

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: **VẬT LÝ**

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

Ngày thi: **04/3/2022**

Đề thi gồm 03 trang, 05 câu

Câu I (4,0 điểm)

Một thanh cứng AB đồng chất, tiết diện đều, chiều dài L và khối lượng M . Đầu B của thanh có thể trượt trên mặt sàn nằm ngang và đầu A được gắn với một điểm trên ổ trục nhỏ, nhẹ sao cho thanh có thể quay không ma sát quanh điểm đó. Ổ trục có thể trượt không ma sát trên một giá đỡ cứng cố định CD dạng cung tròn bán kính $r = 42,4$ cm. Biết rằng phản lực tác dụng lên ổ trục luôn theo phương bán kính của cung CD. Cho gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, bỏ qua sức cản của không khí.

1. Thanh có chiều dài $L = r$, khối lượng $M = 0,5$ kg và ổ trục được nối với một lò xo nhẹ có độ cứng $k = 50 \text{ N/m}$ (Hình 1a). Bỏ qua ma sát giữa đầu B của thanh và mặt sàn. Giả thiết độ cong của lò xo không ảnh hưởng đến độ cứng của nó và đầu B luôn tiếp xúc với mặt sàn. Khi thanh AB cân bằng:

a) Biết góc hợp bởi thanh và mặt sàn là $\theta_0 = 49,8^\circ$. Tính chiều dài tự nhiên ℓ_0 của lò xo.

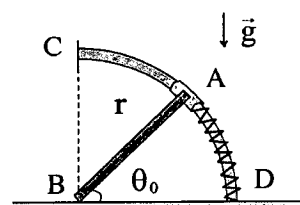
b) Tác động nhẹ để hệ thanh và lò xo dao động. Tìm chu kỳ dao động bé của thanh.

2. Thanh có chiều dài $L = L_1 = r\sqrt{2}$ cm, khối lượng $M = M_1 = 2,0$ kg và hệ số ma sát giữa đầu B của thanh với mặt sàn nằm ngang là $\mu = 0,4$. Giữ thanh AB hợp với phương ngang một góc $\theta = 30^\circ$ (Hình 1b). Thanh được thả tự do không vận tốc đầu. Tại thời điểm ngay sau khi thả, hãy tính:

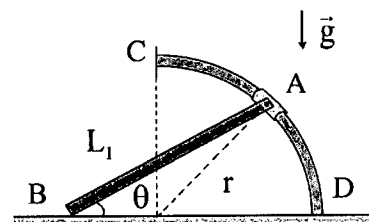
a) Gia tốc góc của thanh.

b) Lực tác dụng của sàn ngang lên đầu B của thanh.

Cho: $\cos(x + \varepsilon) \approx \cos(x) - \varepsilon \sin(x)$ khi ε nhỏ.



Hình 1a



Hình 1b

Câu II (4,0 điểm)

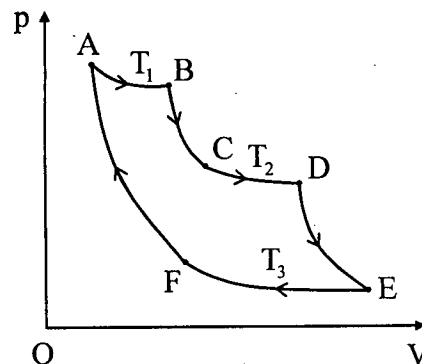
Cho n mol khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện chu trình A-B-C-D-E-F-A trên giản đồ p-V (Hình 2). Trong đó A-B, C-D và E-F là các quá trình đẳng nhiệt, B-C, D-E và F-A là các quá trình đoạn nhiệt. Nhiệt độ của các quá trình đẳng nhiệt: A-B là T_1 , C-D là T_2 và E-F là T_3 ($T_1 > T_2 > T_3$). Biết rằng trong các quá trình giãn nở đẳng nhiệt A-B và C-D, thể tích khí sau khi giãn nở tăng m lần so với thể tích khí trước khi giãn nở. Cho hằng số khí lý tưởng là R . Hãy xác định:

1. Tỷ số $\frac{V_F}{V_E}$ giữa các thể tích khí ở trạng thái F và E theo m .

2. Công của khí khi thực hiện một chu trình trên theo n, m, R, T_1, T_2, T_3 .

3. Nhiệt lượng khí nhận được trong một chu trình theo n, m, R, T_1, T_2 .

4. Hiệu suất của chu trình theo T_1, T_2, T_3 .

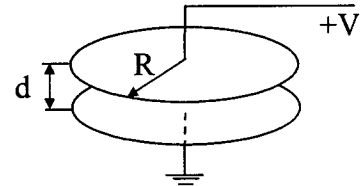


Hình 2

Câu III (4,0 điểm)

1. Cho một mặt tròn trong chân không, bán kính R , có điện tích phân bố đều với mật độ điện tích mặt σ . Xuất phát từ công thức điện trường hoặc điện thế gây bởi điện tích điểm, xác định cường độ điện trường tại điểm M nằm trên trục đi qua tâm và vuông góc với mặt tròn, cách tâm mặt một đoạn h . Nhận xét giá trị cường độ điện trường trong trường hợp $h \ll R$.

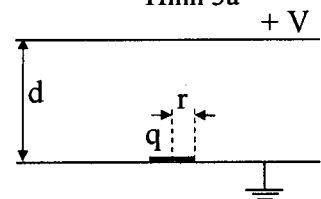
2. Cho hai bản kim loại tròn, cùng bán kính R , đặt song song và đồng trục, cách nhau một khoảng d ($d \ll R$) và được giữ cố định. Bản trên được nối với điểm có hiệu điện thế không đổi V ($V > 0$) so với đất, bản dưới được nối đất (Hình 3a). Không gian giữa hai bản là chân không. Kim loại dẫn điện tốt, hằng số điện là ϵ_0 .



Hình 3a

a) Tính năng lượng điện trường trong không gian giữa hai bản và lực tương tác tĩnh điện giữa hai bản theo R, d, ϵ_0, V .

b) Một đĩa kim loại tròn rất mỏng, có khối lượng m , bán kính r ($r \ll d$) được đặt trên mặt và đồng trục đi qua tâm của bản dưới (Hình 3b). Bỏ qua tác dụng của trọng lực, hiệu ứng điện liên quan đến các mép của bản kim loại và đĩa mỏng, độ tự cảm và hiệu ứng ánh điện.



Hình 3b

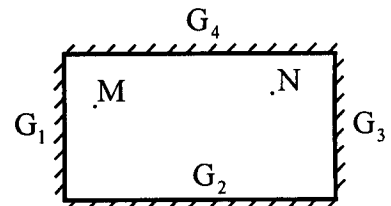
b1) Giữ đĩa, tìm điện tích q trên đĩa theo r, d, ϵ_0, V .

b2) Thả nhẹ đĩa, thấy đĩa liên tục chuyển động lên, xuống giữa hai bản kim loại. Cho rằng đĩa chỉ chuyển động theo phương thẳng đứng đi qua tâm của các bản kim loại. Va chạm giữa đĩa với các bản kim loại là không đàn hồi với hệ số phục hồi $k = \frac{v_s}{v_t}$, trong đó v_t và v_s tương ứng là tốc độ của

đĩa ngay trước và ngay sau mỗi lần va chạm với các bản kim loại. Sau nhiều lần va chạm, tốc độ v_s sẽ tiến dần đến một giá trị không đổi v_{sgh} . Giả thiết rằng, khi va chạm, toàn bộ bề mặt của đĩa đồng thời chạm vào bản kim loại và sự trao đổi điện tích xảy ra một cách tức thời ở mỗi lần va chạm. Tìm vận tốc v_{sgh} theo $m, r, d, k, \epsilon_0, V$.

Câu IV (4,0 điểm)

1. Cho hệ gồm bốn gương phẳng G_1, G_2, G_3 và G_4 , đặt vuông góc với mặt phẳng giấy và được ghép vuông góc với nhau (Hình 4a). M, N là hai điểm nằm trước các gương và nằm trên mặt phẳng giấy.



Hình 4a

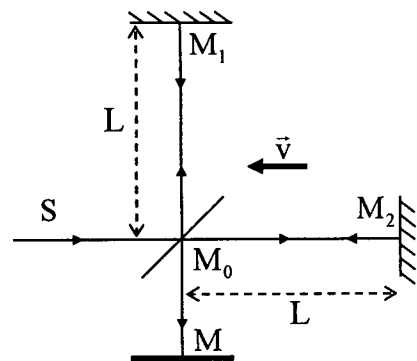
a) Hãy vẽ đường truyền của một tia sáng xuất phát từ điểm M , phản xạ lần lượt qua các gương G_1, G_2, G_3 và G_4 , sau đó đi đến được điểm N .

b) Xét tia sáng từ điểm M đến được các gương, phản xạ qua các gương rồi qua điểm N . Biết số lần phản xạ trên G_1 là m ($m \geq 0$) và chỉ phản xạ một lần trên các gương còn lại.

b1) Tìm các giá trị có thể của m .

b2) Khi $m = 2$, tìm số cách vẽ đường truyền tia sáng.

2. Ở cuối thế kỷ XIX, người ta cho rằng mọi loại sóng đều cần một môi trường để truyền trong đó. Sóng âm cần môi trường không khí, sóng biển cần môi trường nước,... do đó một cách tự nhiên quan niệm sóng điện từ cần một môi trường để truyền trong đó cũng được thừa nhận. Môi trường này được gọi là "ête". Thí nghiệm nghiên cứu giả thuyết về sự tồn tại của ête được thực hiện bởi Michelson (Hình 4b). Bộ thí nghiệm gồm hai gương phẳng phản xạ toàn phần đặt tại M_1, M_2 ; gương phản xạ bán phần dạng bản mỏng mà tia sáng có thể xuyên qua và phản xạ tại bề



Hình 4b

mặt đặt tại M_0 ; màn quan sát giao thoa đặt tại M. Khoảng cách từ M_0 tới M_1 và M_2 đều bằng L.

Một chùm tia sáng hẹp, song song xuất phát từ một nguồn ánh sáng đơn sắc S với bước sóng λ đi theo hai đường: đường 1 từ $S \rightarrow M_0 \rightarrow M_1 \rightarrow M_0 \rightarrow M$, đường 2 từ $S \rightarrow M_0 \rightarrow M_2 \rightarrow M_0 \rightarrow M$, rồi sau đó giao thoa trên màn M.

Giả sử rằng ête tồn tại, khi đó trong hệ qui chiếu gắn với Trái Đất, vận tốc của sóng điện từ phải bằng tổng vận tốc $\bar{c}$ của sóng điện từ đối với ête và vận tốc kéo theo $\bar{v}$ của ête so với Trái Đất với phương như trên Hình 4b.

a) Xác định hiệu quang trình chùm sáng đi theo đường 1 và đường 2 theo L, c, v.

b) Xoay cả hệ thí nghiệm một góc 90° quanh trục quay đi qua M_0 và vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Phương chiều $\bar{v}$ của ête so với Trái Đất là không đổi khi xoay hệ thí nghiệm. Tính độ dịch chuyển của hệ vân giao thoa theo λ, L, c, v . Biết độ dịch chuyển của hệ vân giao thoa là tỉ số giữa hiệu quang trình và bước sóng λ .

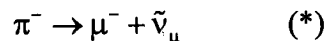
c) Kết quả quan sát cho thấy không có sự dịch chuyển của hệ vân giao thoa khi xoay hệ thí nghiệm. So sánh kết quả quan sát với kết quả tính toán lý thuyết ở trên, có nhận xét gì về giả thuyết tồn tại ête?

Cho: $(1-x)^n \approx 1-nx$, khi $x \ll 1$.

Câu V (4,0 điểm)

Các tia vũ trụ mang đến Trái Đất rất nhiều hạt sơ cấp với năng lượng cao, trong đó có các piôn (π^-), electron (e),... Các piôn là những hạt không bền, chúng phân rã thành muyn (μ^-) và phản notrinô ($\bar{\nu}_\mu$) ở độ cao khoảng 10 km so với mặt đất. Electron là hạt rất bền.

1. Trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất (Oxy), một hạt π^- chuyển động theo chiều dương của trục Ox với tốc độ $v_{\pi^-} = 0,96c$, phân rã theo phương trình:

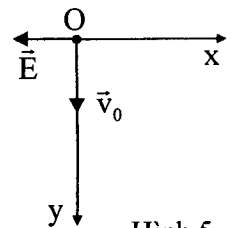


Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, khối lượng nghỉ của π^- , μ^- và $\bar{\nu}_\mu$ lần lượt là $m_{\pi^0} = 139,6$ MeV/ c^2 , $m_{\mu^0} = 105,7$ MeV/ c^2 và $m_{\bar{\nu}_\mu} \approx 0$.

a) Trong hệ qui chiếu gắn với khối tâm hệ muyn và phản notrinô, muyn bay theo phương lệch một góc $\theta' = 30^\circ$ so với chiều dương trục $O'x'$, ($O'x'$ cùng hướng Ox). Tính tốc độ v_{μ^-} của muyn do phản ứng (*) tạo ra trong hệ qui chiếu khối tâm và hệ qui chiếu mặt đất.

b) Muyn do sự phân rã (*) tạo ra bay thẳng đứng xuống dưới về phía mặt đất. Cho biết ở trạng thái nghỉ muyn có thời gian sống là $2,2 \cdot 10^{-6}$ s. Hỏi muyn sinh ra ở độ cao 10 km có bay tới mặt đất không?

2. Trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất Oxy có điện trường đều $\vec{E}$ đủ mạnh ngược chiều Ox. Tại thời điểm $t = 0$, một electron (điện tích $-e$, khối lượng nghỉ m_{e0}) có năng lượng cao chuyển động với vận tốc $\bar{v}_0$ theo chiều Oy và đi qua O (Hình 5). Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Tìm tốc độ của electron tại thời điểm $t > 0$.



Hình 5

-----HẾT-----

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