

ĐỀ CHÍNH THỨC

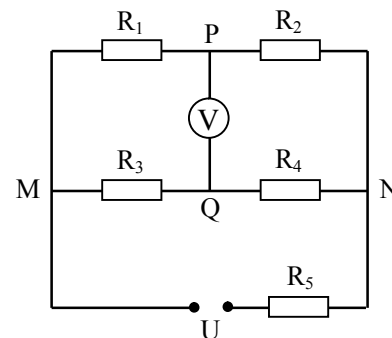
Thời gian làm bài: 180 phút (không kể thời gian giao đề)
(Đề thi có 02 trang, gồm 06 câu)

Câu 1 (1,5 điểm).

Cho mạch điện như hình vẽ.

Biết: $U = 50V$, $R_1 = R_4 = R_5 = 10\Omega$, $R_2 = R_3 = 20\Omega$, vôn kế lí tưởng, điện trở các dây nối không đáng kể.

- Hãy tính số chỉ của vôn kế.
- Nếu thay vôn kế bằng một bóng đèn có cường độ dòng điện định mức là $I_d = 0,5A$ thì đèn sáng bình thường. Tính điện trở của đèn?



Câu 2 (1,5 điểm):

Vật sáng AB phẳng mỏng đặt vuông góc trên trục chính của một thấu kính hội tụ tiêu cự 20cm, A nằm trên trục chính và cách quang tâm của thấu kính một đoạn d . Vật AB cho ảnh A'B' ngược chiều và lớn hơn vật hai lần.

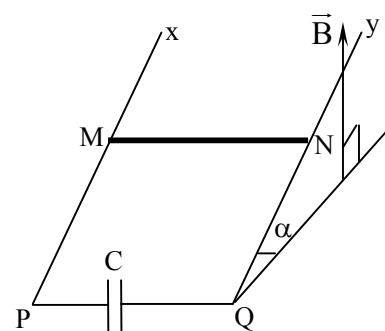
- Xác định d .
- Giữ thấu kính cố định, tịnh tiến vật AB dọc theo trục chính từ vị trí ban đầu. Khi tịnh tiến vật AB một đoạn a thì thu được ảnh thật $A_1B_1 = 1,5AB$. Khi tịnh tiến vật AB một đoạn b thì thu được ảnh thật

$A_2B_2 = 2,5AB$. Trong quá trình dịch chuyển, A luôn nằm trên trục chính thấu kính. Xác định tỉ số $\frac{a}{b}$.

- Giữ vật cố định. Tịnh tiến thấu kính ra xa vật thêm một đoạn 20cm, sao cho A luôn nằm trên trục chính và AB vuông góc với trục chính. Xác định quãng đường đi được của ảnh trong quá trình dịch chuyển thấu kính ở trên.

Câu 3 (2,0 điểm):

Một khung dây kim loại xPQy cứng, mảnh, nhẹ, được đặt cố định nghiêng góc α so với mặt phẳng ngang cách điện. Thanh kim loại MN cứng, có khối lượng m , chiều dài l (biết $MN = PQ$) được giữ tựa trên hai thang Px, Qy. Hệ đặt trong từ trường đều có vectơ cảm ứng từ \vec{B} thẳng đứng như hình vẽ. Tại thời điểm $t = 0$, thả cho thanh MN chuyển động dọc theo hai thanh ray Qx, Py với vận tốc ban đầu bằng không, hệ tiếp xúc điện tốt. Bỏ qua ma sát, điện trở khung dây kim loại và thanh MN. Biết trên PQ có một tụ điện với điện dung C , gia tốc trọng trường là g . Coi hai thanh ray Px, Qy đủ dài trong quá trình khảo sát chuyển động của thanh MN, và trong quá trình chuyển động thì thanh MN luôn tiếp xúc và vuông góc với hai thanh ray. Các giá trị của m , α , l , C , g , B đều đã biết và thỏa mãn điều kiện để thanh MN chuyển động xuống dưới.



- Tại thời điểm thanh MN có vận tốc v , hãy xác định:

- Suất điện động cảm ứng trên thanh MN.
 - Cường độ dòng điện trong mạch.
- Xác định gia tốc của thanh MN.

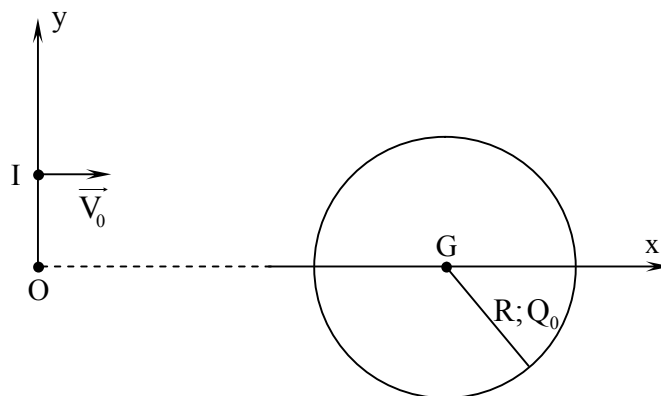
Câu 4 (1,5 điểm):

Một quả cầu bằng kim loại đặc đồng chất tâm G bán kính R tích điện $Q_0 > 0$ được đặt cố định. Coi rằng hằng số điện môi của môi trường trong và ngoài quả cầu đều bằng 1.

1. Tính cường độ điện trường tại một điểm cách tâm G một đoạn r.

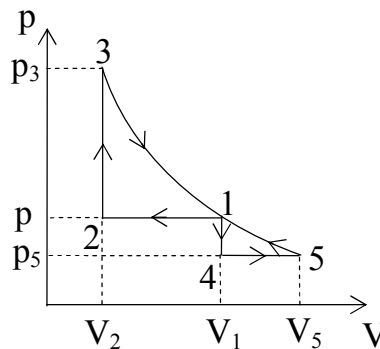
2. Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ, trong đó G nằm trên trục Ox và rất xa O.

Tại điểm I, với $OI = \frac{R}{2}$ người ta bắn ra một hạt nhỏ (coi là chất điểm) khối lượng m nhiễm điện tích $q > 0$ với vận tốc ban đầu \vec{V}_0 cùng chiều Ox. Bỏ qua mọi ma sát lực cản, tác dụng của trọng lực, hiện tượng hưởng ứng điện. Tìm điều kiện của V_0 để hạt m không thể chạm vào bề mặt của quả cầu.

**Câu 5 (2,0 điểm):**

Một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện một chu trình C: 1 – 2 – 3 – 1 – 4 – 5 – 1, gồm hai chu trình là $C_1: 1 - 2 - 3 - 1$ và $C_2: 1 - 4 - 5 - 1$ như hình vẽ.

Các quá trình: 3 – 1 và 5 – 1 là đẳng nhiệt, 1 – 2 và 4 – 5 là đẳng áp, 2 – 3 và 1 – 4 là đẳng tích. Áp suất ở trạng thái 5 là $p_5 = 2 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$, ở trạng thái 3 là $p_3 = 2 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2}$. Thể tích trạng thái 5 là $V_5 = 10$ lít, ở trạng thái 1 là $V_1 = 8$ lít. Biết hằng số khí phổ biến là $R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$.



1. Tính áp suất p_1 ở trạng thái 1 và nhiệt độ T_4 ở trạng thái 4.

2. Ở chu trình C_1 , tính công A_1 mà khối khí thực hiện và tính nhiệt lượng Q_1 mà khối khí nhận được từ bên ngoài.

3. Ở chu trình C_2 , tính công A_2 mà khối khí thực hiện.

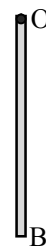
Câu 6 (1,5 điểm): Cơ học vật rắn.

Một thanh cứng OB tiết diện đều, chiều dài L, khối lượng M, mật độ khối lượng σ phụ thuộc chiều dài, σ được xác định theo công thức $\sigma = k \cdot x$ (trong đó k là hằng số dương, x là khoảng cách tới đầu O của thanh). Bề dày của thanh OB rất nhỏ so với chiều dài L. Gia tốc trọng trường là g. Bỏ qua mọi ma sát, lực cản.

1. Xác định giá trị của k theo M, L.

2. Xác định vị trí khối tâm G của thanh OB.

3. Xác định mô men quán tính của thanh OB đối với trục quay (Δ) đi qua đầu O và vuông góc với thanh OB.



-----Hết-----

- Thí sinh không được sử dụng tài liệu.

- Giám thị không giải thích gì thêm.

ĐÁP ÁN

Câu 1:

1. Sơ đồ mạch: $[(R_1 \text{ nt } R_2) // (R_3 \text{ nt } R_4)] \text{ nt } R_5$

- Điện trở tương đương của mạch:

$$R = \frac{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} + R_5 = 25\Omega$$

- Cường độ dòng điện qua mạch: $I = \frac{U}{R} = 2\text{A}$

- Ta có: $U_{12} = U_{34}$; $R_{12} = R_{34} = 30\Omega$ nên $I_1 = I_3 = I/2 = 1\text{A}$

$$U_{PQ} = -U_{MP} + U_{MQ} = -U_1 + U_3 = -1 \cdot 10 + 1 \cdot 20 = 10\text{V}$$

- Số chỉ vôn kế: $U_V = |U_{PQ}| = 10\text{V}$

2.

Khi thay vôn kế bằng một bóng đèn.

- Giả sử chiều dòng điện có chiều từ P đến Q, khi đó:

$$I_2 = I_1 - 0,5; I_4 = I_3 + 0,5$$

- Mà: $U_1 + U_2 = U_3 + U_4$ hay $10I_1 + 20(I_1 - 0,5) = 20I_3 + 10(I_3 + 0,5)$
 $\Rightarrow I_1 = I_3 + 0,5$; $I = I_1 + I_3 = 2I_3 + 0,5$

- Mặt khác: $U_3 + U_4 + U_5 = U$ hay $20I_3 + 10(I_3 + 0,5) + 10(2I_3 + 0,5) = 50$
 $\Rightarrow I_3 = 0,8\text{A}$; $I_1 = I_3 + 0,5 = 1,3\text{A}$

- Hiệu điện thế hai đầu bóng đèn là:

$$U_d = U_3 - U_1 = 20 \cdot 0,8 - 10 \cdot 1,3 = 3\text{V}$$

- Điện trở của đèn là: $R_d = \frac{U_d}{I_d} = 6\Omega$

Câu 4:

1

* Xét $r < R$. Do quả cầu bằng kim loại nên điện tích chỉ phân bố trên bề mặt, còn bên trong quả cầu điện tích không có nên bên trong quả cầu $E_{(r < R)} = 0$.

* Xét $r \geq R$. Áp dụng định lý OG có:

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q_0}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Với $r = R$ ứng với các điểm trên bề mặt quả cầu thì điện trường bằng

$$E = \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

Với $r = \infty$ ứng với các điểm ở rất xa quả cầu thì điện trường bằng $E = 0$.

2.

Gọi điểm mà hạt có thể lại gần nhất quả cầu cách tâm G của quả cầu đoạn r , lúc đó vận tốc của hạt là V .

- Trong quá trình chuyển động hạt chịu tác dụng của lực điện (lực Coulomb) luôn hướng về tâm G
 \Rightarrow đối với trục quay qua G lực này không gây ra momen \Rightarrow đối với G momen động lượng của m bảo toàn

$$\Rightarrow r \cdot mV = \frac{R}{2} \cdot mV_0 \quad (1)$$

- Bảo toàn năng lượng ta có:

$$\begin{aligned} \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} &= q \cdot (V_{(\infty)} - V_{(r)}) = (-q)[V_{(r)} - V_{(\infty)}] = \\ &= (-q) \int (-E dr) = (q) \int_{r=\infty}^r \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = -\frac{qQ_0}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (2) \end{aligned}$$

Từ (1)(2)

$$\Rightarrow \left(\frac{R^2 V_0^2}{4}\right) \frac{1}{r^2} + \left(\frac{qQ_0}{2\pi\epsilon_0 m}\right) \frac{1}{r} - V_0^2 = 0$$

\Rightarrow chọn nghiệm

$$r = \frac{R^2 V_0^2}{2 \left[\sqrt{\left(\frac{qQ_0}{2\pi\epsilon_0 m}\right)^2 + R^2 V_0^4} - \frac{qQ_0}{2\pi\epsilon_0 m} \right]} \quad (3)$$

Bài toán có nghĩa khi $r > R$ (4)

Từ (3)(4)

$$\Rightarrow R V_0^2 \left(\frac{qQ_0}{2\pi\epsilon_0 m} - \frac{3}{4} R V_0^2 \right) > 0 \Rightarrow V_0 < \sqrt{\frac{2qQ_0}{3\pi\epsilon_0 m R}}$$

Câu 5:

1.

- Ở quá trình đẳng nhiệt 5 – 1:

$$p_1 V_1 = p_5 V_5.$$

Tính được: $p_1 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

- Ở trạng thái 4:

$$p_4 V_4 = R T_4$$

trong đó $p_4 = p_5 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ và $V_4 = V_1 = 8 \text{ lít}$.

Tính được: $T_4 = 192,54 \text{ K}$.

2.

- Ta có $V_2 = V_3 = \frac{p_5 V_5}{p_2} = 1 \text{ lít}$.

- Công ở quá trình đẳng áp 1 – 2 là:

$$A_{12} = p_1 (V_2 - V_1) = 2,5 \cdot 10^5 \times (-7 \cdot 10^{-3}) = -1750 \text{ J}.$$

- Công ở quá trình đẳng nhiệt 3 – 1 là:

$$A_{31} = \int_{V_3}^{V_1} p \cdot dV.$$

Với $p = \frac{RT}{V}$ (T là nhiệt độ ở quá trình đẳng nhiệt).

$$A_{31} = RT \int_{V_3}^{V_1} \frac{dV}{V}; \text{ với } RT = p_1 V_1.$$

$$A_{31} = p_1 V_1 \ln \frac{V_1}{V_3} = 2,5 \cdot 10^5 \times 8 \cdot 10^{-3} \ln 8 = 4158,88 \text{ J}.$$

- Công cả hệ thực hiện sau chu trình C_1 :

$$A_1 = A_{12} + A_{31} = 4158,88 - 1750 = 2408,88 \text{ J}$$

- Ở quá trình 2 – 3, hệ nhận nhiệt lượng:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} = C_v \Delta T_{23} = \frac{3}{2} R \Delta T_{23} = \frac{3}{2} V_2 (p_3 - p_2) = 2625 \text{ J}.$$

- Ở quá trình 3 – 1, hệ nhận nhiệt lượng:

$$Q_{31} = A_{31} = 4158,88 \text{ J}.$$

- Nhiệt lượng cả hệ nhận ở chu trình C_1 là:

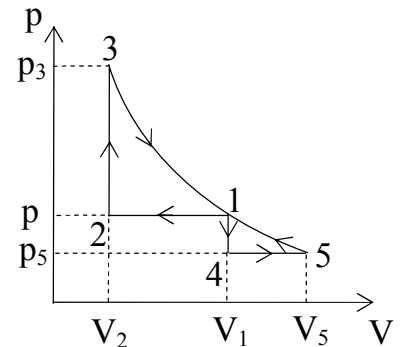
$$Q_1 = Q_{23} + Q_{31} = 6783,88 \text{ J}.$$

3.

Công thực hiện ở chu trình C_2 là:

$$A_2 = A_{45} + A_{51}.$$

- Tính được: $A_{45} = p_5 (V_5 - V_4) = 2 \cdot 10^5 \times 2 \cdot 10^{-3} = 400 \text{ J}.$



Câu 6:

1. Xác định k.

Chọn trục Ox trùng với thanh OB, chiều dương từ O đến B.

Xét một phần tử nhỏ dx , có tọa độ x , khối lượng $dm = kx \cdot dx$

$$M = \int dm = \int_0^L kx \cdot dx = \frac{kL^2}{2} \Leftrightarrow k = \frac{2M}{L^2}$$

2. Xác định khối tâm G

$$x_G = \frac{1}{M} \int x dm = \frac{1}{M} \int_0^L kx^2 dx = \frac{kL^3}{3M}$$

$$\text{Thay } k = \frac{2M}{L^2} \Rightarrow x_G = \frac{2L}{3}$$

3. Xác định mômen quán tính I_O (đối với trục quay (Δ)).

$$dI_O = x^2 dm \Rightarrow I_O = \int x^2 dm = \int_0^L kx^3 dx$$

$$\text{Thay } k = \frac{2M}{L^2} \Rightarrow I_O = \frac{ML^2}{2}$$