

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐỀ THI CHÍNH THỨC

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

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.

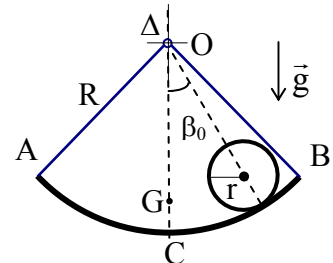
1. Tìm vị trí khối tâm G của vật 1.

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.

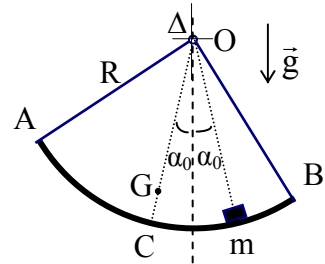
a) Tìm chu kì dao động nhỏ của vật 2. Biết rằng trong quá trình dao động, vật 2 luôn lăn không trượt trên vật 1.

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 . Ở 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 phân 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:

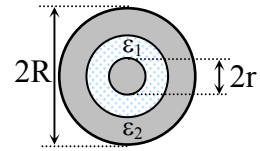
a) Áp suất do khí tác dụng lên mỗi đáy bình khi gia tốc của bình là a .

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.



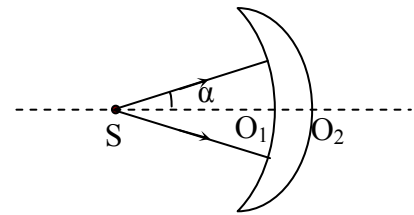
Hình 3

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 êlectron 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 êlectron trong nguyên tử. Theo đó, khi êlectron 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 êlectron 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 êlectron 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.