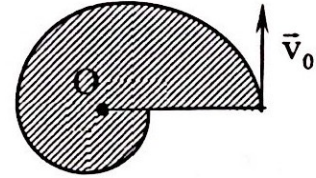


Câu 1 (4 điểm).

Một vật nhỏ có khối lượng m được buộc vào đầu một sợi chỉ, đầu kia của sợi chỉ được luồn qua một lỗ nhỏ O trên mặt bàn nhẵn nằm ngang, kéo căng sợi chỉ và giữ chặt đầu sợi chỉ. Khoảng cách từ O tới vật là r_0 . Truyền cho vật vận tốc vuông góc với sợi chỉ, vật chuyển động tròn đều trên mặt bàn với vận tốc v_0 . Tại $t_0 = 0$, kéo nhẹ đều sợi chỉ qua lỗ. Sau thời gian τ sợi chỉ quay được góc 2π quanh O (hình 1).



Hình 1

1. Tìm diện tích quét được của sợi chỉ trong thời gian τ .
2. Tìm biểu thức lực căng của sợi chỉ theo khoảng cách r từ O tới vật.
3. Tìm tỉ số giữa động năng của vật và tốc độ góc ω của sợi chỉ.

Câu 2 (5 điểm).

Trong vật lý phân tử và nhiệt học quá trình politropic được định nghĩa là quá trình biến đổi trong đó nhiệt dung mol của chất khí $C = \frac{\partial Q}{dT}$ không đổi.

1. Chứng minh rằng phương trình liên hệ giữa áp suất P và thể tích V của một lượng khí lí tưởng nhất định trong quá trình politropic thuận nghịch là $PV^n = \text{hằng số}$, trong đó $n = \frac{C - C_p}{C - C_v}$; nên gọi là chỉ số politropic; C_p, C_v là nhiệt dung mol đẳng áp và đẳng tích.

2. Trong quá trình politropic thuận nghịch, một lượng khí lí tưởng nhận nhiệt lượng 10kJ và tăng thể tích lên 10 lần, áp suất giảm 8 lần. Tính chỉ số politropic và độ tăng nội năng của khí.

Cho $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$

Câu 3 (4 điểm).

Một sợi dây dẫn thẳng, nhỏ, dài vô hạn tích điện đều mật độ điện dài là λ . Bao quanh sợi dây là một lớp điện môi hình trụ có bán kính R , hằng số điện môi ϵ_1 , bên ngoài lớp điện môi đó là điện môi đồng nhất, chiếm đầy không gian với hằng số điện môi ϵ_2 .

1. Xác định cường độ điện trường tạo bởi sợi dây đó tại điểm cách sợi dây là r .
2. Xác định mật độ điện tích liên kết với mặt tiếp xúc giữa hai lớp điện môi.

Câu 4 (3 điểm).

Vật kính của một máy ảnh có tiêu cự $f = 10$ cm.

1. Máy được hướng để chụp ảnh của một vật ở rất xa. Tính khoảng cách từ phim đến vật kính. Biết góc trông vật là 3° , xác định chiều cao của ảnh trên phim.
2. Để thu được ảnh lớn hơn, người ta thay vật kính của máy ảnh bằng một ống kính chụp xa gồm hai thấu kính mỏng đồng trục, cách nhau 12,5 cm. Kích thước là thấu kính hội tụ, kính sau là thấu kính phân kì. Khoảng cách từ kính sau đến phim là 10 cm. Ảnh thu được lớp gấp 6 lần ảnh khi không dùng ống kính chụp xa. Xác định tiêu cự của mỗi thấu kính.

Câu 5 (4 điểm).

Hai ion có khối lượng và điện tích lần lượt là m_1, q_1 và m_2, q_2 . Điện tích của hai ion trái dấu nhau. Hai ion được giữ cách nhau một đoạn r_0 . Tại $t = 0$ chúng được thả ra không vận tốc ban đầu. Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

1. Sau bao lâu kể từ lúc thả ra hai ion sẽ gặp nhau?

2. Tìm khoảng cách r_0' giữa hai ion để khi thả không vận tốc ban đầu chúng sẽ gặp nhau sau thời gian gấp 8 lần thời gian thả không vận tốc ban đầu ở khoảng cách r_0 .

HƯỚNG DẪN GIẢI

Câu 1.1. $L = r \wedge p = m(r \wedge v) \Rightarrow L = mrv \sin(r; v)$

$$M = \frac{dL}{dt} = 0 \Rightarrow L = \text{const} \Rightarrow \text{vật chuyển động trong mặt phẳng đi qua O và } \perp L$$

Diện tích mà r quét được trong thời gian dt :

$$dS = \frac{1}{2} r \cdot v dt \cdot \sin(r, v) = \frac{1}{2} |(r \wedge v)| dt \Rightarrow dS = \frac{L}{2m} dt \Rightarrow S = \frac{L\tau}{2m}$$

L không đổi nên ta tìm L tại thời điểm ban đầu: $L = L_0 = mr_0 v_0 \Rightarrow S = \frac{r_0 v_0 \tau}{2}$.

2. Chuyển động đều theo phương $r; r'' = 0 \Rightarrow$ Lực căng dây kéo: $T = \frac{m\omega_0^2 r_0^4}{r^4} \Rightarrow T = \frac{m\omega_0^2 r_0^4}{r^3}$.

3. $\frac{W}{\omega} = \frac{m\omega^2 r^2}{2\omega} = \frac{m\omega r^2}{2} = \frac{mv_0 r_0}{2} = \text{hằng số.}$

Câu 2: 1. Theo nguyên lí 1: $dU = \delta Q + \delta A$

Mà $\delta A = -PdV; \quad \delta Q = \frac{m}{\mu} C_d T; \quad dU = \frac{m}{\mu} C_v dT \Rightarrow \frac{m}{\mu} C_v dT = \frac{m}{\mu} C_d T - PdV \quad (1)$

Do $PV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow PdV + VdP = \frac{m}{\mu} R dT \quad (2)$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \frac{C - C_v}{R} (PdV + VdP) = PdV \Rightarrow \frac{C - C_v - R}{C - C_v} PdV + VdP = 0$

Do $C_v + R = C_p$ đặt $n = \frac{C - C_p}{C - C_v} \Rightarrow nPdV + VdP = 0$

Phân li biến số và lấy tích phân ta có: $PV^n = \text{hằng số.}$

2. Do $P_1 V_1^n = P_2 V_2^n \Rightarrow n = \ln \frac{P_1}{P_2} / \ln \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow n = 0,9$

Do $n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = 0,9 \Rightarrow C = 5C_v$ và $\frac{C_p}{C_v} = \gamma = 1,4$

Từ $\Delta U = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T$ và $Q = \frac{m}{\mu} C \Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{5} Q = 2kJ.$

Câu 3: 1. Xét mặt trụ bán kính r , chiều cao h đồng trục với dây:

Khi $r < R$ ta có $2\pi r h E_1 = \frac{\lambda h}{\epsilon_0 \epsilon_1} \Rightarrow E_1 = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_1 r}$

Khi $r > R$ ta có $2\pi r h E_2 = \frac{\lambda h}{\epsilon_0 \epsilon_2} \Rightarrow E_2 = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_2 r}$

Cường độ điện trường tại mặt phân cách:

$$E_1 = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_1 r} \approx \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_1 R} \text{ và } E_2 = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_2 r} \approx \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_2 R}$$

Mật độ điện tích liên kết trên mặt $\epsilon_1: \sigma_1 = P_1 = \epsilon_0 (\epsilon_1 - 1) E_1 = \frac{\epsilon_1 - 1}{2\pi \epsilon_1 R}$

$$\sigma_2 = P_2 = \epsilon_0(\epsilon_2 - 1)E_2 = \frac{\epsilon_2 - 1}{2\pi\epsilon_2 R}$$

Mật độ điện tích liên kết: $\sigma = \sigma_2 - \sigma_1 = \frac{\lambda}{2\pi R} \left(\frac{1}{\epsilon_1} - \frac{1}{\epsilon_2} \right)$.

Câu 4: 1. $d = \infty \Rightarrow d' = f = 10\text{cm}; A'B' = f \cdot \alpha = 0,523\text{cm}$.

2. $d_1 = \infty \Rightarrow d'_1 = f_1 \Rightarrow d_2 = 12,5 - f_1; d'_2 = 10\text{cm}$ và $f_2 < 0 \Rightarrow d_2 < 0 \Rightarrow f_1 > 12,5\text{cm}$

$$A_2B_2 = |k_2| \cdot f_1 \cdot \tan \alpha = 6f\alpha \Rightarrow f_1 = \frac{6f}{|k_2|} = \frac{6ff_2}{f_2 - d'_2} = \frac{60f_2}{f_2 - 10} \quad (d'_2 > 0; d_2 < 0 \rightarrow k_2 > 0) \quad (1)$$

$$d_2 = \frac{d'_2 \cdot f_2}{d'_2 - f_2} \Rightarrow 12,5 - f_1 = \frac{10f_2}{10 - f_2} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow f_1 = 15\text{cm}; f_2 = -\frac{10}{3}\text{cm}$.

Câu 5: 1. Hệ 2 ion là hệ kín, ban đầu các ion đứng yên, khối tâm G đứng yên:

Xét tại thời điểm 2 ion cách nhau r ta có:

$$r_1 = \frac{m_2 r}{m_1 + m_2} \Rightarrow r'_1 = \frac{m_2 r'}{m_1 + m_2} \quad \text{và} \quad r_2 = \frac{m_1 r}{m_1 + m_2} \Rightarrow r'_2 = \frac{m_1 r'}{m_1 + m_2}$$

Cơ năng bảo toàn nên: $\frac{m_1 r_1'^2}{2} + \frac{m_2 r_2'^2}{2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r_0}$

Đặt $M = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}; k = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0}$ ta có $\frac{M}{2} r'^2 + \frac{k}{r} = \frac{k}{r_0}$

Do r giảm nên $r' < 0$ ta có $\frac{dr}{dt} = -\sqrt{\frac{2k}{M} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r} \right)}$

Phân li biến số ta có: $\frac{dr}{\sqrt{\frac{r}{r_0} - 1}} = -\sqrt{\frac{2|k|}{Mr_0}} dt$

Đặt $\frac{r}{r_0} = \cos^2 \theta$ với $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ ta có $r_0 \int_0^{\frac{\pi}{2}} 2 \cos^2 \theta d\theta = \sqrt{\frac{2|k|}{Mr_0}} \int_0^{t_0} dt \Rightarrow t_0 = \pi \sqrt{\frac{\pi\epsilon_0 M}{2|q_1 q_2|}} r_0^{\frac{3}{2}}$

2. Từ kết quả trên ta thấy $t_0^2 \sim r_0^3$

$$\Rightarrow \left(\frac{t'_0}{t_0} \right)^2 = \left(\frac{r'_0}{r_0} \right)^3 \Rightarrow r'_0 = r_0 \left(\frac{t'_0}{t_0} \right)^{\frac{2}{3}} \Rightarrow r'_0 = 4r_0$$

