

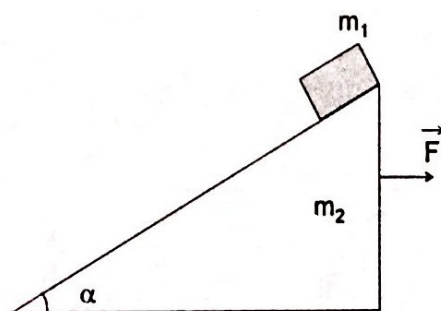
THPT CHUYÊN BẾN TRE – BẾN TRE

Câu 1: (5 điểm)

Trên quỹ đạo nhất định, một chất điểm chuyển động nhanh dần đều không vận tốc đầu với gia tốc a mất thời gian T . Tính thời gian chất điểm chuyển động trên quỹ đạo đường này nếu chuyển động của chất điểm là luân phiên giữa chuyển động với gia tốc a trong thời gian $T_1 = \frac{T}{10}$ và chuyển động đều trong thời gian $T_2 = \frac{T}{20}$.

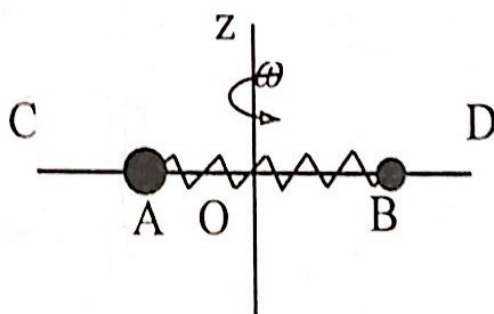
Câu 2: (5 điểm)

Trên mặt phẳng nằm ngang có một nêm khối lượng $m_2 = 4\text{kg}$, chiều dài mặt phẳng nghiêng $L = 12\text{m}$ và $\alpha = 30^\circ$. Trên nêm đặt khúc gỗ $m_1 = 1\text{kg}$. Biết hệ số ma sát giữa gỗ và nêm $\mu = 0,1$. Bỏ qua ma sát giữa nêm và mặt phẳng ngang. Tìm lực F đặt vào nêm để khúc gỗ trượt hết chiều dài mặt phẳng nghiêng trong thời gian $t = 2\text{s}$ từ trạng thái đứng yên. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



Câu 3: (5 điểm)

Thanh CD vuông góc với trục thẳng đứng Oz và quay quanh trục này với vận tốc góc ω . Hai hòn bi A và B có khối lượng m_A và m_B nối với nhau bằng một lò xo có độ cứng k và có chiều dài tự nhiên l_0 . Hai hòn bi có thể trượt không ma sát trên thanh CD. Tìm các vị trí cân bằng của hai hòn bi? Cân bằng có bền không?

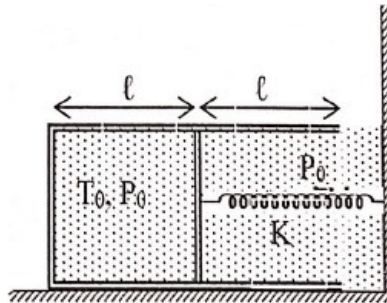


Câu 4: (5 điểm)

Một quả cầu nhỏ có khối lượng $M = 1\text{kg}$ được treo vào điểm O bằng sợi dây treo mảnh nhẹ, có chiều dài $L = 1\text{m}$. Quả cầu M đang nằm cân bằng cách mặt đất $h = 0,5\text{m}$ thì quả cầu (2) có khối lượng $m = 1\text{kg}$ chuyển động theo phương ngang với vận tốc $v_0 = 10\text{m/s}$ tới va chạm xuyên tâm với quả cầu M . Sau va chạm, quả cầu m bật ngược lại và rơi xuống đất, đi được quãng đường theo phương ngang $s = 2\text{m}$, còn quả cầu M chuyển động lên trên. Khi dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $\theta = 60^\circ$ thì dây vướng đỉnh tại O' cách O một đoạn là x . Để quả cầu M chuyển động tròn quanh O' thì khoảng cách x tối thiểu là bao nhiêu? Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

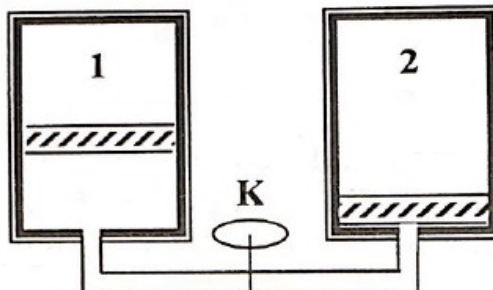
Câu 5: (5 điểm)

Một xilanh chiều dài 2ℓ , bên trong có một pittông có tiết diện S . Xilanh có thể trượt có ma sát trên mặt phẳng ngang với hệ số ma sát μ (hình vẽ). Bên trong xilanh, phía bên trái có một khối khí ở nhiệt độ T_0 và áp suất bằng áp suất khí quyển bên ngoài P_0 , pittông cách đáy khoảng ℓ . Giữa bức tường thẳng đứng và pittông có một lò xo nhẹ độ cứng K . Cần phải tăng nhiệt độ của khối khí trong xilanh lên một lượng ΔT bằng bao nhiêu để thể tích của nó tăng lên gấp đôi, nếu ma sát giữa xilanh và pittông có thể bỏ qua. Khối lượng tổng cộng của xilanh và pittông bằng m .



Câu 6: (5 điểm)

Hai xilanh giống hệt nhau được nối với nhau bằng một ống cách nhiệt có kích thước nhỏ, trên ống nối có lắp một van K , lúc đầu K đóng. Trong xilanh 1, phía dưới pittông khối lượng M , có chứa một lượng khí lí tưởng đơn nguyên tử có khối lượng mol μ , nhiệt độ T_0 . Trong xilanh 2, có pittông khối lượng $m = \frac{M}{2}$ và không chứa khí. Phần trên của pittông trong hai xilanh là chân không. Sau đó van K được mở để khí từ xilanh 1 tràn qua xilanh 2. Xác định nhiệt độ của khí sau khi khí đã cân bằng nhiệt độ, biết rằng khi đó phần trên của pittông trong xilanh 2 vẫn còn khoảng trống. Cho $\frac{v\mu}{M} = 0,1$, với v là số mol khí; ma sát giữa pittông và xilanh là rất nhỏ.



HƯỚNG DẪN GIẢI

Câu 1:

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

Ta có:

$$\left[\frac{1}{2} a T_1^2 + a T_1 T_2 \right] + \left[\left(\frac{1}{2} a T_1^2 + a T_1 T_1 \right) + 2 a T_1 T_2 \right] + \left[\left(\frac{1}{2} a T_1^2 + a T_1 T_1 \right) + 3 a T_1 T_2 \right] + \dots + \left[\left(\frac{1}{2} a T_1^2 + (n-1) a T_1 T_1 \right) + n a T_1 T_2 \right]$$

$$\Rightarrow \frac{T_1^2}{2} [1+3+5+\dots+(2n-1)] + T_1 T_2 (1+2+\dots+n) \leq \frac{1}{2} a T^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2 \cdot 100} \cdot \frac{2n \cdot n}{2} + \frac{1}{200} \cdot \frac{(n+1)n}{2} \leq \frac{1}{2} \Rightarrow 3n^2 + n - 200 \leq 0 \Rightarrow n = 8$$

Vậy thời gian chất điểm chuyển động:

$$t = 8(T_1 + T_2) = 8 \left(\frac{T}{10} + \frac{T}{20} \right) = \frac{24T}{20} = 1,2T$$

Câu 2:

Gọi a_2 là gia tốc của nêm so với mặt đất

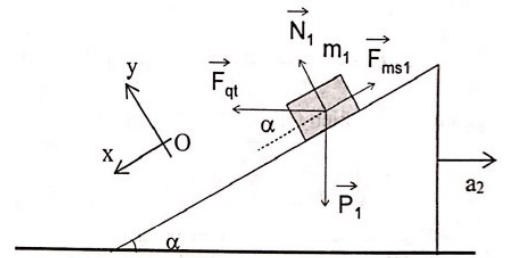
a_{12} là gia tốc của vật m_1 đối với nêm

- Xét m_1 :

Chọn hệ quy chiếu gắn liền với nêm như hình vẽ

Gia tốc của m_1 đối với m_2 : $L = \frac{1}{2} a_{12} \cdot t^2$

$$\Rightarrow a_{12} = \frac{2L}{t^2} = 6 \text{ m/s}^2$$



Áp dụng định luật II Newton cho vật m_1 : $F_{qt} + P_1 + F_{ms1} = m_1 a_{12}$

Theo phương Ox: $\cos \alpha \cdot F_{qt} + m_1 g \sin \alpha - F_{ms1} = m_1 a_{12}$

Theo phương Oy: $N_1 = m_1 g \cos \alpha - m_1 a_2 \sin \alpha$

$$\rightarrow F_{ms} = \mu N_1 = \mu (m_1 g \cos \alpha - m_1 a_2 \sin \alpha)$$

Ta được: $m_1 g \sin \alpha + m_1 a_2 \cos \alpha - \mu m_1 g \cos \alpha + \mu m_1 a_2 \sin \alpha = m_1 a_{12}$

$$a_2 = \frac{a_{12} + \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} \approx 2 \text{ m/s}^2$$

- Xét nêm:

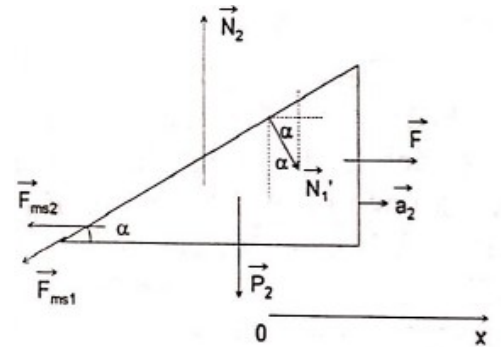
Chọn hệ quy chiếu gắn với đất

$$F + N'_1 \sin \alpha - F_{ms1} \cos \alpha = m_2 a_2$$

$$N_1 = m_1 g \cos \alpha = m_1 a_2 \sin \alpha$$

$$F_{ms} = \mu (m_1 g \cos \alpha - m_1 a_2 \sin \alpha)$$

$$F = m_2 a_2 + m_1 [\mu \cos^2 \alpha - (g + \mu a_2) \sin \alpha \cdot \cos \alpha + a_2 \sin^2 \alpha] \approx 4,9 \text{ N}$$



Câu 3:

Chọn hệ quy chiếu gắn với O, hai hòn bi A và B chuyển động tròn đều với vận tốc góc ω , các lực tác dụng lên A và B như hình vẽ. Ta có:

$$\begin{cases} F_{dhA} = m_A a_{nA} \\ F_{dhB} = m_B a_{nB} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} k\Delta l = m_A \omega^2 OA \\ k\Delta l = m_B \omega^2 OB \end{cases} \Rightarrow m_A \omega^2 OA = m_B \omega^2 OB \Rightarrow \frac{OA}{OB} = \frac{m_B}{m_A} \quad (1)$$

Mặt khác: $F_{dhA} = F_{dhB} = k\Delta l = k(OA + B - l_0)$ (2)

Thay (1) vào (2) ta được:

$$F_{dhA} = k(OA + OB - l_0) = k \left[OA \left(1 + \frac{m_A}{m_B} \right) - l_0 \right] = m_A \omega^2 OA$$

$$\Rightarrow OA = \frac{km_B l_0}{k(m_A + m_B) - m_A m_B \omega^2} \quad (3)$$

Ta có điều kiện $OA > 0$ nên suy ra: $\omega < \sqrt{\frac{k(m_A + m_B)}{m_A m_B}}$ (4)

Bây giờ ta xét xem hệ cân bằng có bền không, xét sự cân bằng của bi A chẳng hạn, ta chọn hệ qui chiếu gắn với bi A, khi đó bi A sẽ chịu tác dụng của lực đàn hồi và lực quán tính ly tâm là:

$$F_{dhA} = k \left[OA \left(1 + \frac{m_A}{m_B} \right) - l_0 \right] \text{ và } F_{qt} = m_A \omega^2 OA$$

Từ (4) ta có $m_A \omega^2 < k \frac{m_A + m_B}{m_B}$ tức là hệ số góc của F_{qt} nhỏ hơn hệ số

góc của F_{dh} nên ta mới vẽ được đồ thị hai lực bên cạnh.

Điểm A là vị trí cân bằng hiện tại của quả cầu A nếu vì lý do gì đó mà

OA tăng lên thì ta thấy ngay F_{dh} sẽ lớn hơn F_{qt} nên cũng sẽ kéo bi A trở lại vị trí cũ. Vậy cân bằng của hệ là bền.

Câu 4:

Gọi v là vận tốc sau va chạm quả cầu M, và v' là vận tốc sau va chạm quả cầu m. Sau va chạm quả cầu m là chuyển động ném ngang nên ta được:

$$v' = \frac{s}{\sqrt{\frac{2h}{g}}} = \frac{2}{\sqrt{\frac{2.5}{10}}} = 2 \text{ m/s}$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ (m, M) ngay trước và sau va chạm ta có:

$$mv_0 = Mv - mv' \Rightarrow v = \frac{m(v_0 + v')}{M} = \frac{1(10 + 2)}{2} = 6 \text{ m/s}$$

Khi dây treo chạm vào đỉnh O' thì quả cầu M có thể chuyển động tròn quanh O' thì tại vị trí cao nhất lực căng dây $T \geq 0$.

Theo định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{1}{2} Mv^2 = Mg[l + (l - R)\cos 60^\circ + R] + \frac{1}{2} Mu^2 \Rightarrow \frac{1}{2} Mv^2 = \frac{3}{2} Mgl + \frac{MgR}{2} + \frac{1}{2} Mu^2$$

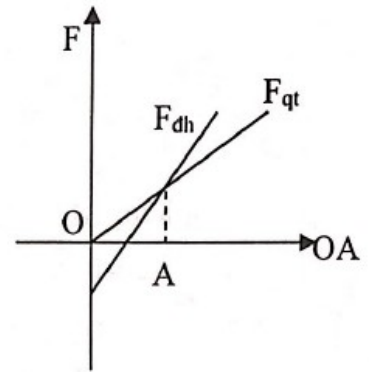
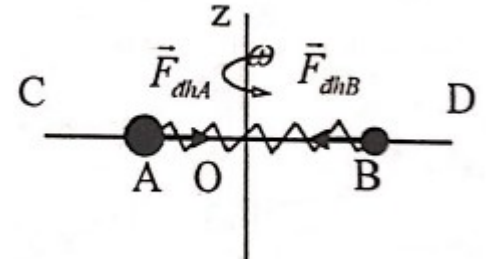
Áp dụng định luật II Niuton cho quả cầu M tại vị trí cao nhất. Ta được:

$$T = \frac{Mu^2}{R} - Mg \geq 0 \Rightarrow R \leq \frac{v^2 - 3gl}{2g} = 0,3 \text{ m} \Rightarrow x \geq l - R = 0,7 \text{ m}$$

Câu 5:

Trường hợp 1: $F_{ms} \geq kl \Leftrightarrow \mu mg \geq kl$. Khi đó xilanh sẽ đứng yên

Gọi T là nhiệt độ cuối cùng của khối khí thì:



$$\frac{P_0 S l}{T_0} = \frac{\left(P_0 + \frac{kl}{S}\right) \cdot 2Sl}{T} \Rightarrow T = 2T_0 \left(1 + \frac{kl}{SP_0}\right)$$

$$\text{Từ đó: } \Delta T = T - T_0 = T_0 \left(1 + \frac{kl}{SP_0}\right)$$

Trường hợp 2: $\mu mg < kl$

- **Giai đoạn xilanh vẫn còn đứng yên:**

Gọi x là độ nén cực đại của lò xo. Pittông còn đứng yên cho đến khi $kx = \mu mg \Rightarrow x = \frac{\mu mg}{k}$

Gọi T_1 là nhiệt độ của khối khí tại thời điểm lò xo nén cực đại. P_1 là áp suất chất khí trong xilanh ở thời điểm này thì:

$$P_1 S = P_0 S + kx = P_0 S + \mu mg \Rightarrow P_1 = P_0 + \frac{\mu mg}{S}$$

- Áp dụng phương trình trạng thái ta có:

$$\frac{P_0 S l}{T_0} = \frac{\left(P_0 + \frac{\mu mg}{S}\right) (l+x) S}{T_1} \Rightarrow T_1 = \left(1 + \frac{\mu mg}{SP_0}\right) \left(1 + \frac{\mu mg}{kl}\right) T_0$$

- **Giai đoạn xilanh dịch chuyển:**

Khi $T > T_1$ thì pittông bắt đầu dịch chuyển, bắt đầu từ thời điểm này áp suất chất khí trong xilanh là không đổi. Ta có:

$$\frac{T_{12}}{T} = \frac{S(l+x)}{S \cdot 2l} \Leftrightarrow \frac{T_1}{T} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{x}{l}\right) \Rightarrow T = \frac{2T_1}{1 + \frac{\mu mg}{kl}} = 2T_0 \left(1 + \frac{\mu mg}{P_0 S}\right) T_0$$

$$\text{Từ đó ta tìm được: } \Delta T = T - T_0 = T_0 \left(1 + \frac{2\mu mg}{SP_0}\right)$$

Câu 6:

Khi K mở, toàn bộ lượng khí chuyển qua xilanh 2

Kí hiệu: H_0 là độ cao cột khí trong bình 1 khi K chưa mở

H và T lần lượt là độ cao và nhiệt độ cột khí trong xilanh 2 khi K mở và khí đã cân bằng nhiệt động

Áp dụng nguyên lý I nhiệt động lực học ta có:

$$\frac{3}{2} \nu R (T - T_0) = MgH_0 - mgH + \frac{\nu \mu g}{2} (H_0 - H) \quad (1)$$

Trước khi K mở, ở xilanh 1:

$$P_0 = \frac{Mg}{S}; V_0 = H_0 S \rightarrow MgH_0 = \nu RT_0 \rightarrow gH_0 = \frac{\nu}{M} RT_0 \quad (2)$$

Sau khi K mở và khí đã cân bằng nhiệt động, ở xilanh 2:

$$P = \frac{mg}{S}; V = HS \rightarrow mgH = \nu RT \rightarrow gH = \frac{\nu}{m} RT \quad (3)$$

Thế (2) và (3) vào (1) ta được:

$$\frac{3}{2} \nu T (T - T_0) = \nu R (T_0 - T) + \frac{\nu \mu}{2} \left(\frac{\nu}{M} RT_0 - \frac{\nu}{m} RT \right)$$

$$\rightarrow T = T_0 \frac{1 + \frac{v\mu}{5M}}{1 + \frac{2v\mu}{5M}} = 0,98T_0$$