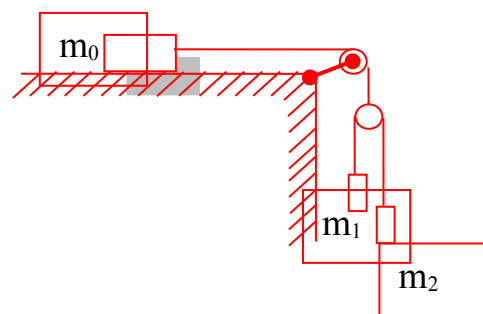


Câu 1: (5 điểm)

Cho cơ hệ như hình vẽ, các vật nặng có khối lượng lần lượt là m_0 ; m_1 và m_2 , bỏ qua ma sát của vật với mặt bàn. Dây và ròng rọc có khối lượng không đáng kể và không ma sát.

Tính gia tốc của các vật?



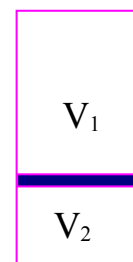
Câu 2: (4 điểm)

Một pít tông nặng có thể dịch chuyển không ma sát trong một xi lanh thẳng đứng. Trên và dưới cùng chứa một mol cùng một loại chất khí.

Khi ở nhiệt độ T thì tỉ số các thể tích là

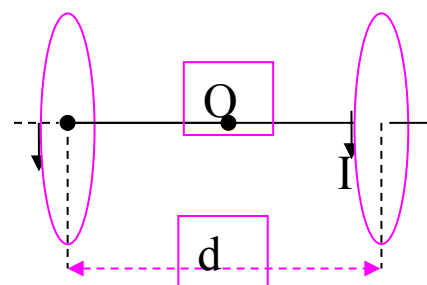
$$\frac{V_2}{V_1} = 2.$$

Hỏi cần tăng nhiệt độ lên bao nhiêu để tỉ số trên bằng 1,5? Bỏ qua sự giãn nở của xi lanh.



Câu 3: (6 điểm)

Vòng dây Helmholtz là một dụng cụ tạo ra từ trường đều gồm hai vòng dây có cùng bán kính r , đặt đồng trục, cách nhau một khoảng d trong chân không. Cường độ dòng điện qua hai cuộn dây chạy cùng chiều, cùng cường độ I .



a. Xác định cảm ứng từ tại điểm M trên trục hai vòng dây, cách trung điểm O một khoảng x với ($x < d/2$).

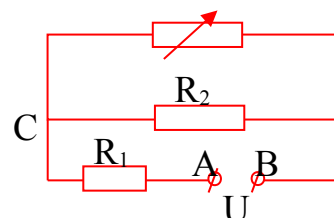
b. Tìm điều kiện để cảm ứng từ tại đó không phụ thuộc và giá trị của x . Khi x đủ nhỏ, tính giá trị của cảm ứng từ khi đó.

Áp dụng công thức gần đúng: $(1 + \varepsilon)^n = 1 + n\varepsilon + \frac{n(n-1)\varepsilon^2}{2} + \dots +$

Câu 4: (5 điểm)

Cho mạch điện như hình vẽ. Biết hiệu điện thế hai đầu mạch có giá trị không đáng kể, R_1 và R_2 có giá trị không đổi. R_x là một biến trở. Bỏ qua điện trở của các dây nối. Khi $R_x = R_0$ thì công suất nhiệt của R_x là cực đại có giá trị là P_0 . Khi R_x có giá trị 16Ω và 100Ω thì công suất $P = \frac{P_0}{2}$.

Tìm giá trị R_0



-----HẾT-----

ĐÁP ÁN

Câu 1: (5điểm)

Chọn hệ quy chiếu gắn với ròng rọc,
vật m_0

$$\vec{P}_0 + \vec{T}_0 + \vec{N}_0 = m_0 \vec{a}_0$$

Chiều theo phương chuyển động ta có:

$$T_0 = m_0 a_0 \quad (1)$$

Chọn chiều dương là chiều đi lên của m_1 .

- Đối với vật m_1 ta có: $\vec{P}_1 + \vec{F}_{qt1} + \vec{T}_1 = m_1 \vec{a}_1$

$$\Rightarrow -P_1 + m_1 a_0 + T_1 = m_1 a_1 \quad (2)$$

- Đối với vật m_2 : $\vec{P}_2 + \vec{T}_2 + \vec{F}_{qt2} = m_2 \vec{a}_2$

$$\Rightarrow P_2 - m_2 a_0 - T_2 = m_2 a_2 \quad (3)$$

Do dây không giãn nên: $a_1 = a_2 = a$.

$$\text{từ (1) ta có } \frac{T_0}{2} = \frac{m_0 a_0}{2} = T_1 = T_2 = T \quad (4)$$

$$\text{Từ (2) và (3) ta có: } -P_1 + m_1 a_0 + P_2 - m_2 a_0 = (m_1 + m_2) a$$

$$(m_2 - m_1)(g - a_0) = (m_1 + m_2) a \Rightarrow a = \frac{(m_2 - m_1)(g - a_0)}{m_1 + m_2} \quad (5)$$

$$\text{Thế (4) vào (2): } -m_1 g + m_1 a_0 + \frac{m_0 a_0}{2} = m_1 a \Rightarrow a = \left(1 - \frac{m_0}{2m_1}\right) a_0 - g \quad (6)$$

$$\Rightarrow \frac{(m_2 - m_1)(g - a_0)}{m_1 + m_2} = \left(1 - \frac{m_0}{2m_1}\right) a_0 - g \Rightarrow a_0 = \frac{4m_1 m_2}{4m_1 m_2 - m_0(m_1 + m_2)} g \quad (7)$$

$$\text{Thế (7) vào (6) ta được: } a = \frac{m_0(m_1 - m_2)}{4m_1 m_2 - m_0(m_1 + m_2)}$$

Gọi a_1' và a_2' là gia tốc của vật m_1 và vật m_2 đối với đất.

$$\text{ta có: } \vec{a}_1' = \vec{a}_1 + \vec{a}_0 \text{ và } \vec{a}_2' = \vec{a}_2 + \vec{a}_0$$

$$\text{Nên: } a_1' = a_1 - a_0 \Rightarrow a_1' = \frac{m_0(m_1 - m_2) - 4m_1 m_2}{4m_1 m_2 - m_0(m_1 + m_2)} \quad (8)$$

$$a_2' = a_2 + a_0 \Rightarrow a_2' = \frac{m_0(m_1 - m_2) + 4m_1 m_2}{4m_1 m_2 - m_0(m_1 + m_2)} \quad (9)$$

Câu 2: (4điểm)

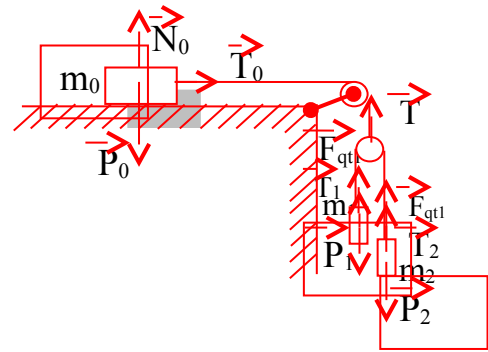
Gọi $p_1, p_2, p_1', p_2', V_1, V_2, V_1', V_2'$ là áp suất và thể tích của ngăn trên và ngăn dưới ứng với nhiệt độ T và T' .

$$\text{Ta có: } p_2 - p_1 = p_2' - p_1' \text{ và } p_1 V_1 = p_2 V_2 = RT \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = 2p_1$$

$$\text{Mặt khác: } p_1' V_1' = p_2' V_2' = RT' \Rightarrow p_2' = \frac{p_1' V_1'}{V_2'} = \frac{3}{2} p_1' \text{ và } V_1 + V_2 = V_1' + V_2'$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} V_1 = \frac{5}{3} V_1' \Rightarrow p_1 = \frac{p_1'}{2} \Rightarrow \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{5}{6} p_1' V_1' \Leftrightarrow \frac{3}{2} RT = \frac{5}{6} RT' \Leftrightarrow \frac{T'}{T} = \frac{18}{10} = 1,8 \text{ (lần)}$$

Câu 3: (6điểm)

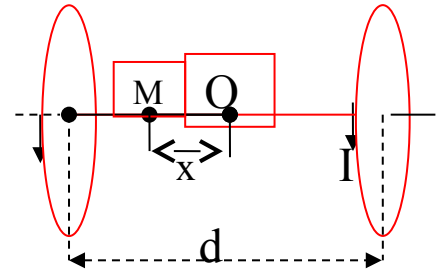


a. Tính cảm ứng từ tại M:

Cảm ứng từ tại M: $\vec{B}_M = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$, hai véc tơ $\vec{B}_1$ và $\vec{B}_2$ cùng chiều nên: $B_M = B_1 + B_2$

- Xét một đoạn dây đủ nhỏ Δl mang dòng điện I ta có:

$$\Delta B = \frac{10^{-7} I \Delta l}{r^2} \sin \alpha = \frac{10^{-7} I \Delta l}{r^2}$$



$$\Rightarrow B = \sum \Delta B = \sum \frac{10^{-7} I \Delta l}{r^2} \quad \text{áp dụng cho từng vòng dây ta có:}$$

$$\Rightarrow B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{I r^2}{2 \left\{ r^2 + \left(\frac{d}{2} - x \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}}} \quad \text{và} \quad B_2 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{I r^2}{2 \left\{ r^2 + \left(\frac{d}{2} + x \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}}}$$

$$\Rightarrow B_M = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{I r^2}{2 \left\{ r^2 + \left(\frac{d}{2} - x \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}}} + 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{I r^2}{2 \left\{ r^2 + \left(\frac{d}{2} + x \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}}}$$

$$\Rightarrow B_M = 2\pi \cdot 10^{-7} I r^2 \left[\frac{1}{\left\{ r^2 + \left(\frac{d}{2} - x \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{\left\{ r^2 + \left(\frac{d}{2} + x \right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}}} \right]$$

b. Điều kiện để B_M không phụ thuộc x:

$$B_M = 2\pi \cdot 10^{-7} \left[\left(r^2 + \frac{d^2}{4} + x^2 - dx \right)^{-\frac{3}{2}} + \left(r^2 + \frac{d^2}{4} + x^2 + dx \right)^{-\frac{3}{2}} \right] \quad \text{đặt } r_0 = \sqrt{r^2 + \frac{d^2}{4}}$$

$$\text{Ta có: } B_M = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I r^2}{r_0^3} \left[\left(1 + \frac{dx}{r_0^2} + \frac{x^2}{r_0^2} \right)^{-\frac{3}{2}} + \left(1 - \frac{dx}{r_0^2} + \frac{x^2}{r_0^2} \right)^{-\frac{3}{2}} \right] \quad \text{áp dụng gần đúng ta có:}$$

$$B_M = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{I r^2}{2 r_0^3} \left[1 + \frac{x^2}{2} \left(\frac{15 d^2}{4 r_0^4} - \frac{3}{r_0^2} \right) \right] \quad \text{Để } B_M \text{ không phụ thuộc x thì}$$

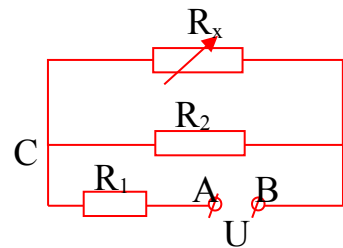
$$\Rightarrow \frac{15 d^2}{4 r_0^4} - \frac{3}{r_0^2} = 0 \Rightarrow 5 d^2 = 4 r_0^2 \Rightarrow 5 d^2 = 4 \left(r^2 + \frac{d^2}{4} \right) \Rightarrow d = r$$

$$\text{Khi đó: } B_M = \frac{4}{5} 4\pi \cdot 10^{-7} I \quad (\text{T})$$

Câu 4: (5điểm)

$$\text{Ta có } P_X = I_x^2 R_X = \frac{U_{BC}^2}{R_X} \quad \text{và}$$

$$\frac{U_{AC}}{R_1} = \frac{U_{BC}}{R_2 R_X} = \frac{U}{R_1 + \frac{R_2 R_X}{R_2 + R_X}}$$



$$P_x = \left[\frac{R_2 U}{R_x (R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right]^2 R_x = \left[\frac{R_2 U}{\sqrt{R_x} (R_1 + R_2) + \frac{R_1 R_2}{\sqrt{R_x}}} \right]^2$$

áp dụng bất đẳng thức Cô-si ta có

$$P_x \max \Leftrightarrow R_x = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = R_0 \text{ khi đó } P_x \max = P_0 = \frac{U^2 R_2}{4 R_1 (R_1 + R_2)}$$

$$\text{Khi } P_x = \frac{P_0}{2} \Rightarrow \left[\frac{R_2 U}{R_x (R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right]^2 R_x = \frac{U^2 R_2}{8 R_1 (R_1 + R_2)}$$

$\Rightarrow (R_1 + R_2)^2 R_x^2 - 6 R_1 R_2 (R_1 + R_2) R_x + R_1^2 R_2^2 = 0$ Phương trình có 2 nghiệm thỏa mãn:

$$R_{x1} R_{x2} = \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)^2 \Rightarrow R_0^2 = \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)^2 \Rightarrow R_0 = \sqrt{R_{x1} R_{x2}} = \sqrt{16.100} = 40 \Omega$$

-----HẾT-----