảm đi 5% so với khi không có lực cản. Tìm độ dài đoạn đường l mà hạt còn đi tiếp được trong vùng IV.



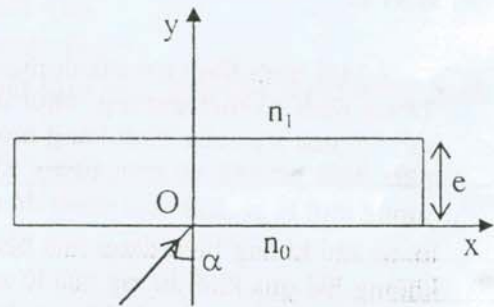
BÀI IV

Giữa hai môi trường trong suốt chiết suất n_0 và n_1 ($n_0 > n_1 > 1$) có một bản hai mặt song song bề dày e . Bản mặt được đặt dọc theo trục Ox của hệ tọa độ Oxy như hình vẽ. Chiết suất của bản mặt chỉ thay đổi theo phương vuông góc với bản mặt theo quy luật

$$n = n_0 \sqrt{1 - ky}, \text{ với } k = \frac{n_0^2 - n_1^2}{en_0^2}.$$

Từ môi trường chiết suất n_0 có một tia sáng đơn sắc chiếu tới điểm O trên bản mặt, theo phương hợp với Oy một góc α .

1. Lập phương trình xác định đường truyền của tia sáng trong bản mặt.
2. Xác định vị trí điểm tia sáng ló ra khỏi bản mặt.



HẾT

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

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ, Bảng A

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

Ngày thi thứ hai: 24/2/2006

(Đề thi gồm 03 trang)

BÀI I

Một vật hình cầu bán kính R đang đứng yên trên tấm gỗ mỏng CD. Mật độ khối lượng của vật phụ thuộc vào khoảng cách r đến tâm của nó theo quy luật:

$$\rho = \frac{3m}{7\pi R^3} \left(1 + \frac{r}{R}\right); m \text{ là một hằng số dương.}$$

Tấm gỗ được kéo trên mặt bàn nằm ngang theo chiều DC với gia tốc không đổi a (xem hình vẽ). Kết quả là vật lăn không trượt về phía D được đoạn l và rơi xuống mặt bàn. Hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt bàn là k , gia tốc trọng trường là g .

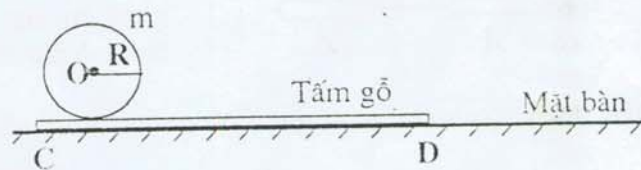
1. Tính khối lượng và mô men quán tính của vật đối với trục quay qua tâm của nó.

2. Hãy xác định thời gian vật lăn trên tấm gỗ và gia tốc tâm O của vật đối với mặt bàn.

3. Tại thời điểm vật rơi khỏi tấm gỗ vận tốc góc của vật bằng bao nhiêu?

4. Chứng minh rằng trong suốt quá trình chuyển động trên mặt bàn vật luôn luôn lăn có trượt.

5. Vật chuyển động được một quãng đường s bằng bao nhiêu trên mặt bàn?



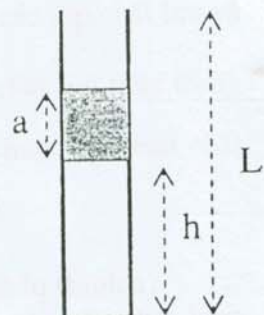
BÀI II

Một ống hình trụ, thành cách nhiệt, miệng hở, chiều cao L được đặt thẳng đứng. Trong ống có một cột thủy ngân chiều cao a . Dưới cột thủy ngân có chứa ν mol khí lí tưởng đơn nguyên tử, chiều cao h ($h < L - a$), ở nhiệt độ T_0 (hình vẽ). Áp suất khí quyển là P_0 mmHg. Người ta nung nóng khí sao cho cột thủy ngân chuyển động rất chậm. Bỏ qua ma sát giữa thủy ngân và thành ống.

Giả thiết trong quá trình nung nóng khí, sự trao đổi nhiệt giữa khí và thủy ngân là không đáng kể.

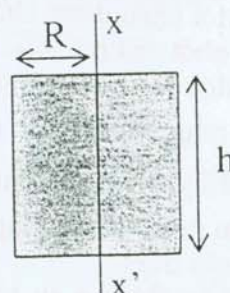
1. Nhiệt độ khối khí thay đổi như thế nào trong suốt quá trình cột thủy ngân trào ra khỏi ống?

2. Tính nhiệt lượng tối thiểu cần truyền cho khối khí để thủy ngân chảy hoàn toàn ra khỏi ống.



BÀI III

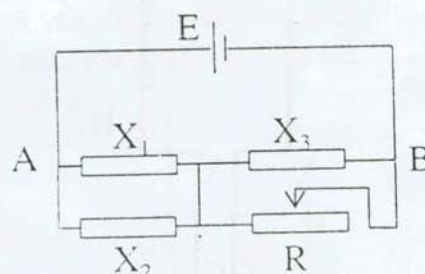
1. Một hình trụ đồng chất bán kính R , chiều cao h được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng B song song với trục đối xứng xx' của hình trụ. Tại thời điểm $t_0 = 0$ hình trụ đứng yên, cảm ứng từ bằng không. Sau đó cảm ứng từ tăng đều từ 0 đến B_0 trong khoảng thời gian từ t_0 đến τ .



a) Giả thiết hình trụ được làm bằng chất dẫn điện có điện trở suất ρ và được giữ cố định. Hãy tìm cường độ dòng điện và công suất toả nhiệt của dòng điện cảm ứng chạy trong hình trụ.

b) Giả thiết hình trụ là chất điện môi có khối lượng m , điện tích q phân bố đều và có thể quay không ma sát quanh trục đối xứng xx' của nó. Trục quay cố định. Lúc đầu hình trụ đứng yên. Hãy xác định vận tốc góc của hình trụ tại thời điểm τ .

2. Trong sơ đồ bên X_1, X_2, X_3 là các dụng cụ phụ tuyến giống nhau, cường độ dòng điện I qua mỗi dụng cụ phụ thuộc vào hiệu điện thế U giữa hai cực của nó theo quy luật: $I = kU^2$, trong đó k là hằng số. Nguồn điện có suất điện động E , điện trở trong không đáng kể. R là một biến trở.



a) Phải điều chỉnh cho biến trở có giá trị bằng bao nhiêu để công suất toả nhiệt trên biến trở đạt cực đại?

b) Tháo bỏ X_3 . Với một giá trị R xác định, cường độ dòng điện qua đoạn mạch AB phụ thuộc vào hiệu điện thế U_{AB} như thế nào?

BÀI IV

Khi chất lưu thực chuyển động qua một ống nhỏ bán kính R , chiều dài l , dưới tác dụng của độ chênh lệch áp suất hai đầu ống ($P_1 > P_2$), lực ma sát giữa các lớp chất lưu và giữa chất lưu với thành ống sẽ xuất hiện. Lực này được gọi là lực ma sát nhớt (hay lực nhớt) và phụ thuộc vào bản chất của chất lưu, nhiệt độ, vận tốc tương đối giữa các lớp chất lưu và giữa chất lưu với thành ống.

Người ta chứng minh được rằng vận tốc trung bình của các phần tử chất lưu thực trong ống được xác định bởi công thức: $\bar{v} = \frac{(P_1 - P_2) R^2}{8\eta l}$. Trong đó η (phụ thuộc vào bản chất của chất lưu và nhiệt độ) được gọi là hệ số ma sát nhớt (hệ số nhớt).

Cho một số dụng cụ, vật liệu sau:

- Một dụng cụ để xác định hệ số ma sát nhớt của chất lỏng gồm hai phần (hình a):
 - + Phần trên là một bình thủy tinh hình trụ có vạch chia để đo độ cao của chất lỏng trong bình. Bỏ qua sự dính ướt của chất lỏng với thành bình này.
 - + Phần dưới là một ống mao dẫn bán kính R , dài l .
- Một cốc thí nghiệm hình trụ, bằng thủy tinh. Bề dày của thành cốc và đáy cốc là không đáng kể so với kích thước của nó. Trên thành cốc có các vạch chia để đo thể tích chất lỏng trong cốc (hình b).

- Một chậu đựng nước sạch. Biết rằng ở 15°C , khối lượng riêng của nước là ρ_n , hệ số ma sát nhớt của nước là $\eta_n = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$.

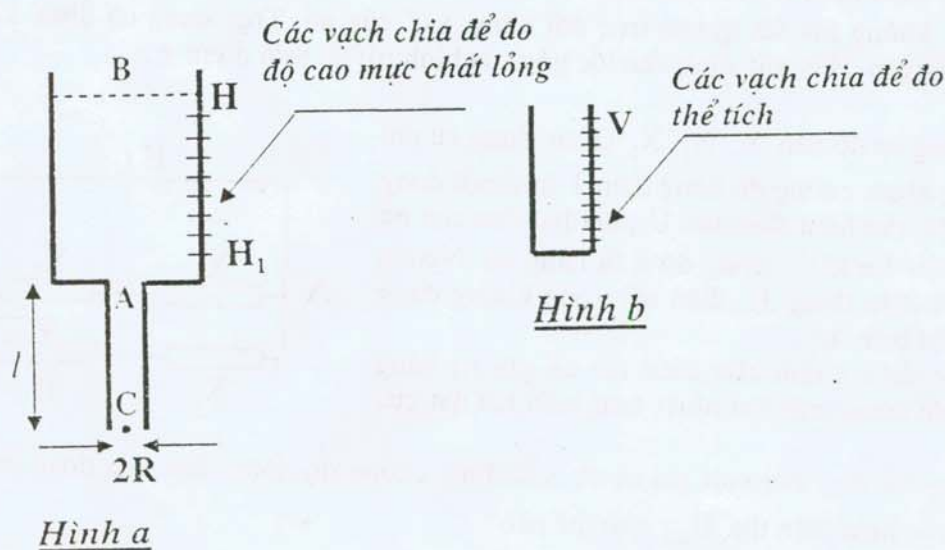
- Một chậu đựng chất lỏng là một loại dầu thực vật chưa biết khối lượng riêng và hệ số ma sát nhớt của nó.

- Một đồng hồ bấm dây để đo thời gian.

Cho rằng, thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ phòng $t_{ph} = 15^{\circ}\text{C}$.

1. Hãy trình bày phương án xác định khối lượng m của cốc, khối lượng riêng ρ_d của loại dầu thực vật này, lập các biểu thức tính toán, vẽ sơ đồ thí nghiệm. Hãy lập biểu bảng và đồ thị cần thiết.

2. Lập phương án xác định hệ số ma sát nhớt của dầu thực vật đó. Xây dựng các biểu thức tính toán, lập biểu bảng và đồ thị cần thiết.



-----HẾT-----

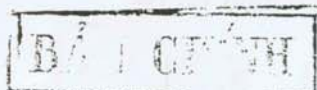
- Thí sinh không được sử dụng tài liệu.
- Giám thị không giải thích gì thêm.

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ, Bảng B

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

Ngày thi thứ nhất: 23/2/2006



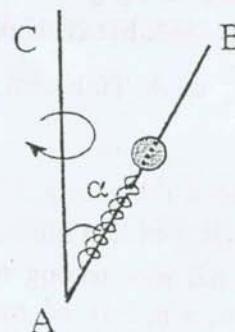
(Đề thi gồm 02 trang)

BÀI I

Thanh cứng AB quay đều quanh trục thẳng đứng AC với vận tốc góc ω . Góc giữa AB và AC là α không đổi ($0 < \alpha < 90^\circ$). Lò xo có độ cứng k , khối lượng không đáng kể, độ dài khi không biến dạng là l_0 , được lồng vào thanh AB. Một đầu của lò xo được gắn vào A, đầu kia gắn với hòn bi khối lượng m . Bi có thể trượt trên thanh AB nhờ một lỗ xuyên tâm (hình vẽ). Ma sát giữa hòn bi và thanh không đáng kể.

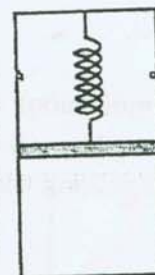
1. Xác định vị trí cân bằng của hòn bi. Vị trí đó ứng với cân bằng bền hay không bền?

2. Giả sử hòn bi đang nằm cân bằng trên thanh, trong khi thanh vẫn quay đều quanh trục thẳng đứng với vận tốc góc ω thì cả hệ thống chuyển động theo phương thẳng đứng lên trên với gia tốc a không đổi. Hòn bi chuyển động như thế nào? Mô tả và tìm các đặc trưng chuyển động của nó.



BÀI II

Một bình hình trụ thành mỏng, diện tích tiết diện ngang S , đặt thẳng đứng. Trong bình có một pittông, khối lượng M , bề dày không đáng kể. Pittông được nối với mặt trên của bình bằng một lò xo có độ cứng k (hình vẽ). Trong bình và ở phía dưới pittông có một lượng khí lí tưởng đơn nguyên tử, khối lượng m , khối lượng mol là μ . Lúc đầu nhiệt độ của khí trong bình là T_1 . Biết rằng chiều dài của lò xo khi không biến dạng vừa bằng chiều cao của bình, phía trên pittông là chân không. Bỏ qua khối lượng của lò xo và ma sát giữa pittông với thành bình. Bình và pittông làm bằng các vật liệu cách nhiệt lý tưởng.



Người ta nung nóng khí trong bình đến nhiệt độ T_2 ($T_2 > T_1$) sao cho pittông dịch chuyển thật chậm.

1. Tìm độ dịch chuyển của pittông.
2. Tính nhiệt lượng đã truyền cho khối khí.

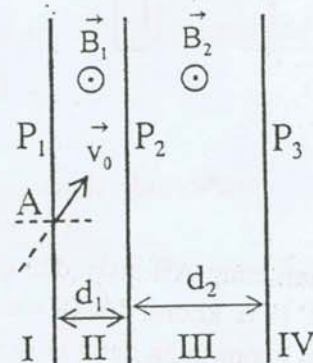
BÀI III

Ba mặt phẳng song song P_1 , P_2 và P_3 cách nhau $d_1 = 2 \text{ cm}$ và $d_2 = 4 \text{ cm}$, phân không gian thành 4 vùng I, II, III và IV. Trong vùng II và III người ta tạo ra từ trường đều có vectơ cảm ứng từ \vec{B}_1 và \vec{B}_2 song song với ba mặt phẳng trên và có chiều như hình vẽ. Hạt proton trong vùng I được tăng tốc bởi hiệu điện thế U , sau đó được đưa vào vùng II tại điểm A trên mặt phẳng P_1 với vận tốc \vec{v}_0 hợp với pháp tuyến của P_1 một góc 60° .

Bỏ qua tác dụng của trọng trường. Cho biết khối lượng và điện tích của proton tương ứng là $m = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ và $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

1. Tìm giá trị của U , biết rằng hạt đi sang vùng III với vận tốc hướng vuông góc với P_2 và cảm ứng từ $B_1 = 1 \text{ T}$.

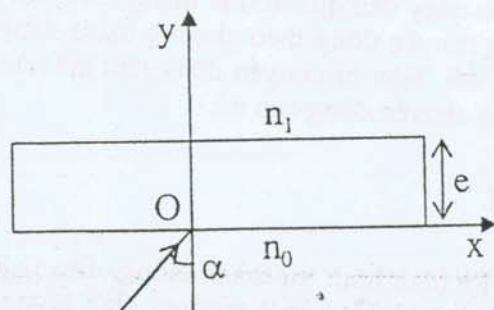
2. Cho biết hạt ra khỏi vùng III theo hướng vuông góc với vectơ \vec{v}_0 tại A. Tính cảm ứng từ B_2 .



BÀI IV

Giữa hai môi trường trong suốt chiết suất n_0 và n_1 ($n_0 > n_1 > 1$) có một bản hai mặt song song bề dày e . Bản mặt được đặt dọc theo trục Ox của hệ tọa độ Oxy như hình vẽ. Chiết suất của bản mặt chỉ thay đổi theo phương vuông góc với bản mặt theo quy luật $n = n_0 \sqrt{1 - ky}$, với

$$k = \frac{n_0^2 - n_1^2}{en_0^2}.$$



Từ môi trường chiết suất n_0 có một tia sáng đơn sắc chiếu tới điểm O trên bản mặt, theo phương hợp với Oy một góc α .

Lập phương trình xác định đường truyền của tia sáng trong bản mặt.

-----HẾT-----

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

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO . KÌ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
LỚP 12 THPT NĂM 2006

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ, Bảng B

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

Ngày thi thứ hai: 24/2/2006

(Đề thi gồm 02 trang)

BÀI I

Một vật hình cầu bán kính R đang đứng yên trên tấm gỗ mỏng CD . Mật độ khối lượng của vật phụ thuộc vào khoảng cách r đến tâm của nó theo quy luật:

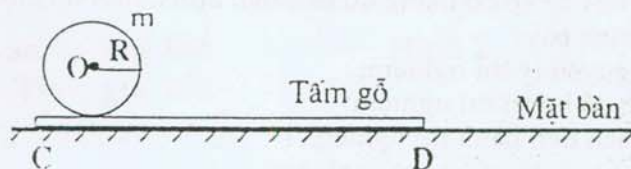
$$\rho = \frac{3m}{7\pi R^3} \left(1 + \frac{r}{R} \right); \quad m \text{ là một hằng số dương.}$$

Tấm gỗ được kéo trên mặt bàn nằm ngang theo chiều DC với gia tốc không đổi a (xem hình vẽ). Kết quả là vật lăn không trượt về phía D được đoạn l và rơi xuống mặt bàn. Hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt bàn là k , gia tốc trọng trường là g .

1. Tính khối lượng và mô men quán tính của vật đối với trục quay qua tâm của nó.

2. Hãy xác định thời gian vật lăn trên tấm gỗ và gia tốc tâm O của vật đối với mặt bàn.

3. Tại thời điểm vật rơi khỏi tấm gỗ vận tốc góc của vật bằng bao nhiêu?



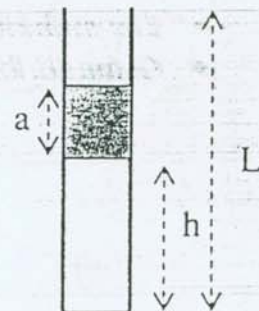
BÀI II

Một ống hình trụ, thành cách nhiệt, miệng hở, chiều cao L được đặt thẳng đứng. Trong ống có một cột thủy ngân chiều cao a . Dưới cột thủy ngân có chứa ν mol khí lí tưởng đơn nguyên tử, chiều cao h ($h < L - a$), ở nhiệt độ T_0 (hình vẽ). Áp suất khí quyển là P_0 mmHg. Người ta nung nóng khí sao cho cột thủy ngân chuyển động rất chậm. Bỏ qua ma sát giữa thủy ngân và thành ống.

Giả thiết trong quá trình nung nóng khí, sự trao đổi nhiệt giữa khí và thủy ngân là không đáng kể.

1. Nhiệt độ khối khí thay đổi như thế nào trong suốt quá trình cột thủy ngân trào ra khỏi ống?

2. Tính nhiệt lượng tối thiểu cần truyền cho khối khí để thủy ngân chảy hoàn toàn ra khỏi ống.

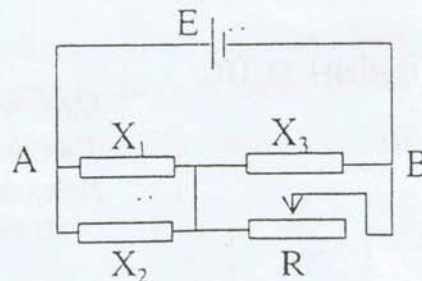


BÀI III

Trong sơ đồ bên, X_1, X_2, X_3 là các dụng cụ phi tuyến giống nhau, cường độ dòng điện I qua mỗi dụng cụ phụ thuộc vào hiệu điện thế U giữa hai cực của nó theo quy luật: $I = k\sqrt{U}$, trong đó k là hằng số. Nguồn điện có suất điện động E , điện trở trong không đáng kể. R là một biến trở.

1. Phải điều chỉnh cho biến trở có giá trị bằng bao nhiêu để công suất toả nhiệt trên biến trở đạt cực đại?

2. Tháo bỏ biến trở. Cường độ dòng điện qua đoạn mạch AB phụ thuộc vào hiệu điện thế U_{AB} như thế nào?



BÀI IV

Có một bóng điện 2,5V - 0,1W; dây tóc đèn có bán kính rất nhỏ nên khi có dòng điện chạy qua là nóng lên rất nhanh.

Để dùng nó làm hoá kế quang học, người ta cần phải đo chính xác điện trở của nó ở nhiệt độ phòng.

Hãy đề xuất phương án thí nghiệm để tiến hành phép đo ấy.

Dụng cụ được dùng:

- 1 pin 1,5V;
- 1 biến trở;
- 1 mV kế số có thang đo từ 0 đến 2000mV, mỗi độ chia ứng với 1mV, sai số $\pm 3\text{mV}$; điện trở nội rất lớn.
- 1 mA kế số có thang đo từ 0 đến 2mA, mỗi độ chia ứng với 1 μA , sai số $\pm 3\mu\text{A}$.

Hãy trình bày:

1. Nguyên lý thí nghiệm;
2. Sơ đồ bố trí thí nghiệm;
3. Cách tiến hành thí nghiệm;
4. Cách sử lý số liệu thí nghiệm.

-----HẾT-----

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

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

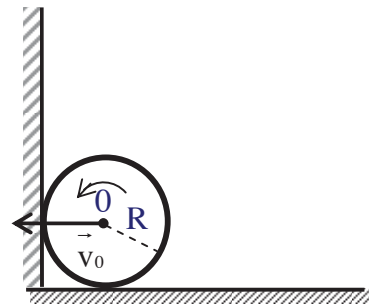
Thời gian: 180 phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi: 08/02/2007

(Đề thi gồm 3 trang, có 7 câu)

Câu 1 (3,0 điểm)

Một khối trụ đặc có bán kính R , chiều cao h , khối lượng m , lăn không trượt trên mặt sàn nằm ngang rồi va vào một bức tường thẳng đứng cố định (trục của khối trụ luôn song song với mặt sàn và tường). Biết hệ số ma sát giữa khối trụ và bức tường là μ ; vận tốc của trục khối trụ trước lúc va chạm là v_0 ; sau va chạm thành phần vận tốc theo phương ngang của trục giảm đi một nửa về độ lớn; mômen quán tính đối với trục của khối trụ là $I = \frac{2}{5}mR^2$ (hình vẽ). Bỏ qua tác dụng của trọng lực trong lúc va chạm và bỏ qua ma sát lăn.

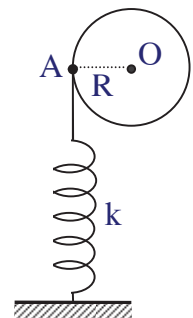


a. Biết mật độ khối lượng ρ tại một điểm của khối trụ phụ thuộc vào khoảng cách r từ điểm đó đến trục của nó theo quy luật $\rho = A(1 + \frac{r^2}{R^2}) \frac{m}{R^2 h}$. Tìm hệ số A .

b. Tính động năng của khối trụ và góc giữa phương chuyển động của nó với phương nằm ngang ngay sau khi va chạm. Áp dụng bằng số cho trường hợp $\mu = \frac{1}{8}$ và $\mu = \frac{1}{5}$.

Câu 2 (2,0 điểm)

Một đĩa tròn đồng chất, khối lượng m , bán kính R , có thể quay quanh một trục cố định nằm ngang đi qua tâm O của đĩa (hình vẽ). Lò xo có độ cứng k , một đầu cố định, một đầu gắn với điểm A của vành đĩa. Khi OA nằm ngang thì lò xo có chiều dài tự nhiên. Xoay đĩa một góc nhỏ α_0 rồi thả nhẹ. Coi lò xo luôn có phương thẳng đứng và khối lượng lò xo không đáng kể.



a. Bỏ qua mọi sức cản và ma sát. Tính chu kỳ dao động của đĩa.

b. Thực tế luôn tồn tại sức cản của không khí và ma sát ở trục quay.

Coi mômen cản M_c có biểu thức là $M_c = \frac{kR^2}{200}$. Tính số dao động của đĩa trong trường hợp $\alpha_0 = 0,1 \text{ rad}$.

Câu 3 (3,0 điểm)

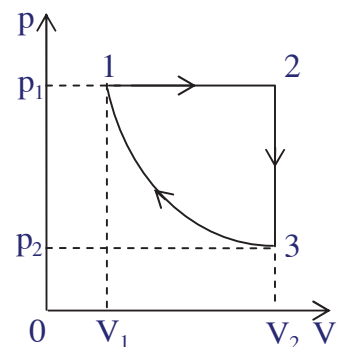
Một mol khí lý tưởng thực hiện chu trình thuận nghịch 1231 được biểu diễn trên hình vẽ. Biết:

- Nội năng U của một mol khí lý tưởng có biểu thức $U = kRT$. Trong đó k là hệ số có giá trị tùy thuộc vào loại khí lý tưởng ($k = 1,5$ với khí đơn nguyên tử; $k = 2,5$ với khí lưỡng nguyên tử); R là hằng số khí; T là nhiệt độ tuyệt đối.

- Công mà khí thực hiện trong quá trình đẳng áp 1-2 gấp n lần công mà ngoại lực thực hiện để nén khí trong quá trình đoạn nhiệt 3-1.

a. Tìm hệ thức giữa n , k và hiệu suất h của chu trình.
b. Cho biết khí nói trên là khí lưỡng nguyên tử và hiệu suất $h = 25\%$. Hãy tính n .

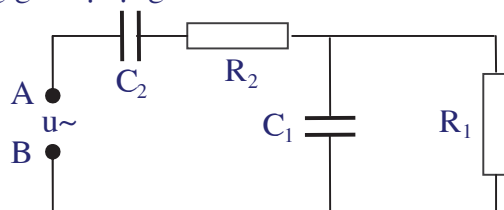
c. Giả sử khối khí lưỡng nguyên tử trên thực hiện một quá trình thuận nghịch nào đó được biểu diễn trong mặt phẳng pV bằng một đoạn thẳng có đường kéo dài đi qua gốc tọa độ. Tính nhiệt dung của khối khí trong quá trình đó.

**Câu 4 (3,0 điểm)**

Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $C_1 = C$, $C_2 = 2C$, $R_1 = R$, $R_2 = 2R$. Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào 2 điểm A và B có biểu thức $u = U_0 \cos \omega t$, trong đó biên độ U_0 được giữ không đổi còn tần số góc ω có thể thay đổi trong một khoảng giá trị rộng.

a. Hiệu điện thế hiệu dụng U_1 giữa hai đầu điện trở R_1 có thể đạt giá trị cực đại bằng bao nhiêu?

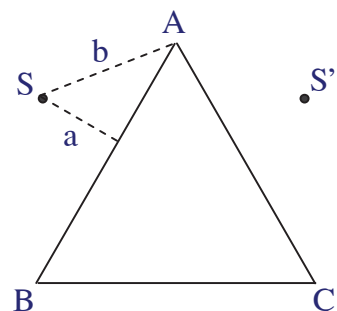
b. Khi U_1 đạt giá trị cực đại thì hiệu điện thế hiệu dụng U_2 giữa hai đầu điện trở R_2 đạt giá trị nào?

**-Câu 5 (3,0 điểm)**

Người ta đặt trong không khí một lăng kính có tiết diện thẳng là tam giác đều ABC. Điểm sáng S đặt cách mặt bên AB của lăng kính một đoạn $a = 30\text{cm}$ và cách cạnh A một đoạn $b = 50\text{cm}$. Chiết suất của lăng kính là $n = \sqrt{2}$. Gọi S' là điểm đối xứng của S qua mặt phẳng phân giác của góc chiết quang A (hình vẽ).

a. Hãy xác định đường đi của tia sáng truyền từ S qua lăng kính tới S'.

b. Tính thời gian truyền của ánh sáng từ S đến S'.

**Câu 6 (3,0 điểm)**

Giả sử có một nguồn sáng S gắn với gốc O của hệ quy chiếu quán tính K phát ra sóng điện từ đơn sắc lan truyền dọc theo trục Ox. Một máy thu gắn với gốc O' của hệ K'. Hệ K'

có các trục song song với các trục tương ứng của hệ K và chuyển động với vận tốc v dọc theo trục Ox.

Sử dụng công thức biến đổi Lorentz, tính hiệu số $\Delta f = f - f'$ giữa tần số f của sóng điện từ mà nguồn phát ra và tần số f' của sóng điện từ mà máy thu nhận được. Áp dụng cho các trường hợp sau:

a. Tên lửa A rời bệ phóng đặt trên một trạm quỹ đạo địa tĩnh với vận tốc $0,6c$ (c là vận tốc ánh sáng trong chân không), máy phát bức xạ trên tên lửa A làm việc với bước sóng 1000 \AA . Tìm bước sóng của bức xạ mà máy thu đặt ở bệ phóng nhận được.

b. Tên lửa B rời bệ phóng với vận tốc $0,8c$ ngược lại với tên lửa A (đã nói ở trên). Máy thu trên tên lửa này nhận được bức xạ có bước sóng bằng bao nhiêu?

Câu 7 (3,0 điểm)

Trong một thí nghiệm để đo đồng thời nhiệt dung riêng C , hệ số nhiệt điện trở α , điện trở R_0 tại 0°C của một điện trở kim loại có khối lượng m , người ta sử dụng các dụng cụ và linh kiện sau:

- Hai hộp điện trở R_1, R_2 đọc được các trị số điện trở;
- Hai điện trở R_1, R_2 đã biết trị số;
- Một tụ điện C_1 ;
- Một nguồn điện xoay chiều, một nguồn điện một chiều;
- Một ampe kế điện trở nhỏ có thể đo được dòng một chiều và xoay chiều;
- Một điện kế có số không ở giữa bảng chia;
- Một đồng hồ (đo thời gian);
- Một nhiệt lượng kế có nhiệt dung riêng C_1 , khối lượng m_1 , chứa một lượng chất lỏng khối lượng m_2 có nhiệt dung riêng C_2 ;
- Các dây nối, đảo mạch.

a. Hãy thiết kế mạch điện để đồng thời đo được các tham số C, α, R_0 của điện trở nói trên. Vẽ sơ đồ đo.

b. Xây dựng các công thức cần thiết.

c. Nêu trình tự thí nghiệm, cách xây dựng biểu bảng và vẽ đồ thị, cách khắc phục sai số.

----- HẾT -----

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

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

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

Ngày thi: 29/01/2008

(Đề thi có 03 trang, gồm 07 câu)

BẢN CHÍNH

Câu 1 (3,0 điểm)

Sợi dây không dẫn, khối lượng không đáng kể, được vắt qua ròng rọc cố định, hai đầu buộc vào hai vật nặng m_1 và m_2 ($m_1 < m_2$). Ròng rọc có khối lượng M , bán kính R và có một khe hẹp để phanh lại khi chốt G găm vào đó (hình vẽ). Biết hệ số ma sát trượt giữa dây và ròng rọc là k . Bỏ qua ma sát ở ổ trục của ròng rọc. Lúc đầu ròng rọc bị chốt lại, hệ ở trạng thái cân bằng.

1. Khi chốt G rời khỏi ròng rọc, hệ bắt đầu chuyển động. Tính gia tốc a và vận tốc của các vật khi ròng rọc quay được một vòng.

2. Ngay sau khi ròng rọc quay được một vòng, chốt G lại găm tức thời vào khe của ròng rọc làm cho dây bị trượt trên ròng rọc. Biết rằng trên đoạn dl của phần dây tiếp xúc với ròng rọc thì lực căng T của dây biến thiên một

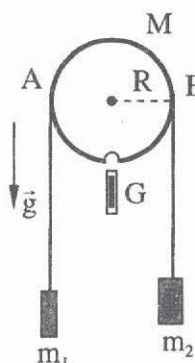
lượng theo quy luật $dT = \frac{k}{R} T dl$.

Hãy xác định gia tốc a' của các vật và các lực căng T_1, T_2 tại các điểm A và B tương ứng là nơi dây bắt đầu tiếp xúc với ròng rọc.

3. Tính vận tốc của các vật sau thời gian t kể từ thời điểm dây bị trượt trên ròng rọc.

Áp dụng bằng số: $m_1 = 1,0\text{kg}$; $m_2 = 1,5\text{kg}$; $k = 0,2$; $t = 2\text{s}$; $M = 1,0\text{kg}$ và $R = 0,1\text{m}$. Cho mô men quán tính của ròng rọc đối với trục quay là

$$I = \frac{MR^2}{2}.$$



Câu 2 (3,0 điểm)

Một quả bóng cao su hình cầu, vỏ rất mỏng, được bơm căng bằng khí hiđrô (khí lưỡng nguyên tử) nằm lơ lửng trong một bình thủy tinh. Bình thủy tinh được nối với một bơm chân không. Lúc đầu áp suất của khí trong quả bóng là p_1 , áp suất khí trong bình là p_2 và đường kính của quả bóng là d_0 .

1. Chứng minh rằng giữa p_1 và p_2 có hệ thức $p_1 = p_2 + \frac{4W}{d_0}$

với W là công cần thực hiện để tăng diện tích mặt ngoài của vỏ quả bóng lên một đơn vị diện tích; W có giá trị không đổi.

2. Cho biết $p_2 = \frac{15}{16} p_1$. Cho bơm hoạt động để hút hết khí trong bình (hút chân không).

Xét hai trường hợp:

a. Quá trình bơm được thực hiện một cách từ từ để cho nhiệt độ của hệ không thay đổi.

b. Quá trình bơm được thực hiện rất nhanh.

Tính bán kính lớn nhất của quả bóng sau từng quá trình bơm trên. So sánh hai kết quả thu được và giải thích tại sao chúng khác nhau.

Câu 3 (3,0 điểm)

Một hạt mang điện $-q$ ($q > 0$), khối lượng m chuyển động trong điện trường gây bởi các ion dương. Các ion dương phân bố đều với mật độ điện tích ρ trong vùng không gian dạng khối trụ, bán kính R , trục đối xứng là xx' và đủ dài.

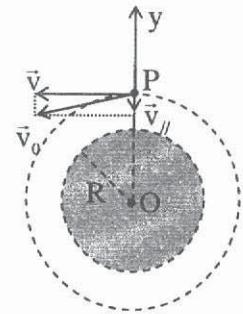
Giả sử các lực khác tác dụng lên hạt là rất nhỏ so với lực điện và trong khi chuyển động hạt không va chạm với các ion dương. Xét hai trường hợp sau:

1. Hạt chuyển động trong mặt phẳng chứa trục đối xứng xx' :

Lúc đầu hạt ở điểm M cách trục một đoạn $a < R$ và có vận tốc \vec{v}_0 hướng theo phương của trục. Giá trị v_0 phải bằng bao nhiêu để sau khi hạt đi được một khoảng L (tính dọc theo trục) thì nó tới điểm N nằm cùng phía với M so với trục xx' và cách trục một đoạn $\frac{a}{2}$?

2. Hạt chuyển động trong mặt phẳng vuông góc với trục đối xứng xx' :

Lúc đầu hạt ở điểm P cách trục một khoảng $b > R$, có vận tốc \vec{v}_0 nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục đối xứng. Lấy giao điểm O của mặt phẳng này với trục xx' làm tâm, vẽ một vòng tròn bán kính b qua P và phân tích $\vec{v}_0 = \vec{v} + \vec{v}_{//}$, trong đó \vec{v} có phương tiếp tuyến với vòng tròn còn $\vec{v}_{//}$ hướng dọc theo phương bán kính. Giả sử $v_{//} \ll v$.



a. Chứng minh rằng hạt chuyển động tuần hoàn theo phương bán kính đi qua hạt.

b. Tìm độ lớn của v và chu kỳ T .

c. Tính khoảng cách l từ P tới hạt sau khoảng thời gian $t = n \frac{T}{2}$ (n nguyên, dương).

Câu 4 (3,0 điểm)

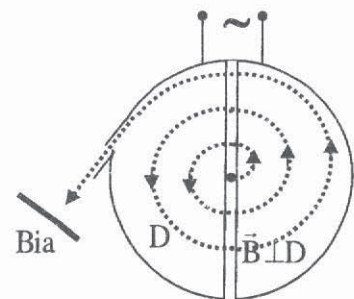
Một quang hệ gồm một thấu kính hội tụ mỏng có tiêu cự f và một gương phẳng được đặt sao cho trục chính của thấu kính vuông góc với gương và mặt phản xạ của gương hướng về phía thấu kính. Khoảng cách giữa thấu kính và gương là l .

1. Chứng tỏ rằng quang hệ trên tương đương với một gương cầu. Nêu cách xác định vị trí của tiêu điểm, tâm và đỉnh của gương cầu đó.

2. Khoảng cách l cần phải thỏa mãn điều kiện gì để quang hệ trên tương đương với một gương cầu lõm hoặc tương đương với một gương cầu lồi?

Câu 5 (3,0 điểm)

Xiclotrôn là máy gia tốc hạt tích điện đầu tiên của vật lý hạt nhân (1931). Nó gồm có hai hộp rỗng có dạng trụ nửa hình tròn gọi là các D, đặt cách nhau một khoảng rất nhỏ (khe) trong một buồng đã rút hết không khí (hình vẽ). Các D được nối với hai cực của một nguồn điện xoay chiều để giữa hai D có một hiệu điện thế với độ lớn U xác định, nhưng dấu lại thay đổi một cách tuần hoàn theo thời gian với tần số f nào đó. Một nam châm điện mạnh tạo ra một từ trường đều, có vector cảm ứng từ \vec{B} vuông góc với mặt các D (mặt phẳng hình vẽ). Giữa hai thành khe của xiclotrôn có một nguồn phát ra hạt α (khối lượng m_α) với vận tốc ban đầu là $v_0 = 10^7 \text{ m/s}$ vuông góc với khe, lúc ấy người ta điều chỉnh nguồn điện để cho D bên phải tích điện âm, D bên trái tích điện dương. Sau đó hạt α chuyển động với vận tốc tăng dần cho đến khi đủ lớn thì nó được lái ra ngoài cho đập vào các bia để thực hiện các phản ứng hạt nhân.



Cho $m_\alpha = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, điện tích nguyên tố $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $B = 1 \text{ T}$, $U = 2 \cdot 10^5 \text{ V}$.

1. Chứng minh rằng trong lòng các D quỹ đạo của hạt α là nửa đường tròn. Tìm mối liên hệ của bán kính quỹ đạo vào khối lượng, vận tốc, điện tích của hạt α và vào cảm ứng từ B . Với chiều đi của hạt α như trong hình vẽ thì \vec{B} hướng ra trước hay sau mặt phẳng hình vẽ?

2. Nếu lần nào đi qua khe hạt α cũng chuyển động cùng chiều với điện trường do U sinh ra thì lần nào nó cũng được tăng tốc. Để có sự đồng bộ này, f phải thoả mãn điều kiện gì và lấy giá trị bằng bao nhiêu? Tính vận tốc v_n của hạt α khi đi trên nửa đường tròn thứ n và bán kính R_n của nửa đường tròn đó.

Nếu bán kính của nửa đường tròn cuối là 0,5m thì hạt α đã chuyển động được khoảng bao nhiêu vòng? Tính vận tốc trước khi ra ngoài của nó?

3. Nếu tần số f lấy giá trị như đã tính ở ý 2 (của câu này) và giữ không đổi, đồng thời tiếp tục cho hạt α chuyển động tăng tốc đến vận tốc ngưỡng $v_{ng} \approx 10^5$ km/s, thì không điều chỉnh đồng bộ được nữa.

- Giải thích nguyên nhân.
- Nêu mối liên hệ tốc độ góc của hạt α với f.
- Để sự tăng tốc của hạt α đồng bộ với sự đảo chiều của hiệu điện thế thì bán kính tối đa của các D bằng bao nhiêu?

Câu 6 (2,0 điểm)

Xét quá trình va chạm giữa photon và electron tự do đứng yên.

1. Chứng minh rằng trong quá trình va chạm này, năng lượng và xung lượng của photon không được truyền hoàn toàn cho electron.

2. Sau va chạm, electron sẽ nhận được một phần năng lượng của photon và chuyển động "giật lùi", còn photon thì bị tán xạ (tán xạ Compton). Tính độ dịch chuyển bước sóng trước và sau va chạm của photon.

3. Giả sử photon tới có năng lượng $\epsilon = 2E_0$, còn electron "giật lùi" có động năng $W_d = E_0$ (ở đây $E_0 = 0,512$ MeV là năng lượng nghỉ của electron). Tính góc "giật lùi" của electron (góc giữa hướng photon tới và hướng chuyển động của electron).

Câu 7 (3,0 điểm)

Trong một thí nghiệm xác định mật độ hạt electron tự do trong thanh kim loại, người ta sử dụng các dụng cụ và thiết bị sau:

- Một nam châm vĩnh cửu hình chữ U;
- Một nguồn điện một chiều;
- Một biến trở;
- Một vôn kế có nhiều thang đo;
- Một thanh kim loại bằng đồng, mỏng, đồng chất, tiết diện đều hình chữ nhật;
- Thước đo chiều dài;
- Cuộn chỉ;
- Cân đòn (cân khối lượng);
- Dây nối, khoá K.

- Xây dựng các công thức cần sử dụng.
- Vẽ các sơ đồ thí nghiệm. Nêu các bước tiến hành thí nghiệm.
- Trình bày cách xây dựng bảng biểu và đồ thị trong xử lý số liệu. Cách khắc phục sai số.
(Biết khe giữa hai cực từ của nam châm hình chữ U đủ lớn để có thể đưa các dụng cụ cần thiết vào trong đó).

----- HẾT -----

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

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

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

Ngày thi: 25/02/2009

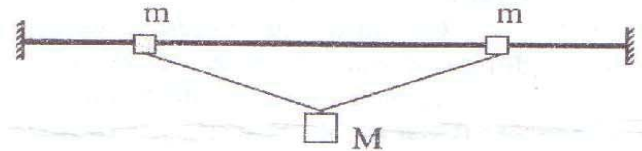
(Đề thi có 02 trang, gồm 07 câu)

Câu 1 (3,0 điểm)

Trên một thanh thẳng đặt cố định nằm ngang có hai vòng nhỏ nối với nhau bằng một sợi dây mảnh, nhẹ, không dẫn, chiều dài $L = 2$ mét. Khối lượng mỗi vòng là $m = 1$ kg. Ở điểm giữa của dây có gắn một vật nặng khối lượng $M = 10/9$ kg. Lúc đầu giữ vật và hai vòng sao cho dây không căng nhưng nằm thẳng dọc theo thanh ngang.

Thả cho hệ vật chuyển động. Bỏ qua ma sát. Lấy giá trị của gia tốc rơi tự do $g = 10 \text{ m/s}^2$.

1. Tìm tốc độ lớn nhất của vòng.
2. Tìm tốc độ lớn nhất của vật, lực căng của dây ở thời điểm vật có tốc độ lớn nhất.



Hình 1

Câu 2 (3,0 điểm)

Dùng máy lạnh để làm đông đặc 2 kg nước thành nước đá ở 0°C . Nhiệt độ môi trường là 30°C . Cho biết ẩn nhiệt nóng chảy của nước đá là $\lambda = 334 \text{ kJ/kg}$ và nhiệt dung riêng của nước là $C = 4,18 \text{ kJ/kg.K}$.

Tính công tối thiểu cần tiêu thụ trong hai trường hợp:

1. Ban đầu nước có nhiệt độ 0°C .
2. Ban đầu nước có nhiệt độ bằng nhiệt độ của môi trường.

Câu 3 (3,0 điểm)

Một điểm sáng chuyển động từ rất xa, với tốc độ v_0 không đổi trên quỹ đạo là một đường thẳng tạo góc nhỏ α đối với trục chính của một thấu kính hội tụ có tiêu cự f , hướng về phía thấu kính. Quỹ đạo của điểm sáng cắt trục chính nối trên tại một điểm cách thấu kính một khoảng bằng $2f$.

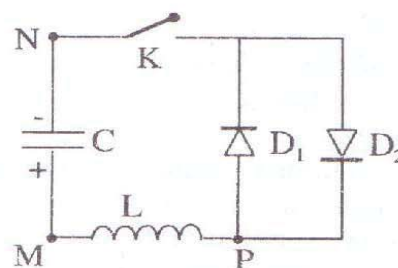
1. Tính tốc độ tương đối nhỏ nhất giữa vật và ảnh thật của nó.
2. Khi tốc độ tương đối giữa vật và ảnh thật của nó nhỏ nhất thì khoảng cách giữa điểm sáng và ảnh của nó bằng bao nhiêu?

Câu 4 (3,0 điểm)

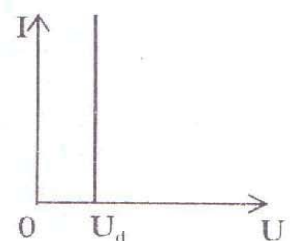
Hình 2 vẽ một mạch dao động gồm một tụ điện, một cuộn dây thuần cảm, hai diốt giống nhau, khoá K và các dây nối. Tích của giá trị điện dung C của tụ điện và độ tự cảm L của cuộn dây không đổi và bằng $1/\omega^2$. Đường đặc trưng vôn-ampe của các diốt D_1 và D_2 được cho ở hình 3, với U_d là hiệu điện thế ngưỡng của diốt.

Bỏ qua điện trở của khoá K và các dây nối. Lúc đầu khoá K mở và tụ điện được tích điện đến hiệu điện thế $U_0 = (6 + k)U_d$, với k là một số không đổi ($0 < k < 1$). Ở thời điểm $t = 0$ khoá K được đóng.

1. Viết biểu thức biểu diễn sự biến đổi của hiệu điện thế u_{MN} theo thời gian.
2. Vẽ đồ thị của hàm số $u_{MN}(t)$ với các giá trị $\omega = 2000 \text{ rad/s}$, $U_d = 0,7 \text{ V}$, $U_0 = 4,5 \text{ V}$.



Hình 2



Hình 3

Câu 5 (2,0 điểm)

Giả sử trong không gian $Oxyz$ có một trường lực. Một vật khi đặt trong đó sẽ chịu tác dụng của một lực, lực này có cường độ $F = kr$ (k là hằng số) và luôn hướng về O , với $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ là khoảng cách từ vị trí đặt vật đến tâm O .

Lúc đầu một hạt có khối lượng m , điện tích $q > 0$ chuyển động trong trường lực trên. Đứng vào thời điểm hạt có vận tốc bằng 0 tại điểm có tọa độ $(R, 0, 0)$ thì người ta đặt một từ trường đều có cảm ứng từ \vec{B} dọc trục Oz . Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Xét chuyển động của hạt kể từ thời điểm trên.

1. Tìm các tần số đặc trưng của hạt.
2. Viết phương trình chuyển động của hạt.

Gợi ý: Nghiệm của một số hệ phương trình vi phân tuyến tính có thể tìm dưới dạng $\sin(\omega t + \varphi)$, $\cos(\omega t + \varphi)$.

Câu 6 (3,0 điểm)

Giả sử hệ quy chiếu K và K' có các trục tọa độ tương ứng song song với nhau và hệ K' chuyển động dọc trục Ox của K với vận tốc v .

1. Nếu một chất điểm chuyển động trong mặt phẳng Oxy của hệ K theo phương hợp với trục Ox góc θ với tốc độ là u , thì người quan sát trong hệ K' sẽ quan sát thấy vật chuyển động trong mặt phẳng $O'x'y'$ theo phương hợp với trục $O'x'$ góc θ' với tốc độ là u' . Cho các công thức của định lý cộng vận

tốc trong thuyết tương đối: $u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{v}{c^2} u'_x}$, $u_y = \frac{u'_y \sqrt{1 - \beta^2}}{1 + \frac{v}{c^2} u'_x}$, $u_z = \frac{u'_z \sqrt{1 - \beta^2}}{1 + \frac{v}{c^2} u'_x}$, trong đó $\vec{u} = (u_x, u_y, u_z)$ và

$\vec{u}' = (u'_x, u'_y, u'_z)$ là vận tốc của vật tương ứng trong hệ K và K' ; $\beta = v/c$; c là tốc độ ánh sáng trong chân không. Hãy tìm mối quan hệ giữa θ và θ' .

2. Áp dụng cho ánh sáng trong trường hợp $v \ll c$, chứng minh công thức quang sai:

$$\Delta\theta = \theta' - \theta = \frac{v}{c} \sin \theta'$$

Câu 7 (3,0 điểm). Xác định độ rộng vùng cấm của chất bán dẫn bằng phương pháp đo hệ số nhiệt điện trở

Điện trở của dây nhiệt điện trở kim loại phụ thuộc vào nhiệt độ theo công thức $R = R_0(1 + \alpha t + \beta t^2)$, với các hệ số α, β biết trước; t là nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$); R_0 là điện trở dây ở nhiệt độ 0°C . Điện trở mẫu bán dẫn phụ thuộc vào nhiệt độ theo công thức $R_m = R_{om} \exp\left\{\frac{\Delta E_g}{2k_B T}\right\}$, với $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$; T là nhiệt độ mẫu; ΔE_g là

độ rộng vùng cấm; R_{om} là hệ số phụ thuộc vào từng mẫu bán dẫn.

1. Xử lý số liệu

Khi đo sự phụ thuộc điện trở mẫu bán dẫn theo nhiệt độ, người ta thu được bảng số liệu sau:

$t(^{\circ}\text{C})$	227	283	352	441	560	636
$R_m(\Omega)$	$2,65 \cdot 10^{10}$	$1,32 \cdot 10^9$	$1,08 \cdot 10^8$	$8,89 \cdot 10^6$	$4,42 \cdot 10^5$	$9,87 \cdot 10^4$

Xác định độ rộng vùng cấm của chất bán dẫn trên.

2. Phương án thực hành

Cho các dụng cụ:

- Lò nung mẫu quấn bằng dây nhiệt điện trở kim loại, - 02 biến trở,
- Mẫu bán dẫn được chế tạo dạng điện trở, - Nguồn điện 220 V,
- 02 ampe kế có nhiều thang đo, - Nguồn một chiều 50 V,
- 02 vôn kế có nhiều thang đo, - Nhiệt kế chỉ dùng để đo nhiệt độ phòng.

Coi nhiệt độ của lò nung bằng nhiệt độ của sợi đốt.

Yêu cầu:

- a. Trình bày cách đo, viết các công thức cần thiết và vẽ sơ đồ mắc mạch.
- b. Nêu các bước thí nghiệm, các bảng biểu và đồ thị cần vẽ.

HẾT

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

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

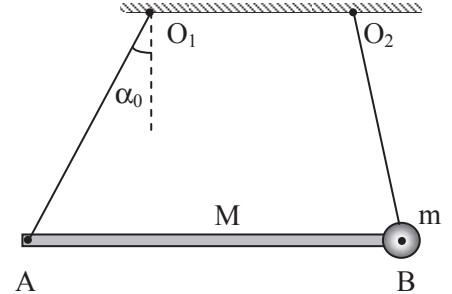
Thời gian: 180 phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi: 11/3/2010

(Đề thi có 02 trang, gồm 07 câu)

Câu 1. (3,0 điểm)

Một thanh cứng AB đồng chất, tiết diện đều, khối lượng M, chiều dài AB = L có gắn thêm một vật nhỏ khối lượng $m = M/4$ ở đầu mút B. Thanh được treo nằm ngang bởi hai sợi dây nhẹ, không dẫn O_1A và O_2B (hình vẽ). Góc hợp bởi dây O_1A và phương thẳng đứng là α_0 .

a. Tính lực căng T_0 của dây O_1A .b. Cắt dây O_2B , tính lực căng T của dây O_1A và gia tốc góc của thanh ngay sau khi cắt.

Câu 2. (2,5 điểm)

Người ta đưa một quả cầu bằng nước đá ở nhiệt độ $t_0 = 0^\circ\text{C}$ vào sâu và giữ đứng yên trong lòng một hồ nước rộng có nhiệt độ đồng đều $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Do trao đổi nhiệt, quả cầu bị tan dần. Giả thiết rằng sự trao đổi nhiệt giữa nước hồ và quả cầu nước đá chỉ do sự dẫn nhiệt. Biết hệ số dẫn nhiệt của nước là $k = 0,6 \text{ J.s}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{K}^{-1}$; nhiệt nóng chảy của nước đá là $\lambda = 334.10^3 \text{ J.kg}^{-1}$; khối lượng riêng của nước đá là $\rho = 920 \text{ kg.m}^{-3}$; nhiệt lượng truyền qua diện tích S vuông góc với phương truyền nhiệt trong thời gian dt

là $dQ = -kS \frac{dT}{dx} dt$ với $\frac{dT}{dx}$ là độ biến thiên nhiệt độ trên một đơn vị chiều dài theo phương truyền nhiệt.

Từ thời điểm quả cầu nước đá có bán kính $R_0 = 1,5 \text{ cm}$, hãy tìm:

a. Thời gian để quả cầu tan hết.

b. Thời gian để bán kính quả cầu còn lại một nửa.

Câu 3. (3,0 điểm)

Cho hệ trục tọa độ Oxyz có trục Oz hướng thẳng đứng lên trên. Trong vùng không gian $z \leq 0$ có một từ trường đều với vector cảm ứng từ $\vec{B} = (0, B, 0)$. Lúc đầu trong vùng không gian $z > 0$ (không có từ trường) có một vòng dây siêu dẫn, cứng, mảnh, hình tròn bán kính R, độ tự cảm L và có dòng điện không đổi cường độ I_0 chạy bên trong. Sau đó, vòng dây được đưa vào để treo trong vùng không gian $z < 0$ bằng một sợi dây mảnh không dẫn điện. Khi vòng dây nằm cân bằng bền trong từ trường, góc giữa vector \vec{B} và hình chiếu của nó trên mặt phẳng vòng dây là α .

a. Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của $\sin \alpha$ vào B.b. Cho $R = 8 \text{ cm}$, $L = 10 \text{ mH}$, $B = 0,5 \text{ T}$ và $I_0 = 2 \text{ A}$. Hãy tính công của lực từ cho đến khi 1/3 diện tích của vòng dây đã được kéo chậm ra khỏi vùng có từ trường.

Câu 4. (3,0 điểm)

Chiếu tia sáng trắng vào mặt bên của một lăng kính tam giác đều với góc tới $i = 45^\circ$. Do tán sắc, các tia sáng đơn sắc ló ra khỏi mặt bên thứ hai của lăng kính với các góc lệch khác nhau so với tia sáng trắng. Biết sự thay đổi chiết suất của lăng kính đối với các tia từ đỏ đến tím rất chậm, chiết suất đối với tia vàng là $n_v = 1,653$.

a. Tính góc lệch D_v của tia vàng sau khi ló ra khỏi lăng kính.b. Biết hai tia đơn sắc ló ra khỏi lăng kính hợp với nhau một góc $\Delta i'$ nhỏ. Tìm hiệu số chiết suất Δn của lăng kính đối với hai tia đơn sắc này. Áp dụng tính Δn nếu biết $\Delta i' = 2^\circ$.

Câu 5. (2,5 điểm)

Trong một đám mây hơi nước dày, mật độ đều có một giọt nước hình cầu bán kính rất nhỏ (coi như chất điểm) rơi xuống với vận tốc ban đầu bằng 0. Trong quá trình chuyển động trong đám mây, khối lượng của giọt nước tăng lên do nước trong đám mây bám vào. Giả sử tốc độ tăng khối lượng của giọt

nước tỉ lệ thuận với diện tích mặt ngoài của giọt nước và với vận tốc của nó theo một hệ số tỉ lệ k . Coi rằng giọt nước luôn có dạng hình cầu. Cho gia tốc trọng trường là g , khối lượng riêng của nước là ρ không đổi và bỏ qua lực cản. Biết rằng sau một thời gian đủ lớn, giọt nước vẫn ở trong đám mây và chuyển động với gia tốc không đổi. Trong quá trình giọt nước chuyển động với gia tốc không đổi đó, tìm khối lượng và vận tốc của giọt nước theo thời gian rơi.

Câu 6. (3,0 điểm)

Tốc độ ánh sáng trong chất lỏng đứng yên là c/n với c là tốc độ ánh sáng trong chân không và n là chiết suất chất lỏng. Người ta thấy rằng tốc độ ánh sáng u (đối với phòng thí nghiệm) trong một dòng chất lỏng chuyển động với vận tốc v (đối với phòng thí nghiệm) có thể biểu diễn dưới dạng:

$$u = \frac{c}{n} + kv$$

trong đó k được gọi là hệ số kéo theo.

a. Năm 1851 Fizeau làm thí nghiệm với dòng nước ($n = 4/3$) và đo được $k = 0,44$. Từ công thức cộng vận tốc trong thuyết tương đối hãy xác định lại giá trị của k .

b. Nếu sử dụng nguồn ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ và sự phụ thuộc của chiết suất chất lỏng vào bước sóng của ánh sáng theo quy luật $n(\lambda) = a + \frac{b}{\lambda^2}$ (a và b là các hệ số phụ thuộc vào loại chất lỏng) thì hệ số k bằng bao nhiêu?

Coi $v \ll c$ và $(1+x)^y \approx 1 + \gamma x$ khi $|x| \ll 1$.

Câu 7. Xác định đường kính của phân tử khí (3,0 điểm)

Trong ống hình trụ có đường kính nhỏ, chất khí chảy ổn định theo các đường dòng song song với trục ống. Tốc độ của các dòng chảy giảm dần từ trục ống ra thành ống do lực nội ma sát giữa các dòng chảy. Tốc độ dòng chảy lớn nhất ở trục ống và bằng 0 ở sát thành ống. Lực nội ma sát giữa hai lớp chất khí sát nhau là $f_{ms} = \eta A \frac{dv}{dr}$ với A là diện tích tiếp xúc giữa hai lớp chất khí, $\frac{dv}{dr}$ là độ biến thiên tốc độ trên một đơn vị chiều dài theo phương vuông góc với dòng chảy, η là độ nhớt mà giá trị của nó phụ thuộc vào đường kính phân tử khí d và nhiệt độ T của chất khí theo công thức sau:

$$\eta = \frac{2}{3d^2} \left(\frac{mk_B T}{\pi^3} \right)^{1/2}$$

với m là khối lượng phân tử khí, k_B là hằng số Boltzmann.

Cho các dụng cụ sau:

- Bình chứa khí nitơ có áp suất khí đầu ra không đổi;
- 01 van dùng để thay đổi lưu lượng chất khí;
- 01 ống mao quản hình trụ có chiều dài L , bán kính ống R ;
- 01 thiết bị đo lưu lượng khí;
- 01 áp kế nước hình chữ U;
- Nhiệt kế đo nhiệt độ phòng và các ống dẫn, khớp nối cần thiết.

Hãy:

a. Thiết lập công thức tính lưu lượng khí chảy qua ống theo kích thước ống, độ chênh lệch áp suất giữa hai đầu ống và độ nhớt của chất khí.

b. Đề xuất phương án thí nghiệm: vẽ sơ đồ thí nghiệm và nêu các bước tiến hành để xác định đường kính phân tử khí nitơ.

-----HẾT-----

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

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐỀ THI CHÍNH THỨC

KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
LỚP 12 THPT NĂM 2011

BẢN CHÍNH

Môn: **VẬT LÝ**

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

Ngày thi thứ nhất: **11/01/2011**

(Đề thi có 02 trang, gồm 05 câu)

Câu 1. (4,5 điểm)

Cho vật 1 là một bản mỏng đều, đồng chất, được uốn theo dạng lòng máng thành một phần tư hình trụ AB cứng, ngắn, có trục Δ , bán kính R và được gắn với điểm O bằng các thanh cứng, mảnh, nhẹ. Vật 1 có thể quay không ma sát quanh một trục cố định (trùng với trục Δ) đi qua điểm O . Trên Hình 1, OA và OB là các thanh cứng cùng độ dài R , OAB nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục Δ , chứa khối tâm G của vật 1, C là giao điểm của OG và lòng máng.

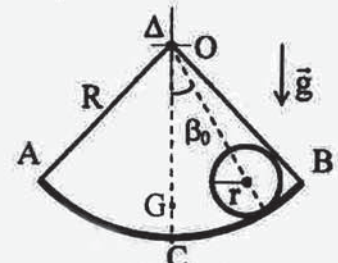
1. Tìm vị trí khối tâm G của vật 1.

2. Giữ cho vật 1 luôn cố định rồi đặt trên nó vật 2 là một hình trụ rỗng, mỏng, đồng chất, cùng chiều dài với vật 1, bán kính r ($r < R$), nằm dọc theo đường sinh của vật 1. Kéo vật 2 lệch ra khỏi vị trí cân bằng một góc nhỏ β_0 rồi thả nhẹ.

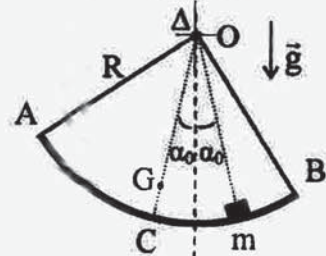
a) Tìm chu kỳ dao động nhỏ của vật 2. Biết rằng trong quá trình dao động, vật 2 luôn lăn không trượt trên vật 1.

b) Biết μ là hệ số ma sát nghỉ giữa vật 1 và vật 2. Tìm giá trị lớn nhất của góc β_0 để trong quá trình dao động điều hoà, vật 2 không bị trượt trên vật 1.

3. Thay vật 2 bằng một vật nhỏ 3. Vật 3 nằm trong mặt phẳng OAB . Kéo cho vật 1 và vật 3 lệch khỏi vị trí cân bằng sao cho G và vật 3 nằm về hai phía mặt phẳng thẳng đứng chứa Δ , với các góc lệch đều là α_0 như Hình 2, rồi thả nhẹ. Bỏ qua ma sát. Tìm khoảng thời gian nhỏ nhất để vật 3 đi tới C .



Hình 1



Hình 2

Câu 2. (4,5 điểm)

Một bình hình trụ chứa chất khí đơn nguyên tử, chiều dài L , diện tích đáy S , chuyển động dọc theo phương song song với trục của bình. Khối lượng khí trong bình là m . Thời điểm bình đang chuyển động với gia tốc a_0 ($a_0 > 0$), người ta bắt đầu làm cho gia tốc của bình giảm thật chậm tới giá trị $\frac{a_0}{2}$. Coi khí trong bình là khí lí tưởng. Giả thiết ở mỗi thời điểm, các phần tử khí có gia tốc như nhau và nhiệt độ đồng đều trong toàn khối khí. Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

1. Cho rằng nhiệt độ của khí luôn là T không đổi và $\frac{\mu a_0 L}{RT} \ll 1$, trong đó μ là khối lượng mol của chất khí, R là hằng số khí. Hãy tính:

a) Áp suất do khí tác dụng lên mỗi đáy bình khi gia tốc của bình là a .

b) Công do khối khí thực hiện trong quá trình giảm gia tốc trên.

2. Giả thiết bình hoàn toàn cách nhiệt và nhiệt độ khí thay đổi rất nhỏ trong quá trình giảm gia tốc. Biết nhiệt độ ban đầu của khối khí là T . Tìm độ biến thiên nhiệt độ của khối khí trong quá trình trên.

Câu 3. (3,5 điểm)

Một tụ điện trụ dài L , bán kính các bản tụ tương ứng là r và R . Không gian giữa hai bản tụ được lấp đầy bởi hai lớp điện môi cứng, cùng chiều dày, có hằng số điện môi tương ứng là ϵ_1 và ϵ_2 (Hình 3). Lớp điện môi ϵ_1 có thể kéo được ra khỏi tụ điện. Tụ điện được nối với hai cực của nguồn điện có hiệu điện thế U không đổi.



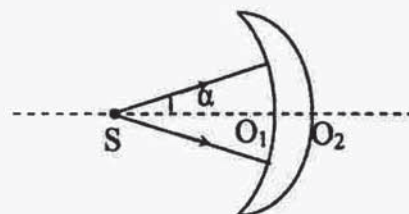
Hình 3

Ở thời điểm $t = 0$, lớp điện môi ϵ_1 bắt đầu được kéo ra khỏi tụ điện với tốc độ không đổi v . Giả thiết điện trường chỉ tập trung trong không gian giữa hai bản tụ, bỏ qua mọi ma sát. Xét trong khoảng $0 < t < \frac{L}{v}$ hãy:

1. Viết biểu thức điện dung của tụ theo thời gian t .
2. Tính lực điện tác dụng lên lớp điện môi ϵ_1 ở thời điểm t .
3. Xác định cường độ và chiều dòng điện qua nguồn.

Câu 4. (4,5 điểm)

Cho một thấu kính hội tụ lõm - lồi, bằng thủy tinh, chiết suất $n = 1,5$ như Hình 4. Mặt lõm có bán kính $R_1 = 5,5$ cm và có đỉnh tại O_1 . Mặt lồi có bán kính R_2 và đỉnh tại O_2 . Khoảng cách $O_1O_2 = 0,5$ cm. Một điểm sáng S được đặt tại đúng tâm của mặt lõm và chiếu một chùm tia có góc mở rộng vào mặt thấu kính.



Hình 4

1. Xét chùm sáng hình nón xuất phát từ S chiếu vào thấu kính với góc giữa đường sinh và trục hình nón là $\alpha = 15^\circ$. Với giá trị $R_2 = 3$ cm, hãy xác định vị trí điểm đầu và điểm cuối của dải các giao điểm của các phương tia sáng ló ra khỏi thấu kính và trục chính.

2. Tìm giá trị R_2 sao cho chùm tia ló ra khỏi thấu kính là một chùm tia đồng quy, rộng.

Câu 5. (3,0 điểm)

Trong nguyên tử hiđrô lúc đầu có electron chuyển động tròn với bán kính quỹ đạo $r = 2,12 \cdot 10^{-10}$ m quanh hạt nhân dưới tác dụng của lực Culông. Ta chỉ sử dụng các định luật vật lý cổ điển để nghiên cứu chuyển động của electron trong nguyên tử. Theo đó, khi electron chuyển động với gia tốc a thì nguyên tử sẽ bức xạ điện từ với công suất $P = \frac{2ke^2}{3c^3} a^2$ (trong đó $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; $k = 9 \cdot 10^9$ Nm²/C²). Coi gia tốc toàn phần a của electron là gia tốc hướng tâm. Hãy tính thời gian cần thiết để bán kính quỹ đạo giảm đến $r_0 = 0,53 \cdot 10^{-10}$ m và ước tính trong thời gian đó electron chuyển động trên quỹ đạo được bao nhiêu vòng.

-----HẾT-----

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

**Câu 1. (4,5 điểm)**

Một con lắc vật lý có khối lượng M , khối tâm tại G và có thể quay quanh trục nằm ngang đi qua điểm O nằm trên con lắc. Momen quán tính của con lắc đối với trục quay là I . Biết khoảng cách $OG = d$. Con lắc được thả từ vị trí có OG hợp với phương thẳng đứng một góc $\alpha_0 = 60^\circ$ (G phía dưới O). Bỏ qua ma sát ở trục quay và lực cản môi trường.

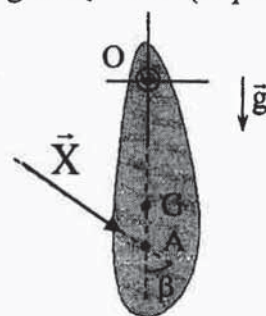
1. Tính độ lớn phản lực của trục quay lên con lắc khi OG hợp với phương thẳng đứng một góc α .

2. Tính gia tốc toàn phần lớn nhất của khối tâm con lắc trong quá trình dao động.

3. Khi con lắc đang ở vị trí cân bằng thì chịu tác dụng một xung lượng \vec{X} của lực \vec{F} trong thời gian rất ngắn Δt theo phương đi qua điểm A trên trục OG (lực \vec{F} hợp với OG góc β , xem Hình 1).

a) Xác định xung lượng của lực do trục quay tác dụng lên con lắc trong thời gian tác dụng Δt .

b) Xác định góc β và vị trí điểm A để xung lượng của lực tác dụng lên trục quay bằng không.



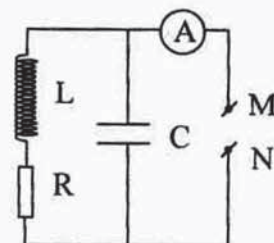
Hình 1

Câu 2. (4,0 điểm)

Cho mạch điện như Hình 2. Cuộn dây có độ tự cảm L , tụ điện có điện dung C , điện trở có giá trị R . Biết điện áp giữa M và N là $u_{MN} = U_0 \cos^2 \omega t$, với ω có thể thay đổi được nhưng U_0 không đổi. A là ampe kế nhiệt, các phần tử trong mạch được coi là lí tưởng.

1. Tìm giá trị ω để thành phần xoay chiều của dòng điện qua ampe kế có biên độ không phụ thuộc vào điện trở R . Xác định số chỉ của ampe kế trong trường hợp này.

2. Tìm giá trị ω để số chỉ của ampe kế là nhỏ nhất. Biết rằng $\frac{L}{C} > R^2$.



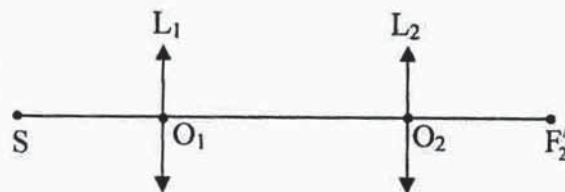
Hình 2

Câu 3. (4,0 điểm)

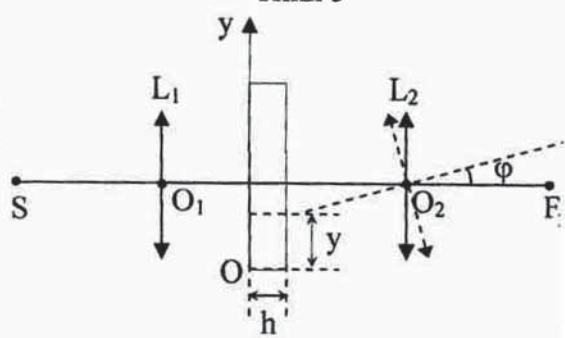
Cho một quang hệ gồm hai thấu kính mỏng L_1 và L_2 giống nhau có cùng tiêu cự f đặt đồng trục. Trên Hình 3, O_1 và O_2 là quang tâm của hai thấu kính, F'_2 là tiêu điểm ảnh của thấu kính L_2 . Một điểm sáng S đặt tại tiêu điểm của thấu kính L_1 .

1. Tìm khoảng cách giữa hai thấu kính sao cho khi một bản mặt song song đồng chất, chiết suất n , đặt trong vùng giữa S và O_1 hoặc giữa O_2 và F'_2 theo phương vuông góc với quang trục thì ảnh của S qua hệ đều ở cùng một vị trí.

2. Đặt trong khoảng giữa hệ hai thấu kính L_1 và L_2 một bản mặt song song vuông góc với quang trục để tạo thành một quang hệ mới (Hình 4). Bản mặt song song này có bề dày h , chiết suất n thay đổi theo quy luật



Hình 3



Hình 4

$n = n_0 + k.y$ (n_0 và k là hằng số, $k > 0$), với trục Oy vuông góc với quang trục và cắt quang trục của hệ thấu kính. Bỏ qua sự thay đổi chiết suất dọc theo đường truyền của tia sáng trong bản mặt song song.

a. Xác định vị trí ảnh của S qua quang hệ.

b. Từ vị trí đồng trục, quay thấu kính L_2 một góc φ nhỏ, sao cho trục chính của L_2 vẫn nằm trong mặt phẳng chứa Oy và O_2 (Hình 4). Xác định vị trí mới của ảnh.

Câu 4. (7,5 điểm)

1. (2,5 điểm) Xử lý số liệu

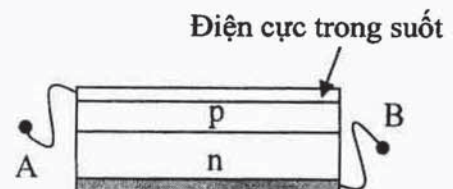
Một hỗn hợp gồm hai khí argon (Ar) và hiđrô (H_2) có khối lượng 8,5 gam, được chứa trong thể tích $V_0 = 10 \text{ dm}^3$ ở áp suất $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$. Khi nén đoạn nhiệt khối khí trên ta được các cặp giá trị thể tích V và áp suất p tương ứng theo bảng số liệu sau:

$V \text{ (dm}^3\text{)}$	9,00	8,20	7,40	6,70	6,10
$p \text{ (} 10^5 \text{ N/m}^2\text{)}$	1,17	1,35	1,57	1,83	2,11

Biết nguyên tử lượng của argon là 40 g/mol và hiđrô là 1 g/mol. Giả thiết trong quá trình nén đoạn nhiệt, khí không bị phân li. Hãy xác định khối lượng khí Ar và H_2 trong hỗn hợp.

2. (5,0 điểm) Khảo sát đặc tính của pin quang điện

Pin quang điện có cấu tạo gồm lớp chuyển tiếp $p - n$ và hai điện cực (Hình 5). Một trong hai điện cực làm bằng chất có tính dẫn điện tốt và ánh sáng có thể xuyên qua. Khi chiếu sáng thích hợp vào lớp chuyển tiếp $p - n$ sẽ xuất hiện hiệu điện thế một chiều ở hai điện cực của pin.



Hình 5

Khảo sát pin quang điện như là một linh kiện điện tử. Nếu giữa hai điện cực A và B của pin có hiệu điện thế U_{AB} thì dòng điện qua pin có dạng $I_{AB} = I_d(e^{\alpha U_{AB}} - 1) + I_g$, với I_g đặc trưng cho thành phần dòng điện sinh ra do sự chiếu sáng vào lớp chuyển tiếp ($I_g = 0$ khi không chiếu sáng), α và I_d là các hệ số đặc trưng cho pin ($I_d > 0$, $\alpha > 0$). Giả thiết α và I_d luôn không đổi. Khi pin được chiếu sáng ổn định thì I_g không đổi và trong trường hợp chiếu sáng mạnh thì $|I_g| \gg I_d$.

Yêu cầu:

- Với pin quang điện khi được chiếu sáng thích hợp và ổn định:
 - Tính điện áp hở mạch U_0 của pin theo I_g , I_d và α .
 - Mắc trực tiếp pin với một biến trở. Công suất tiêu thụ trên biến trở đạt giá trị cực đại P_m khi biến trở có điện trở R_m và điện áp giữa hai đầu biến trở là U_m .
 - Viết phương trình xác định U_m theo I_g , I_d và α .
 - Xác định P_m theo R_m , I_g , I_d và α .
- Cho các dụng cụ sau:
 - 01 pin quang điện;
 - 01 ampe kế và 01 vôn kế một chiều đều có nhiều thang đo, 01 biến trở;
 - 01 nguồn điện một chiều ổn định;
 - 01 nguồn sáng có thể thay đổi được cường độ sáng trong khoảng giá trị rộng;
 - Giá đỡ, dây nối, khoá K và thiết bị che chắn cần thiết.
 - Vẽ sơ đồ thí nghiệm để khảo sát đường đặc trưng vôn - ampe của pin. Vẽ phác dạng đường đồ thị đặc trưng vôn - ampe của pin khi pin được chiếu sáng ổn định và chỉ ra giá trị dòng I_g , điện áp U_0 trên đồ thị.
 - Trình bày phương án thí nghiệm để xác định các đại lượng đặc trưng I_d và α của pin.

-----HẾT-----

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

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐỀ THI CHÍNH THỨC

KÌ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA THPT
NĂM 2012

Môn: **VẬT LÝ**

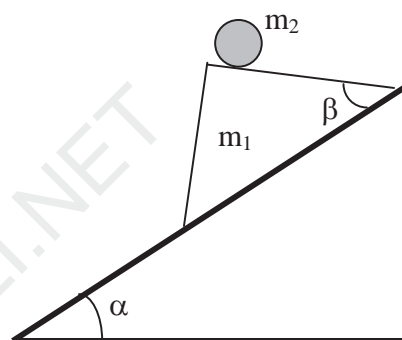
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: **11/01/2012**

(Đề thi có 02 trang, gồm 05 câu)

Câu 1. (4,5 điểm)

Trên một mặt phẳng nghiêng góc α so với mặt nằm ngang, người ta đặt một chiếc nêm có góc nêm là β , khối lượng m_1 và một quả cầu đặc đồng chất, khối lượng m_2 , bán kính R (Hình 1). Thả cho hệ chuyển động và chỉ khảo sát các quá trình khi nêm còn trượt trên mặt phẳng nghiêng. Biết gia tốc rơi tự do là g .

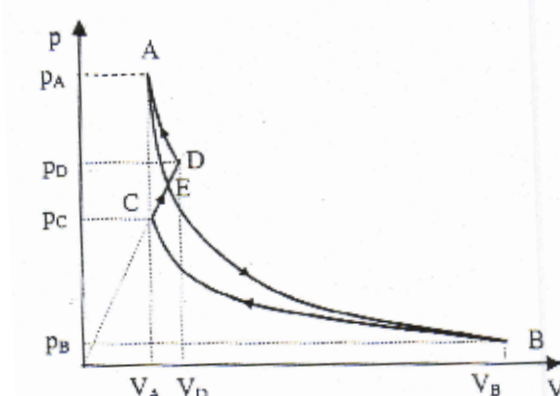


Hình 1

- Xét $\alpha = \beta$, $m_1 \gg m_2$. Xác định gia tốc tương đối của quả cầu so với nêm khi quả cầu còn chuyển động trên nêm trong các trường hợp:
 - Bỏ qua mọi ma sát.
 - Quả cầu lăn không trượt trên nêm và nêm trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng. Bỏ qua ma sát lăn.
- Xét $\beta = 2\alpha = 60^\circ$, $m_1 = m_2$. Trong quá trình chuyển động của quả cầu và nêm, quả cầu lăn không trượt trên nêm và nêm trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng. Xác định gia tốc của nêm khi quả cầu còn lăn trên nêm.
- Sau khi quả cầu rời nêm, quả cầu được giữ lại còn nêm trượt vào vùng có hệ số ma sát $\mu = ks$ với s là quãng đường nêm trượt được kể từ khi nêm bắt đầu lọt hoàn toàn vào trong vùng đó, k là một hằng số dương. Sau khi đi được quãng đường $s = S_0$ thì nêm dừng lại. Tính thời gian τ để nêm đi được quãng đường S_0 .

Câu 2. (4,0 điểm)

Một mol khí lí tưởng lưỡng nguyên tử thực hiện chu trình ABCDA trên giản đồ p - V gồm các quá trình đoạn nhiệt AB, đẳng nhiệt BC, đẳng nhiệt DA và quá trình CD có áp suất tỉ lệ thuận với thể tích (Hình 2). Biết nhiệt độ tuyệt đối trong quá trình DA gấp đôi nhiệt độ tuyệt đối trong quá trình BC. Cho $p_C = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_C = V_A = 5 \text{ dm}^3$.



Hình 2.

- Xác định các thông số trạng thái p_A , p_B , V_B , V_D , p_D .
- Gọi E là giao điểm của đường AB và CD. Tính công của chu trình EBCE.

Câu 3. (4,0 điểm)

Giả sử trong không gian có một từ trường có tính đối xứng trụ với trục đối xứng là Δ . Cảm ứng từ tại một điểm cách trục Δ một khoảng r có phương gần như song song với trục Δ và có độ lớn là $B(r) = \frac{A}{r^n}$

($n = \frac{2}{3}$ và A là một hằng số dương).

Một hạt có khối lượng m , điện tích q ($q > 0$) chuyển động trên một mặt phẳng vuông góc với trục Δ . Bỏ qua tác dụng của các lực khác so với lực từ. Lúc đầu hạt chuyển động tròn đều trên quỹ đạo có bán kính R với tâm O nằm trên trục Δ .

1. Xác định tốc độ dài và tốc độ góc của hạt.
2. Khi đang chuyển động tròn đều trên quỹ đạo bán kính R nói trên, hạt bị một ngoại lực tác dụng trong thời gian ngắn làm hạt dịch chuyển một đoạn nhỏ x_0 theo phương bán kính ($x_0 \ll R$). Biết rằng sau đó hạt dao động tuần hoàn theo phương bán kính đi qua hạt. Tìm chu kỳ của dao động này.
3. Giả thiết ban đầu hạt ở điểm M cách trục Δ một khoảng R_1 và có vận tốc hướng theo phương bán kính ra xa trục. Biết rằng trong quá trình chuyển động, khoảng cách cực đại từ hạt tới trục Δ là R_2 . Tính vận tốc ban đầu của hạt.

Câu 4. (4,0 điểm)

Một nguồn sáng điểm nằm trong chất lỏng và cách mặt chất lỏng một khoảng H . Một người đặt mắt trong không khí phía trên mặt chất lỏng để quan sát ảnh của nguồn sáng.

1. Giả thiết chất lỏng là đồng chất và có chiết suất $n = 1,5$. Tính khoảng cách từ ảnh của nguồn sáng đến mặt chất lỏng trong các trường hợp sau:

- a) Mắt nhìn nguồn sáng theo phương vuông góc với mặt chất lỏng.
- b) Mắt nhìn nguồn sáng theo phương hợp với mặt chất lỏng một góc $\alpha = 60^\circ$.

2. Giả thiết chiết suất của chất lỏng chỉ thay đổi theo phương vuông góc với mặt chất lỏng theo quy luật $n = \sqrt{2 + \frac{y}{H}}$ với y là khoảng cách từ điểm đang xét đến mặt chất lỏng. Biết tia sáng truyền từ nguồn sáng ló ra khỏi mặt chất lỏng đi tới mắt theo phương hợp với mặt chất lỏng một góc $\alpha = 60^\circ$. Hỏi tia này ló ra ở điểm cách nguồn sáng một khoảng bao nhiêu theo phương nằm ngang?

Câu 5. (3,5 điểm)

Trên một xe ô tô cách người quan sát khoảng cách là s , người ta đặt một nguồn phát âm với tần số không đổi $f_0 = 600$ Hz. Cho xe chạy nhanh dần đều với gia tốc $a = 3 \text{ m/s}^2$ hướng lại gần người quan sát. Ở vị trí người quan sát người ta đặt một máy thu âm. Tần số âm thu được theo thời gian t kể từ thời điểm xe bắt đầu chuyển động (chọn làm mốc thời gian ứng với $t = 0$) được cho trong bảng sau:

t (s)	3	6	9	12	15
f (Hz)	608	626	645	666	690

1. Giả thiết trong thời gian truyền âm từ xe đến người quan sát, vận tốc của xe thay đổi không đáng kể. Căn cứ vào bảng số liệu thu được ở trên hãy xác định vận tốc truyền âm v_a .
2. Không bỏ qua sự thay đổi vận tốc của xe trong thời gian truyền âm từ xe đến người quan sát, căn cứ vào bảng số liệu thu được ở trên, hãy xác định vận tốc truyền âm v_a và khoảng cách s ban đầu.

----- HẾT -----

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐỀ THI CHÍNH THỨC

KÌ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA THPT
NĂM 2012

Môn: **VẬT LÝ**

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

Ngày thi thứ hai: **12/01/2012**

(Đề thi có 02 trang, gồm 05 câu)

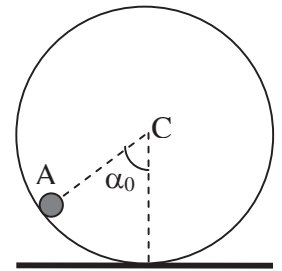
Câu 1. (4,5 điểm)

Cho một vành trụ mỏng đều, đồng chất, bán kính R và có khối lượng M . Trong lòng vành trụ có gắn cố định ở A một quả cầu nhỏ (bán kính rất nhỏ so với R), khối lượng m . Biết A nằm trong mặt phẳng mà mặt phẳng này vuông góc với trục và đi qua khối tâm C của vành trụ. Người ta đặt vành trụ trên mặt phẳng nằm ngang. Biết gia tốc rơi tự do là g .

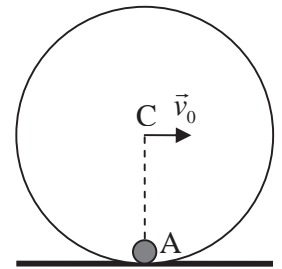
1. Giả thiết không có ma sát giữa vành trụ và mặt phẳng. Đẩy vành trụ sao cho AC nghiêng một góc α_0 ($\alpha_0 < 90^\circ$) so với phương thẳng đứng rồi buông ra cho hệ chuyển động với vận tốc ban đầu bằng 0 (Hình 1a).

- Tính động năng cực đại của hệ.
- Viết phương trình quỹ đạo của A trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất.
- Xác định tốc độ góc của bán kính AC khi AC lệch góc α ($\alpha < \alpha_0$) so với phương thẳng đứng.

2. Giả thiết có ma sát giữa vành và mặt nằm ngang. Khi vành đang đứng yên trên mặt nằm ngang, tác dụng một xung lực trong thời gian rất ngắn lên vành sao cho trục của vành có vận tốc v_0 theo phương ngang (Hình 1b). Biết sau đó vành lăn không trượt. Bỏ qua ma sát lăn. Gọi β là góc hợp bởi AC và phương thẳng đứng. Tính vận tốc khối tâm C của vành theo β và tìm điều kiện về v_0 để trong quá trình chuyển động vành không bị nhảy lên.



Hình 1a



Hình 1b

Câu 2. (4,0 điểm)

Một quả cầu có thể tích V không đổi đặt trong không khí gần sát mặt đất, nơi có áp suất p_0 , nhiệt độ T_0 . Coi gia tốc trọng trường là g không đổi và không khí là khí lí tưởng.

- Cho khối lượng mol của không khí là μ .
 - Tính lực đẩy Acsimet của không khí tác dụng lên quả cầu.
 - Khi đưa quả cầu lên cao, tìm quy luật biến đổi của lực đẩy nói trên theo độ cao z so với mặt đất nếu nhiệt độ khí quyển ở độ cao z là $T = T_0 - az$ với a là một hằng số dương.

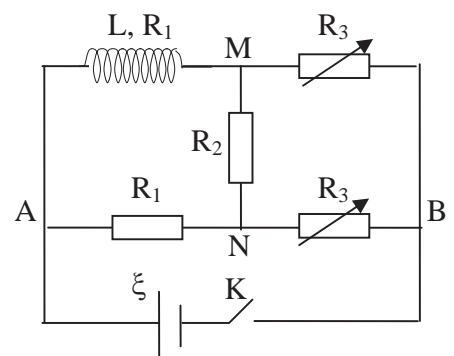
2. Giữ quả cầu ở một vị trí cố định. Nếu độ ẩm của không khí tăng thêm 10%, áp suất và nhiệt độ của không khí ẩm trong vùng đặt quả cầu không đổi thì lực đẩy Acsimet tác dụng lên quả cầu tăng hay giảm một lượng bằng bao nhiêu? Biết khối lượng riêng của hơi nước bão hòa ở nhiệt độ đã cho là D , khối lượng mol của không khí khô là $\mu_{kk} = 29$ g/mol và của hơi nước là $\mu_{hn} = 18$ g/mol.

Câu 3. (4,0 điểm)

Cho mạch điện có sơ đồ như Hình 2. Nguồn điện có suất điện động ξ , điện trở trong không đáng kể, cuộn dây có điện trở R_1 , độ tự cảm L . Cho $R_1 = R_2 = R$. Gọi giá trị của các biến trở là R_3 .

1. Đóng khóa K . Tính cường độ dòng điện qua cuộn dây và qua R_2 ở thời điểm ngay sau khi K đóng và khi dòng điện chạy qua các phần tử trong mạch đã ổn định.

2. Thay đổi R_3 rồi sau đó đóng K , khi các dòng điện chạy qua các đoạn mạch có cường độ ổn định thì ngắt khóa K .



Hình 2

a) Chọn thời điểm $t = 0$ lúc ngắt K. Tìm biểu thức cường độ dòng điện chạy qua cuộn dây theo thời gian t .

b) Tìm giá trị của R_3 sao cho tổng điện lượng chạy qua R_2 sau khi ngắt K có giá trị cực đại. Áp dụng số $\xi = 6 \text{ V}$; $R = 2 \Omega$; $L = 0,64 \text{ H}$.

Câu 4. (3,5 điểm)

Trong loại máy ảnh có vật kính cố định, khoảng cách từ vật kính đến màn ghi ảnh là không thay đổi được và lớn hơn tiêu cự của thấu kính. Ảnh trên màn ghi ảnh được coi là rõ nét nếu ảnh của một điểm là một hình tròn có đường kính nhỏ hơn hoặc bằng δ . Gọi đường kính đường rìa của vật kính là D và tiêu cự của nó là f .

1. Biết máy chụp được vật cách vật kính một khoảng từ x tới vô cùng. Tính x theo D , f , δ .

2. Xét một máy ảnh số thuộc loại trên có “độ phân giải” 5,1 Megapixels, vật kính có tiêu cự 5,0 mm và có cùng khẩu độ tỉ đối 1:28. Máy ảnh này cho ảnh rõ nét của những vật nằm cách máy từ x_2 (m) đến vô cực.

Cho biết màn ghi ảnh của hai máy trên có cùng kích thước. Màn ghi ảnh là tấm phẳng nhỏ có chứa rất nhiều phần tử nhạy sáng được phân bố đều trên bề mặt. Mỗi phần tử nhạy sáng gọi là một pixel (điểm ảnh). 1 Megapixels = 10^6 pixel. “Độ phân giải” là số pixel trên màn ghi ảnh. Tính x_2 theo x_1 .

Câu 5. (4,0 điểm)

Một cách gần đúng người ta coi mặt đất là một mặt dẫn điện tốt. Ở gần bề mặt Trái đất có một điện trường hướng xuống mặt đất theo phương vuông góc với mặt đất.

Để đo cường độ điện trường E_0 gần bề mặt Trái đất, người ta sử dụng cơ cấu cơ khí bao gồm hai tấm kim loại phẳng được cắt thành dạng cánh quạt giống hệt nhau (Hình 3a). Mỗi cánh có diện tích chiếm $1/8$ vùng diện tích tạo bởi hai đường tròn đồng tâm bán kính R_1 và R_2 (Hình 3b). Hai tấm được đặt đồng trục, tấm trên có thể quay khi quay trục, tấm dưới được giữ đứng yên độc lập với trục quay của tấm trên và cách điện so với tấm trên. Trong thực tế khoảng cách giữa hai tấm kim loại là nhỏ.

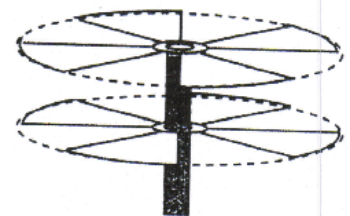
Cho các dụng cụ sau:

- Cơ cấu cơ khí gồm hai tấm kim loại như trên với $R_1 = 8 \text{ cm}$ và $R_2 = 2 \text{ cm}$;
- 01 mô tơ điện một chiều, có tốc độ quay 3000 vòng/phút khi được cấp điện áp 9 V;
- 01 nguồn điện một chiều 9 V;
- Một hộp kín gồm tụ điện có điện dung $C = 0,01 \mu\text{F}$ và hộp điện trở có thể đặt giá trị từ 200 k Ω đến 30 M Ω được mắc song song như Hình 4;
- 01 dao động kí điện tử;
- Dây nối, hệ thống giá đỡ, giá treo, thiết bị che chắn, ngắt điện cần thiết.

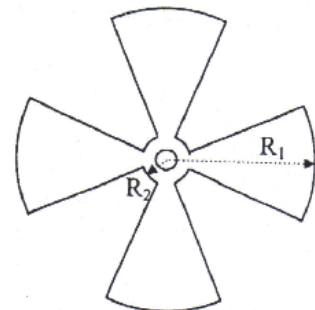
Yêu cầu:

1. Khi đặt cơ cấu cơ khí ở trên bề mặt Trái đất như Hình 3a, tấm trên nối đất và được quay với tốc độ góc ω . Viết biểu thức mô tả sự thay đổi điện tích ở bề mặt tấm dưới theo ω và thời gian t (chọn mốc thời gian $t = 0$ là thời điểm tấm trên che hoàn toàn tấm dưới). Hãy đưa ra biểu thức xác định độ lớn điện tích lớn nhất xuất hiện trên tấm dưới.

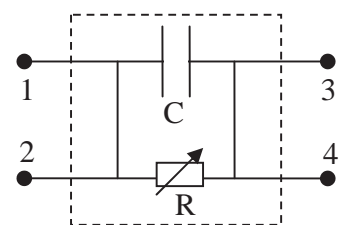
2. Vẽ sơ đồ thí nghiệm và nêu các bước tiến hành để xác định độ lớn điện tích lớn nhất xuất hiện trên tấm dưới, từ đó suy ra cường độ điện trường gần bề mặt Trái đất.



Hình 3a.



Hình 3b.



Hình 4

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

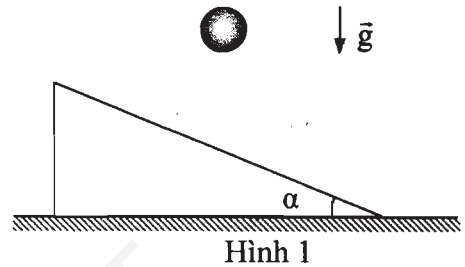
Thời gian: 180 phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: 11/01/2013

(Đề thi có 02 trang, gồm 05 câu)

Câu 1. (4,5 điểm)

Một quả cầu đặc đồng chất, khối lượng m , bán kính r , lúc đầu được giữ đứng yên và không quay, tâm quả cầu ở độ cao nào đó so với mặt sàn nằm ngang. Trên sàn có một vật hình nêm, khối lượng M , mặt nêm nghiêng góc α so với phương nằm ngang (Hình 1). Thả cho quả cầu rơi tự do xuống nêm. Biết rằng ngay trước khi va chạm vào mặt nêm, tâm quả cầu có vận tốc v_0 . Coi quả cầu và nêm là các vật rắn tuyệt đối. Bỏ qua tác dụng của trọng lực trong khoảng thời gian va chạm.



Hình 1

1. Sau va chạm, nêm chỉ dịch chuyển tịnh tiến trên mặt sàn. Bỏ qua ma sát. Coi va chạm là hoàn toàn đàn hồi.

a) Tìm tốc độ dịch chuyển của nêm ngay sau va chạm.

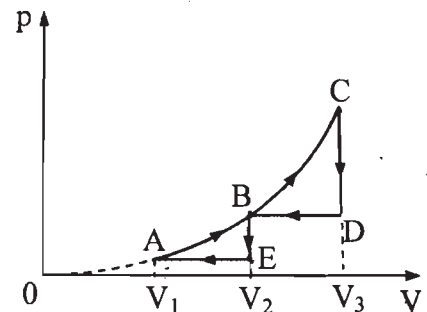
b) Với α bằng bao nhiêu thì động năng thu được của nêm ngay sau va chạm là lớn nhất? Tìm biểu thức động năng lớn nhất đó.

c) Xác định xung lượng của lực mà mặt sàn tác dụng lên nêm trong quá trình va chạm.

2. Nêm được giữ cố định. Hệ số ma sát giữa nêm và quả cầu là μ . Tính động năng và góc giữa phương chuyển động của quả cầu và mặt nêm ngay sau va chạm.

Câu 2. (3,5 điểm)

Một mol khí lí tưởng đơn nguyên tử thực hiện chu trình ABCDBEA được biểu diễn trên giản đồ $p - V$ (Hình 2). CD và BE là các quá trình đẳng tích, DB và EA là các quá trình đẳng áp. Các quá trình AB và BC có áp suất p và thể tích V liên hệ với nhau theo công thức: $p = \alpha V^2$, trong đó α là một hằng số dương. Thể tích khí ở trạng thái A là V_1 , ở trạng thái B là V_2 và ở trạng thái C là V_3 sao cho $V_2 = \frac{1}{2}(V_1 + V_3)$. Biết rằng tỉ số giữa nhiệt độ tuyệt đối lớn nhất và nhiệt độ tuyệt đối nhỏ nhất của khí trong chu trình ABCDBEA là n .



Hình 2

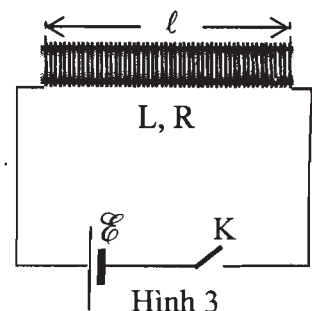
1. Tính công thực hiện trong chu trình ABEA theo V_1 , n và α .

2. Tìm hiệu suất của chu trình ABCDBEA theo n . Áp dụng bằng số với $n = 3$.

Câu 3. (4,5 điểm)

Một ống dây dài gồm các vòng dây phẳng được quấn sát nhau, đơn lớp, số vòng dây là N , diện tích giới hạn bởi mỗi vòng dây là S . Chiều dài ống dây là ℓ , điện trở suất của chất làm dây quấn là ρ . Ban đầu ống dây chưa có lõi.

1. Mắc ống dây với một nguồn điện không đổi có suất điện động \mathcal{E} , điện trở trong của nguồn không đáng kể. Ban đầu khoá K ngắt (Hình 3). Ở thời điểm $t = 0$, người ta đóng khoá K, cường độ dòng điện i trong mạch tăng theo thời gian có dạng đồ thị như hình 4. Sau thời gian nào đó dòng điện coi như đạt giá trị ổn định.



Hình 3

Môn: **VẬT LÝ**

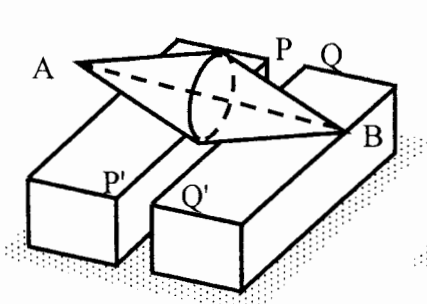
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: **03/01/2014**

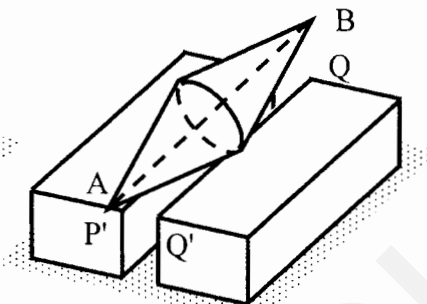
(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm)

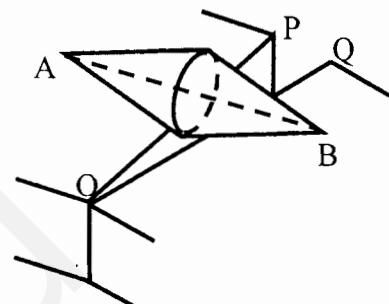
Cho cơ hệ gồm một vật rắn M và hai vật đỡ giống hệt nhau. Vật M khối lượng m có dạng hình nón kép được tạo bởi hai hình nón đặc đồng chất giống hệt nhau, đáy chung là hình tròn bán kính R, khoảng cách giữa hai đỉnh $AB = 2l$. Vật đỡ hình hộp chữ nhật có độ cao H và khối lượng m. Bỏ qua mọi ma sát.



Hình 1a



Hình 1b



Hình 1c

1. Đặt hai vật đỡ rất gần nhau trên mặt phẳng nằm ngang nhẵn sao cho các cạnh PP' và QQ' của chúng song song với nhau. Thả nhẹ vật M trên hai vật đỡ theo hai cách. Giả thiết rằng trong quá trình chuyển động các vật không quay và trục AB của vật M luôn song song với mặt phẳng nằm ngang.

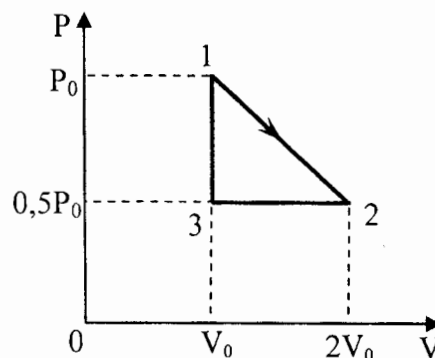
a) Trục AB nằm vuông góc với các cạnh PP' và QQ' của hai vật đỡ như hình 1a. Tìm độ lớn vận tốc vật M tại thời điểm nó bắt đầu rời khỏi hai vật đỡ.

b) Trục AB song song với các cạnh PP' và QQ' của hai vật đỡ như hình 1b. Tìm độ lớn vận tốc của vật M ngay trước khi nó va đập xuống mặt phẳng ngang.

2. Đặt hai vật đỡ sao cho P', Q' trùng nhau tại O và các cạnh OP, OQ của chúng hợp với nhau góc $\widehat{POQ} = 2\beta$. Nâng đều các đầu P, Q của hai vật đỡ lên cho đến khi mặt phẳng (POQ) hợp với mặt nằm ngang một góc γ rồi giữ chúng cố định (Hình 1c). Quan sát thấy rằng vật M chuyển động thẳng đều và trong quá trình chuyển động đáy chung của hai hình nón luôn nằm trong mặt phẳng thẳng đứng chứa đường phân giác của góc \widehat{POQ} . Tìm mối liên hệ giữa các góc β, γ .

Câu II (4,0 điểm)

Một lượng khí thực lưỡng nguyên tử tuân theo phương trình trạng thái $P = \frac{nRT}{V} - \frac{n^2 a}{V^2}$ thực hiện quá trình dẫn nở từ trạng thái 1 (P_0, V_0) đến trạng thái 2 ($P_0/2, 2V_0$) biểu diễn trên đồ thị PV như hình 2. Biết rằng trong quá trình biến đổi đoạn nhiệt thuận nghịch khí tuân theo phương trình $TV^{R/C_V} = \text{const}$, giả thiết rằng nhiệt dung mol đẳng tích



Hình 2

$C_v = \frac{5}{2} R$. Cho $P_0 = 0,2 \text{ MPa}$, $V_0 = 25 \text{ lít}$, $R = 8,31 \text{ J/(mol.K)}$, $a = 1 \text{ J m}^3/\text{mol}^2$, $n = 1 \text{ mol}$.

1. Tìm nhiệt độ cực đại của khí trong quá trình 1-2.

2. Nội năng của lượng khí trên tuân gần đúng theo phương trình $U = nC_v T - \frac{n^2 \alpha}{V}$ trong đó α là hằng số. Áp dụng nguyên lí I cho quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch vô cùng bé, tìm α .

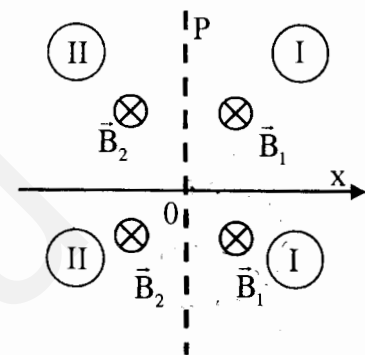
3. Từ trạng thái 2 ($P_0/2$, $2V_0$) thực hiện quá trình nén đẳng áp đến trạng thái 3 ($P_0/2$, V_0), sau đó thực hiện quá trình tăng áp đẳng tích để trở về trạng thái 1 (P_0 , V_0). Tính hiệu suất của chu trình.

4. Nếu khí đang xét là khí lí tưởng lưỡng nguyên tử ($a = 0$) thì hiệu suất của chu trình đang xét bằng bao nhiêu?

Câu III (4,0 điểm)

Hai vùng không gian I và II được ngăn cách với nhau bởi mặt phẳng P (có tọa độ $x = 0$), trong đó tồn tại các từ trường đều \vec{B}_1 và \vec{B}_2 có phương chiều như hình 3 và có độ lớn cảm ứng từ tương ứng là B_1 và $B_2 = kB_1$ ($k > 2$).

Tại một thời điểm nào đó, một vật nhỏ khối lượng M tích điện dương q được bắn từ gốc tọa độ 0 với vận tốc ban đầu \vec{v}_0 theo chiều dương của trục Ox . Bỏ qua tác dụng của trọng trường.



Hình 3

1. Vẽ quỹ đạo của vật trong vùng không gian này. Tìm độ lớn vận tốc trung bình của vật $\left(\bar{v}_{TB} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right)$ trong một khoảng thời gian đủ dài theo v_0 và k .

2. Sau thời gian đủ dài, bắn tiếp từ gốc tọa độ 0 một vật nhỏ khác có khối lượng m và điện tích $q' = -q$ với động lượng ban đầu $\vec{p}' = -M\vec{v}_0$. Quỹ đạo của hai vật giao nhau tại A. Biết thời gian hai vật chuyển động từ 0 đến A là như nhau. Tìm tỉ số $\frac{m}{M}$ theo k .

Câu IV (4,0 điểm)

Lý thuyết nguyên tử Hydro và các ion tương tự Hydro (He^+ , Li^{++} , ...) được Bohr xây dựng dựa trên hệ tiên đề sau:

– Electron mang điện tích $-e$ ($e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$), khối lượng m_e ($m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) chuyển động trong nguyên tử theo những quỹ đạo tròn bán kính r xung quanh một hạt nhân mang điện tích $+Ze$ dưới tác dụng của lực hút Coulomb

$$F = k \frac{Ze^2}{r^2}$$

($k = 8,987552 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $Z=1$ đối với nguyên tử Hydro, $Z \geq 2$ đối với các ion khác). Các quỹ đạo tròn khả dĩ của electron phải là các quỹ đạo dừng và thỏa mãn điều kiện lượng tử hóa

$$L_n = m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}; n = 1, 2, 3, \dots$$

($h = 6,62607 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ là hằng số Planck).

– Khi electron chuyển động trên quỹ đạo dừng thứ n thì nguyên tử không hấp thụ hoặc bức xạ sóng điện từ và có năng lượng E_n xác định. Nguyên tử chỉ hấp thụ hay bức xạ sóng điện từ khi

chuyển từ một trạng thái dừng này sang một trạng thái dừng khác. Tần số của bức xạ khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n về trạng thái dừng có năng lượng E_m thấp hơn được tính bằng công thức

$$f_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h} = \frac{c}{\lambda_{nm}}; n > m \geq 1$$

(λ_{nm} là bước sóng của bức xạ, $c = 299792458\text{m/s}$ là vận tốc ánh sáng trong chân không).

1. Tính bán kính quỹ đạo r_n và năng lượng E_n của electron.
2. Biết thời gian sống của trạng thái kích thích thứ nhất là 10^{-8}s , tính số vòng mà electron thực hiện được quanh hạt nhân nguyên tử Hydro trong trạng thái này.
3. Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n về trạng thái dừng có năng lượng E_m thấp hơn nó bức xạ photon có bước sóng λ_{nm} thỏa mãn công thức

$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = RZ^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

R được gọi là hằng số Rydberg lý thuyết. Tìm biểu thức của R và tính giá trị của nó.

4. Trong các tính toán lý thuyết trên, hạt nhân được giả thiết là đủ nặng so với electron và xem khối lượng của hạt nhân là lớn vô cùng. Trong thực tế khối lượng của hạt nhân nguyên tử Hydro và hạt nhân nguyên tử Heli lần lượt là $m_H \approx 1836m_e$ và $m_{He} \approx 7298,33m_e$.

- a) Tìm biểu thức chính xác và tính giá trị của hằng số Rydberg R_H của nguyên tử Hydro.
- b) Tính hằng số Rydberg R_{He} cho ion He^+ .
- c) Tính hiệu số giữa bước sóng của vạch quang phổ ứng với sự chuyển dời $3 \rightarrow 2$ của Hydro và bước sóng của vạch quang phổ ứng với sự chuyển dời $6 \rightarrow 4$ của ion He^+ .

Câu V (4,0 điểm)

Một ống phát tia X làm việc ở hiệu điện thế U phát ra photon có bước sóng ngắn nhất là $\lambda_0 = 0,1250\text{nm}$.

1. Tìm hiệu điện thế làm việc của ống. Bỏ qua động năng của electron khi nó bật khỏi catốt.
2. Photon có bước sóng λ_0 tới tán xạ trên một electron tự do đang chuyển động với vận tốc không đổi. Sau va chạm ta thu được một hệ gồm một electron đứng yên và một photon tán xạ. Biết góc tán xạ $\theta = 60^\circ$. Tính:

- a) Bước sóng của photon tán xạ.
- b) Bước sóng de Broglie của electron trước va chạm.

Cho biết khối lượng nghỉ của electron là $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$, hằng số Planck $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{Js}$, vận tốc ánh sáng $c \approx 3 \cdot 10^8\text{m/s}$.

-----HẾT-----

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

Môn: **VẬT LÝ**

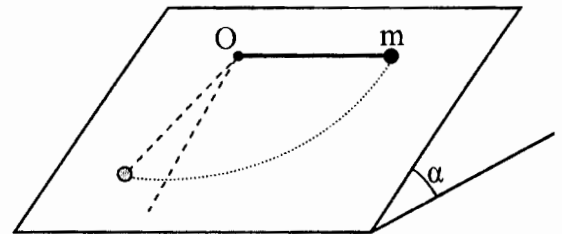
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)

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)

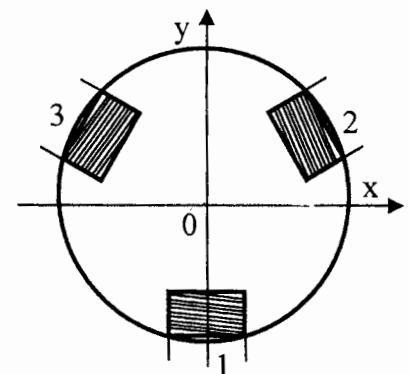
Một hỗn hợp gồm nước, hơi nước bão hòa và không khí được chứa trong một xilanh có pittông khí bằng kim loại. Ban đầu áp suất riêng phần của hơi nước bão hòa và không khí bằng nhau. Di chuyển pittông vô cùng chậm để thực hiện quá trình giãn nở đẳng nhiệt thuận nghịch hỗn hợp trên. Ở trạng thái cuối, thể 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.

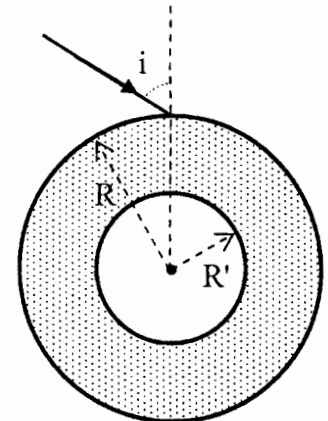
b) Thả cho vòng dây trên quay tự do quanh MN. Mô tả chuyển động của vòng dây trong từ trường này.

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 $B_{TD} \approx 0,35 \cdot 10^{-4}\text{T}$ 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.

1. Nội dung đề thi

Xác định chiết suất của chất làm lăng kính

Cho một lăng kính phản xạ toàn phần có tiết diện thẳng là tam giác vuông cân ABC, cạnh đáy BC dài ℓ . Lăng kính được làm bằng chất có chiết suất n . Một tia sáng có phương song song với đáy BC và tới gặp mặt bên AB tại điểm I; đi vào lăng kính; sau khi phản xạ toàn phần từ mặt đáy BC thì ló ra tại điểm J ở mặt bên AC. Bỏ qua hiện tượng tán sắc ánh sáng. Gọi khoảng cách từ I đến BC là h , khoảng cách từ J đến BC là h' . Bằng cách đo h , h' và ℓ có thể xác định chiết suất n của chất làm lăng kính (gọi tắt là chiết suất của lăng kính).

Câu 1 (0,5 điểm)

Thiết lập mối quan hệ giữa h , h' , ℓ và n .

Câu 2 (0,25 điểm)

Với các dụng cụ cho ở phần 2 dưới đây, trình bày phương án thí nghiệm để xác định chiết suất của lăng kính.

Câu 3 (0,5 điểm)

Tiến hành thí nghiệm với các dụng cụ đã cho với 10 tia sáng tới; vẽ các tia sáng tới mặt bên AB và tia sáng ló tương ứng ở mặt bên AC; lập bảng số liệu đo.

Câu 4 (0,5 điểm)

Xử lý số liệu: Tính sai số và viết kết quả xác định chiết suất của lăng kính.

Câu 5 (0,25 điểm)

Giá trị h trong khoảng nào thì cho tia sáng ló ra ở mặt bên AC? Giải thích.

2. Dụng cụ

- 01 lăng kính phản xạ toàn phần tam giác vuông cân, cạnh đáy dài khoảng 110 mm, dày 15 mm;
- Một số thanh thẳng, tiết diện nhỏ, dài 2,4 cm;
- 01 tấm depron foam khổ (20 x 30) cm;
- Bút chì và gọt bút chì;
- Thước thẳng dài 30 cm, độ chia nhỏ nhất là 1 mm;
- Giấy trắng khổ A4.

..... HẾT

Giám thị không giải thích gì thêm!