

ĐỀ CHÍNH THỨC

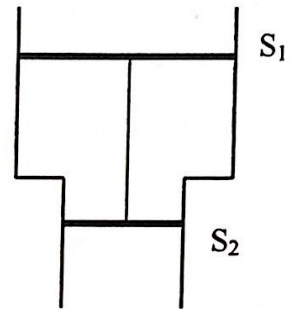
Câu 1 (5 điểm):

Một tấm bê tông nằm ngang được cân cấu nhấc thẳng đứng lên cao với gia tốc $a = 0,5 \text{ m/s}^2$. Bốn giây sau khi rời mặt đất người ngồi trên tấm bê tông ném một hòn đá với vận tốc $v_0 = 5,4 \text{ m/s}$ theo phương làm với tấm bê tông một góc 30° .

- a) Tính thời gian từ lúc ném đá đến lúc rơi xuống mặt đất.
- b) Tính khoảng cách từ nơi đá chạm đất đến vị trí ban đầu của tấm bê tông (coi như chất điểm). Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Câu 2 (4 điểm)

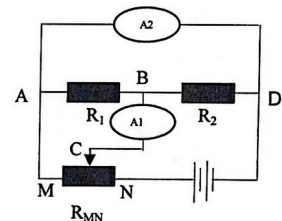
Trong một ống hình trụ thẳng đứng đứng với hai tiết diện khác nhau có hai pít tông nối với nhau bằng một sợi dây nhẹ không dẫn. Giữa hai pít tông có 1 mol khí lí tưởng. Pít tông trên có diện tích tiết diện lớn hơn pít tông dưới là $\Delta S = 10 \text{ cm}^2$. Áp suất khí quyển bên ngoài là $p_0 = 1 \text{ atm}$. Biết khối lượng tổng cộng của hai pít tông là 5 kg, khí không bị lọt ra ngoài. (Bỏ qua ma sát giữa các pít tông và thành ống).



- a) Tính áp suất p của khí giữa hai pít tông
- b) Phải làm nóng khí đó lên bao nhiêu độ để pít tông dịch chuyển lên trên một đoạn $l = 5 \text{ cm}$

Câu 3 (6 điểm)

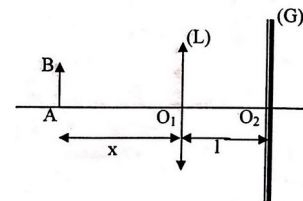
Mạch điện mắc như hình vẽ. Bộ nguồn gồm hai nguồn giống nhau, mỗi pin có suất điện động $E = 1,5 \text{ V}$; $r = 0,5 \Omega$; $R_1 = 6 \Omega$; $R_2 = 2 \Omega$; $R_{MN} = 6 \Omega$ điện trở các Ampe kế và dây nối không đáng kể.



- a) Tìm số chỉ các Ampe kế khi con chạy C ở M và N
- b) Con chạy C ở vị trí nào thì A_2 chỉ $0,3 \text{ A}$

Câu 4 (5 điểm):

Cho quang hệ như hình vẽ, với L là thấu kính hội tụ, tiêu cự $f = 20 \text{ cm}$. G là gương phẳng.



- a) Cho $x = 70 \text{ cm}$ và $l = 50 \text{ cm}$. Hãy xác định ảnh A_3B_3 của AB qua quang hệ. Vẽ hình
- b) l bằng bao nhiêu thì A_3B_3 có độ lớn không đổi và không phụ thuộc vào x

HƯỚNG DẪN GIẢI

Câu 1. a) Tính thời gian từ lúc ném đá đến lúc rơi xuống mặt đất.

Lúc $t = 4s$, tấm bê tông ở độ cao y_0 và vận tốc v_1

$$y_0 = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 4^2 = 4m \Rightarrow v_1 = at = 0,5 \cdot 4 = 2m/s$$

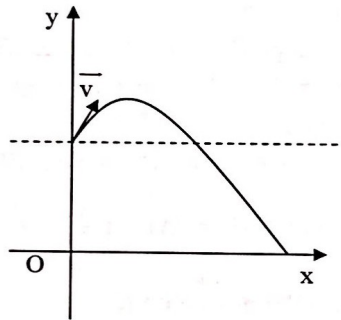
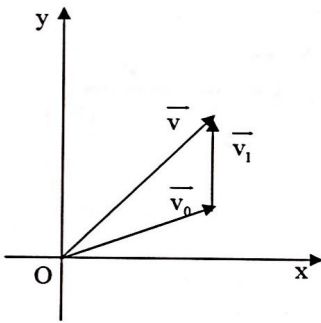
Nếu gọi v là vận tốc của đá đối với mặt đất: $v = v_0 + v_1$

Chọn hệ trục tọa độ Oxy

Ta có: $v_x = v_0 \cdot \cos \alpha = 5,4 \cdot \cos 30^\circ \approx 4,7m/s \Rightarrow v_y = v_0 \cdot \sin \alpha + v_1 = 5,4 \cdot \sin 30^\circ + 2 = 4,7m/s$

$$\tan \beta = \frac{v_x}{v_y} = 1 \Leftrightarrow \beta = 45^\circ$$

Vậy ta được: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \approx 4,7\sqrt{2}m/s$



Ta có phương trình chuyển động của vật: $x = v \cdot \cos \beta \cdot t$ (1)

$$y = v \sin \beta t - \frac{1}{2} g t^2$$
 (2)

Thời gian hòn đá đi lên:

Ta biết $v_y = v \cdot \sin \beta - g \cdot t$

$$v_y = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{v \cdot \sin \beta}{g} = \frac{4,7\sqrt{2}}{10} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,47s$$
 (3)

$$\text{Độ cao hòn đá đạt tới: } y_1 = \frac{v^2 \sin^2 \beta}{2g} = \frac{(4,7\sqrt{2})^2}{2 \cdot 10} \cdot \frac{2}{4} = 1,10m$$
 (4)

$$\text{Thời gian rơi xuống đất: } t_2 = \sqrt{\frac{2y_{\text{Max}}}{g}} = 1,01s$$
 (5), ($y_{\text{max}} = y_0 + y_1$)

$$\text{Vậy thời gian từ lúc ném đến khi chạm đất là: } t = t_1 + t_2 = 1,48s$$
 (6)

b) Tính khoảng cách từ nơi đá chạm đất đến vị trí ban đầu của tấm bê tông (coi như chất điểm).

$$L = x = v \cos \beta \cdot t = 4,7 \cdot 1,48 \approx 7m$$
 (7)

Câu 2. a) Tính áp suất p của khí giữa hai pít tông

Ta có: $S_1 - S_2 = \Delta S$ và $m = m_1 + m_2$

Điều kiện cân bằng của hai pít tông là:
$$\begin{cases} F = F_0 + P_1 + T \\ F + P_2 = F_0 + T \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} p = p_0 + \frac{m_1 g}{S_1} + \frac{T}{S_1} \quad (1) \\ p + \frac{m_2 g}{S_2} = p_0 + \frac{T}{S_2} \quad (2) \end{cases}$$

Từ (1) và (2)
$$\Rightarrow \begin{cases} T = S_1(p - p_0) - m_1 g \quad (3) \\ T = S_2(p - p_0) + m_2 g \quad (4) \end{cases}$$

$$\Rightarrow (S_1 - S_2)(p - p_0) = (m_1 + m_2)g = mg \Rightarrow p = \frac{mg}{\Delta S} + p_0 \approx 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

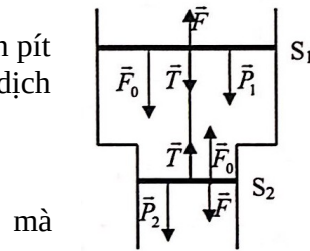
b) Nhiệt độ cần làm nóng ΔT

Khi làm nóng khí thì pít tông dịch chuyển lên một đoạn l . Muốn pít tông cân bằng ở vị trí này thì $p' = p$ (p' : áp suất chất khí sau khi dịch chuyển pít tông)

Theo phương trình Mendêleep – Clapayron: $pV = nRT$ ($n=1$)

$$p'(V + \Delta V) = R(T + \Delta t) \Rightarrow T \frac{\Delta V}{V} = \frac{p}{R} \Delta V$$

$$\Delta V = l\Delta S \Rightarrow \Delta T = p \frac{\Delta S l}{R} \approx 0,9 \text{ K}$$



mà

Câu 3. a) Tìm số chỉ các Ampe kế khi con chạy C ở M và N. Khi con chạy C ở M, điện trở mạch ngoài là $R_N = R_{MN}$, dòng điện không đi qua A_1 nên ($I_{A1} = 0$)

Từ giả thiết:
$$I = \frac{E}{R_N + r_b} = \frac{3}{6 + 1} \approx 0,43 \text{ A}$$

Dòng điện mạch chính đi qua A_2 nên $I_{A2} = I = 0,43 \text{ A}$

Khi con chạy C ở vị trí N, mạch ngoài được mắc như sau

$$(R_{MN} // R_1 // R_2)$$
 do đó $R_N = 1,2 \Omega$ và
$$I = \frac{E}{R_N + r_b} = \frac{3}{1,2 + 1} \approx 1,36 \text{ A}$$

Hiệu điện thế mạch ngoài:

$$U_N = U_{NM} = U_{BA} = U_{BD} = IR_N = 1,36 \cdot 1,2 \approx 1,63 \text{ V} \Rightarrow I_{NM} = \frac{U_{NM}}{R_{MN}} = \frac{1,63}{1,2} = 0,27 \text{ A}$$

$$I_{BA} = \frac{U_{BA}}{R_1} = \frac{1,63}{6} = 0,27 \text{ A} \text{ và } I_{BD} = \frac{U_{BD}}{R_2} = \frac{1,63}{2} = 0,81 \text{ A}$$

Do đó tại nút N: $I_{A1} = I - I_{NM} = 1,36 - 0,27 = 1,09 \text{ A}$

$$I_{A2} = I - I_{BD} = 1,36 - 0,81 = 0,55 \text{ A}$$

b) Con chạy C ở vị trí nào thì A_2 chỉ 0,3A

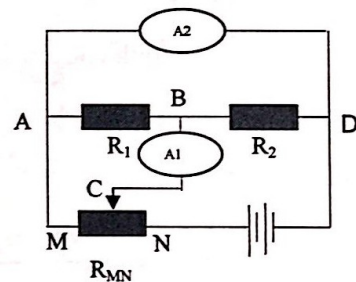
Gọi điện trở phần MC là x , phần CN = $6 - x$

Điện trở mạch ngoài: $[R_{CN} // (R_{MC} // R_1 // R_2)]$

Ta có:
$$R_N = R_{CN} + \frac{R_1 R_2 R_{MC}}{R_1 R_2 + R_1 R_{MC} + R_2 R_{MC}} = \frac{12x - 2x^2 + 18}{2x + 3} \quad (1)$$

Ta lại có:
$$I = \frac{E_b}{R_N + r_b} \Leftrightarrow E_b = I(R_N + r_b) \quad (2)$$

Hiệu điện thế mạch ngoài: $U_N = E_b - I r_b = 3 - I$



Ta có: $U_{NC} = I(6 - x)$

$$U_{BD} = U_N - U_{NC} = (3 - I) - I(6 - x) = 3 - 7I + xI$$

$$I_{BD} = \frac{U_{BD}}{R_2} = \frac{3 - 7I + xI}{2} \quad (3)$$

Từ giả thiết: $I_{A_2} = 0,3A$; tại nút D $I_{A_2} = I - I_{BD} \Leftrightarrow 0,3 = I - \frac{3 - 7I + xI}{2} \Rightarrow I = \frac{18}{5(9 - x)}$ (4)

Thay (4) vào (2) ta được: $3 = \frac{18}{5(9 - x)} \left(\frac{12x - 2x^2 + 18}{2x + 3} + 1 \right) \Leftrightarrow 2x^2 - 9x + 9 = 0$

Giải phương trình ta được $x = 3\Omega$ hoặc $x = 1,5\Omega$.

Vậy cả hai giá trị của x đều đúng

Câu 4. a) Xác định ảnh tạo bởi quang hệ

$$AB \xrightarrow[d_1, d_1']{L} A_1B_1 \xrightarrow[d_2, d_2']{G} A_2B_2 \xrightarrow[d_3, d_3']{L} A_3B_3$$

Với A_1B_1 : $d_1 = 70cm$; $d_1' = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{70 \cdot 20}{70 - 20} = 28cm$ (ảnh thật)

$$k_1 = -\frac{d_1'}{d_1} = -\frac{28}{70} = -\frac{2}{5}$$

Với A_2B_2 : $d_2 = l - d_1' = 50 - 28 = 22cm$; $d_2' = d_2 = -22cm$ (ảnh ảo)

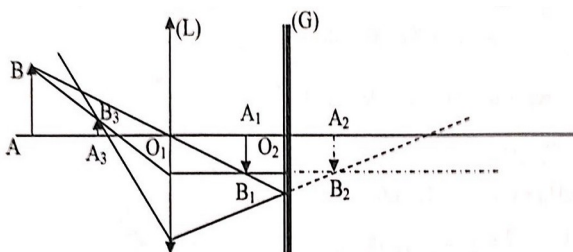
$$k_2 = -\frac{d_2'}{d_2} = 1$$

Với A_3B_3 : $d_3 = l - d_2' = 50 + 22 = 72cm$; $d_3' = \frac{d_3 f}{d_3 - f} = \frac{72 \cdot 20}{72 - 20} = 27,7cm$ (ảnh thật)

$$k_3 = -\frac{d_3'}{d_3} = -\frac{27,7}{72} = -\frac{5}{13}$$

Độ phóng đại của hệ: $k = \frac{A_3B_3}{AB} = k_3 k_2 k_1 = \left(-\frac{5}{13} \right) (1) \left(-\frac{2}{5} \right) = \frac{2}{13}$

Vậy ảnh thật A_3B_3 của AB tạo bởi quang hệ là ảnh thật, cùng chiều và bằng $\frac{2}{13}$ vật



b) l là bằng bao nhiêu thì A_3B_3 có độ lớn không đổi và không phụ thuộc vào x .

Khi l có giá trị thay đổi, ta có: $d_1 = x$; $d_1' = \frac{20x}{x - 20}$

$$d_2 = l - d_1'; d_2' = -d_2 = d_1' - l$$

$$d_3 = l - d_2' = l + d_2 = 2l - d_1' = 2l - \frac{20x}{x - 20} = \frac{2(lx - 10x - 20l)}{x - 20}$$

Ta lại có:

$$k = \frac{\overline{A_3B_3}}{AB} = k_3 k_2 k_1 = \frac{f}{f - d_3} \cdot 1 \cdot \frac{f}{f - d_1} = \frac{20}{20 - \frac{2(lx - 10x - 20l)}{x - 20}} \cdot \frac{20}{20 - x} = \frac{200}{(l - 20x)x - 20l + 200}$$

Vậy $k = \frac{h}{s}$ và k không phụ thuộc vào x khi $l = 20\text{cm}$

Khi đó $k = -\frac{1}{2}$