

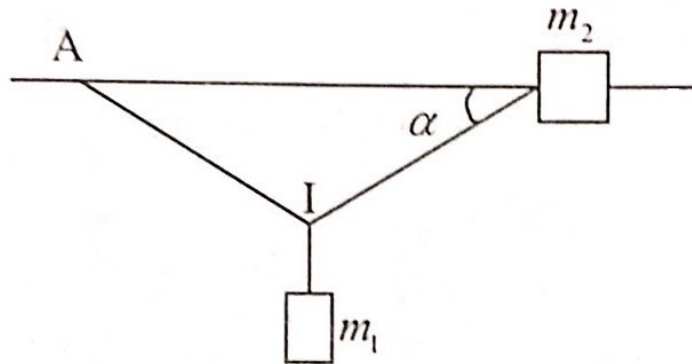
THPT LÊ QUÝ ĐÔN – BÌNH ĐỊNH

Câu 1: (5 điểm)

Trên quỹ đạo S nhất định, một chất điểm chuyển động nhanh dần đều không vận tốc ban đầu với gia tốc a mất thời gian T . Tính thời gian chất điểm chuyển động trên quỹ đạo này nếu chuyển động của chất điểm là luân phiên giữa chuyển động với gia tốc a trong thời gian $T_1 = 0,1T$ và chuyển động đều trong thời gian $T_2 = 0,05T$.

Câu 2: (5 điểm)

Cho hệ cơ như hình vẽ, sợi dây dài $2L$ (khối lượng không đáng kể và không đàn hồi). Một đầu buộc chặt vào A, đầu kia nối với m_2 , m_2 di chuyển không ma sát dọc theo thanh. Tại trung điểm I của dây có gắn chặt vật m_1 . Ban đầu giữ m_2 đứng yên, dây hợp với phương ngang một góc α . Xác định gia tốc của m_2 ngay sau khi thả và xác định lực căng dây.

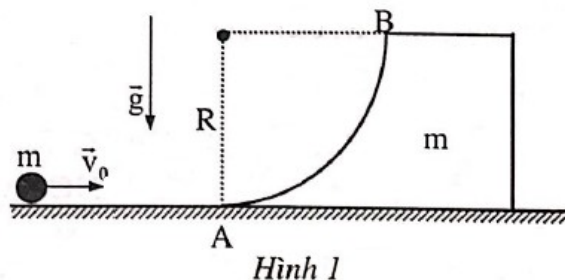


Câu 3: (5 điểm)

Thanh đồng chất OA có trọng lượng P quay được quanh điểm O và tựa tại điểm giữa B của nó lên quả cầu đồng chất C có trọng lượng Q , bán kính R được treo vào trục O, nhờ dây OD dài bằng bán kính R của quả cầu. Cho góc $\angle BOC = \alpha = 30^\circ$. Tính góc nghiêng φ của dây OD hợp với đường thẳng đứng khi hệ cân bằng.

Câu 4: (5 điểm)

Trên mặt bàn nằm ngang có một miếng gỗ khối lượng m , tiết diện như hình 1 (hình chữ nhật chiều cao R đã bị khoét bỏ $\frac{1}{4}$ hình tròn bán kính R). Ban đầu miếng gỗ đứng yên. Một hòn bi sắt có cùng khối lượng với miếng gỗ chuyển động với vận tốc v_0 đến đẩy miếng gỗ. Bỏ qua ma sát và sức cản của không khí. Gia tốc trọng trường là g .



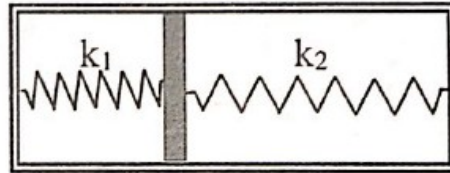
a. Tính các thành phần nằm ngang v_x và thẳng đứng v_y của hòn bi khi nó đi tới điểm B của miếng gỗ. Tìm điều kiện để hòn bi vượt qua B.

b. Giả thiết điều kiện vượt qua B được thỏa mãn. Trong gia đoạn tiếp theo hòn bi và miếng gỗ chuyển động như thế nào? Tìm các vận tốc cuối cùng của hai vật.

c. Áp dụng số: $v_0 = 5\text{m/s}$; $R = 0,125\text{m}$; $g = 10\text{m/s}^2$. Tính độ cao tối đa mà hòn bi đạt được (tính từ mặt bàn).

Câu 5: (5 điểm)

Một xilanh nằm ngang, bên trong có một pittông ngăn xilanh thành hai phần: phần bên trái chứa khí lý tưởng đơn nguyên tử, phần bên phải là chân không. Hai lò xo có độ cứng k_1 và k_2 gắn vào pittông và đáy xilanh như hình vẽ. Lúc đầu pittông được giữ ở vị trí mà cả hai lò xo đều chưa bị biến dạng, trạng thái khí lúc đó là (P_1, V_1, T_1) . giải phóng pittông thì khi pittông ở vị trí cân bằng trạng thái khí là (P_2, V_2, T_2) với $V_2 = 3V_1$. Bỏ qua các lực ma sát, xilanh, pittông, các lò xo đều cách nhiệt. Tính tỉ số $\frac{P_2}{P_1}$ và $\frac{T_2}{T_1}$.



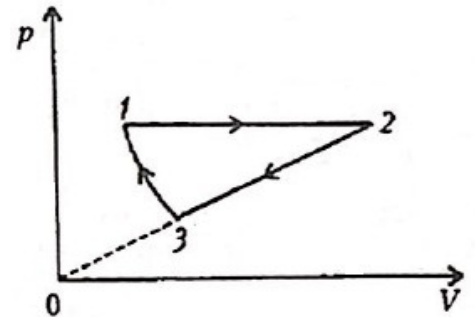
Câu 6: (5 điểm)

Một khối khí Hêli ở trong một xilanh có pittông di chuyển được. Người ta đốt nóng khối khí này trong điều kiện áp suất không đổi, đưa khí từ trạng thái 1 tới trạng thái 2.

Công mà khí thực hiện trong quá trình này là A_{12} . Sau đó, khí bị nén theo quá trình 2-3, trong đó áp suất p tỷ lệ thuận với thể tích V . Đồng thời khối khí nhận một công là A'_{23} ($A'_{23} > 0$). Cuối cùng khí được nén đoạn nhiệt về trạng thái ban đầu.

Hãy xác định công A_{31} mà khí thực hiện trong quá trình này. Tính

hiệu suất chu trình này, biết rằng $\frac{V_2}{V_1} = \varepsilon$



HƯỚNG DẪN GIẢI

Câu 1:

Gọi n : số lần chất điểm chuyển động với thời gian T_2

Khi vật chuyển động nhanh dần đều suốt quãng đường: $S = \frac{aT^2}{2}$ (1)

Khi vật chuyển động luân phiên nhanh dần đều, thẳng đều thì:

$$\begin{aligned}
 S &= \left[\frac{a}{2}T_1^2 + v_1T_2 \right] + \left[\left(\frac{a}{2}T_1^2 + v_1T_1 \right) + v_2T_2 \right] + \left[\left(\frac{a}{2}T_1^2 + v_2T_1 \right) + v_3T_2 \right] + \dots + \left[\left(\frac{a}{2}T_1^2 + v_{n-1}T_1 \right) + v_nT_2 \right] \\
 &= \left[\frac{a}{2}T_1^2 + aT_1T_2 \right] + \left[\left(\frac{a}{2}T_1^2 + aT_1T_1 \right) + 2aT_1T_2 \right] + \left[\left(\frac{a}{2}T_1^2 + 2aT_1T_1 \right) + 3aT_1T_2 \right] + \dots + \left[\left(\frac{a}{2}T_1^2 + (n-1)aT_1T_1 \right) + naT_1T_2 \right] \\
 &= \frac{aT_1^2}{2} (1+3+5+\dots+(2n-1)) + aT_1T_2 (1+2+\dots+n) \\
 &= \frac{aT^2}{2} \left(\frac{1}{100}n^2 + \frac{1}{100} \cdot \frac{n(n+1)}{2} \right) \quad (2)
 \end{aligned}$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow 3n^2 + n - 200 = 0 \Rightarrow n = 8$

Vậy thời gian chất điểm chuyển động: $\Rightarrow t = 8(T_1 + T_2) - 1,2T$

Câu 2:

Ngay sau khi thả m_2 chịu tác dụng của các lực Q_2, P_2, T_3 ; còn m_1 chịu tác dụng của các lực T_1, T_2, P_1

Khi đó m_2 chuyển động sang trái, chỉ có thành phần gia tốc theo phương ngang là a_2 . Vật m_1 chuyển động tròn quanh A. Ngay sau khi thả m_2 ra, gia tốc của m_1 theo phương hướng tâm bằng không

$\left(a_{in} = \frac{V_1^2}{R} = 0 \text{ do } V_1 = 0 \right)$. Vậy m_1 chỉ có thành phần gia tốc theo phương tiếp tuyến là a_1 .

Chọn hệ trục Oxy như hình vẽ. Do khối lượng của dây không đáng kể nên $T_2 = T_3$

Trên phương dây treo, ta có: $a_2 \cos \alpha = a_1 \cos \left(\frac{\pi}{2} - 2\alpha \right)$

$$\Rightarrow a_2 = 2a_1 \sin \alpha \quad (1)$$

Áp dụng định luật II Newton cho mỗi vật

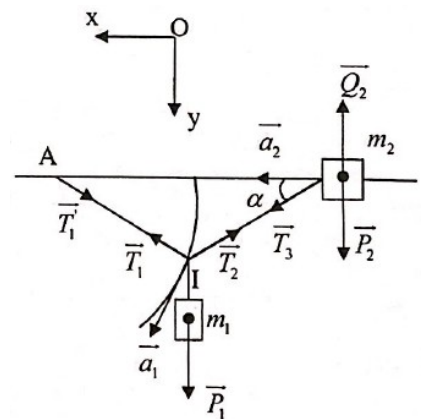
$$\begin{cases} T_1 + T_2 + P_1 = m_1 a_1 \\ T_3 + P_2 + Q_2 = m_2 a_2 \end{cases}$$

Chiếu lên các trục Ox và Oy, ta được:

$$\begin{cases} (T_1 - T_2) \cos \alpha = m_1 a_{1x} = m_1 a_1 \sin \alpha \\ -(T_1 + T_2) \sin \alpha + P_1 = m_1 a_1 \cos \alpha \\ T_3 \cos \alpha = T_2 \cos \alpha = m_2 a_2 \end{cases} \quad (2)$$

Giải hệ (1) và (2), ta được:

$$\begin{cases} a_1 = \frac{m_1 g \cos \alpha}{m_1 + 4m_2 \sin^2 \alpha} \\ a_2 = 2a_1 \sin \alpha = \frac{m_1 g \sin 2\alpha}{m_1 + 4m_2 \sin^2 \alpha} \end{cases} \begin{cases} T_1 = \frac{(m_1 + 2m_2) m_1 g \sin \alpha}{m_1 + 4m_2 \sin^2 \alpha} \\ T_2 = T_3 = 2m_2 a_1 \tan \alpha = \frac{2m_1 m_2 g \sin \alpha}{m_1 + 4m_2 \sin^2 \alpha} \end{cases}$$



Câu 3:

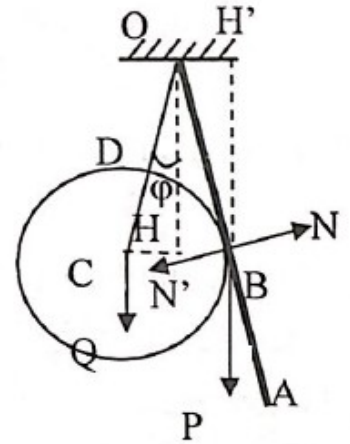
- Điều kiện cân bằng momen lực của quả cầu đối với tâm quay O
 $Q.CH = N.OB \Leftrightarrow Q.2R \sin \varphi = N.2R \cos \alpha$

$$\Rightarrow N = \frac{Q \sin \varphi}{\cos \alpha} = \frac{2Q \sin \varphi}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

- Điều kiện cân bằng momen lực của thanh OA đối với tâm quay O
 $N.OB = P.OH' = P.OB \cdot \sin(30^\circ - \varphi)$

$$\Rightarrow N = P \cdot \sin(30^\circ - \varphi) \quad (2)$$

Từ (1) và (2): $P \cdot \sin(30^\circ - \varphi) = \frac{2Q \sin \varphi}{\sqrt{3}} \Rightarrow \tan \varphi = \frac{P\sqrt{3}}{4Q + 3P}$

**Câu 4:**

a. Áp dụng BTĐL và chiếu hệ thức vecto xuống phương ngang:

$$mv_0 = 2mv_x \rightarrow v_x = \frac{v_0}{2} \quad (1)$$

với v_x là thành phần theo phương ngang của vận tốc hòn bi và vận tốc miếng gỗ sau khi tiếp xúc.

- Áp dụng BTCN hệ hòn bi + miếng gỗ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \left(\frac{mv_x^2}{2} + \frac{mv_y^2}{1} \right) + \frac{mv_x^2}{2} + mgR \quad (2)$$

Từ (1) và (2) rút ra: $v_y = \sqrt{\frac{v_0^2}{2} - 2gR}$

- Điều kiện để hòn bi vượt qua B: $v_y > 0 \rightarrow 2\sqrt{gR}$

b. Khi điều kiện $v_0 > 2\sqrt{gR}$ được thỏa mãn thì sau khi hòn bi tới B, + miếng gỗ vẫn chuyển động đều theo phương ngang với vận tốc v_x

+ Còn hòn bi vạch ra một parabol, xét trong hệ quy chiếu đứng yên gắn với mặt đất.

+ Còn xét trong hệ quy chiếu gắn với miếng gỗ thì hòn bi là vật được ném thẳng đứng lên cao với vận tốc ban đầu v_y , nên cuối cùng hòn bi lại rơi xuống đến đúng điểm B của miếng gỗ.

Sau khi rơi xuống tới điểm B của miếng gỗ thì hòn bi sẽ trượt xuống theo cung BA của miếng gỗ và đẩy miếng gỗ đi nhanh hơn.

- giả sử khi tới A hòn bi có vận tốc v_1 , còn miếng gỗ có vận tốc v_2 thì áp dụng BTĐL và BTCN:

$$mv_0 = m(v_1 + v_2) \text{ và } \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

Từ đó rút ra phương trình $v_1^2 - v_1v_0 = 0$

- Phương trình này có 2 nghiệm $v_1 = 0$ và $v_1 = v_0$

+ Ta loại nghiệm $v_1 = v_0$ vì điều đó không thể xảy ra được (do v_2 khác không)

- Như vậy khi trở lại A vận tốc của hòn bi là $v_1 = 0$. Hòn bi đứng yên, còn miếng gỗ chuyển động với vận tốc ban đầu của hòn bi: $v_2 = v_0$

(Như vậy hiện tượng xảy ra giống như va chạm đàn hồi của hai vật có cùng khối lượng)

c. Xét trong hệ quy chiếu đứng yên với mặt đất, sau khi hòn bi tới B nó vạch ra một parabol.

Tại B: $v_y = \sqrt{\frac{v_0^2}{2} - 2gR} = \sqrt{10} \text{ m/s}$

- Gọi h là chiều cao của đỉnh parabol do hòn bi vạch ra sau khi nó rời khỏi B, ta có $h = \frac{v_y^2}{2g} = 0,5 \text{ m}$

Vậy độ cao tối đa mà hòn bi đạt được là: $H = h + R = 0,635 \text{ m}$

Câu 5:

Khi pittông cân bằng, độ biến dạng của mỗi lò xo là x: $x = \frac{V_2 - V_1}{S} = \frac{2V_1}{S}$

Điều kiện cân bằng của pittông: $P_2 S = (k_1 + k_2)x \Rightarrow P_2 = (k_1 + k_2) \frac{x}{S} = (k_1 + k_2) \frac{2V_1}{S^2}$ (1)

Phương trình trạng thái cho khối khí bên phải: $\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \Leftrightarrow 3 \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \Leftrightarrow \frac{T_2}{T_1} = 3 \frac{P_2}{P_1}$ (2)

Hệ không trao đổi nhiệt: $Q = \Delta U + A = 0 \Rightarrow A = -\Delta U$

Mà
$$\begin{cases} A = W_t = \frac{1}{2}(k_1 + k_2)x^2 = 2(k_1 + k_2) \frac{V_1^2}{S^2} \\ \Delta U = \frac{3}{2} \Delta(PV) = \frac{3}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2}(3P_2 - P_1)V_1 \end{cases}$$

$\Rightarrow 2(k_1 + k_2) \frac{V_1^2}{S^2} = -\frac{3}{2}(3P_2 - P_1)V_1 \Rightarrow 2(k_1 + k_2) \frac{V_1}{S^2} = -\frac{3}{2}(3P_2 - P_1)$ (3)

Thay (1) vào (3) ta được: $P_2 = -\frac{3}{2}(3P_2 - P_1) \Rightarrow 11P_2 = 3P_1 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{3}{11}; \frac{T_2}{T_1} = \frac{9}{11}$

Câu 6:

Trong quá trình đẳng áp 1-2, công do khối khí thực hiện là: $A_{12} = \nu R(T_2 - T_1)$ (1)

Trong quá trình 2-3, đây là quá trình đa biến với chỉ số đa biến $n = -1$

$A'_{2-3} = \frac{\nu R \Delta T}{n-1} = \frac{\nu R(T_3 - T_2)}{n-1} = \frac{\nu R(T_2 - T_3)}{2}$ (2)

Trong quá trình đoạn nhiệt 3-1, công mà khối khí sinh ra là: $A_{31} = \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_1)$ (3)

Từ (1), (2) và (3) suy ra $A_{3-1} = \frac{3}{2}(A_{1-2} - 2A'_{23})$

Ta có $\eta = 1 - \frac{Q'_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q'_{23}}{Q_{12}} = 1 - \frac{2R(T_2 - T_3)}{2,5R(T_2 - T_1)} = 1 - \frac{4(T_2 - T_3)}{5(T_2 - T_1)}$

Mà 1-2: đẳng áp nên $\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} = \varepsilon$

2-3: đa biến với $n = -1$ và 3-1: đoạn nhiệt với $\gamma = \frac{5}{3}$ nên

$$\begin{cases} T_2 V_2^{-2} = T_3 V_3^{-2} \\ T_1 V_1^{\gamma-1} = T_3 V_3^{\gamma-1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_2 V_2^{-2} = T_3 V_3^{-2} \\ T_1 V_1^{2/3} = T_3 V_3^{2/3} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \left(\frac{V_3}{V_2}\right)^2 = \frac{T_3}{T_2} \\ \left(\frac{T_1}{T_3}\right)^3 = \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2 = \left(\frac{V_3}{V_2} \frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \varepsilon^2 \frac{T_3}{T_2} = \varepsilon \frac{T_3}{T_1} \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_3} = \varepsilon^{1/4}$$

Hiệu suất của chu trình là: $\eta = 1 - \frac{4(\varepsilon - \varepsilon^{1/4})}{5(\varepsilon - 1)}$