

Bài 1 (2,0đ)

Một học sinh thứ nhất chạy trên đường tròn tâm O bán kính $R = 30m$ với tốc độ không đổi bằng $u = 3,14m/s$. Học sinh thứ hai bắt đầu chạy từ tâm O với tốc độ không đổi $v = 2u$ và luôn nằm trên bán kính nối tâm O với học sinh thứ nhất.

- Khi học sinh thứ hai đến điểm M ($OM = r$) thì véc tơ vận tốc của cậu ta hợp với $\overrightarrow{OM}$ một góc φ . Chứng tỏ rằng $\sin \varphi = r/2R$.
- Sau bao lâu thì học sinh thứ hai đuổi kịp học sinh thứ nhất.

Bài 2 (2,0đ)

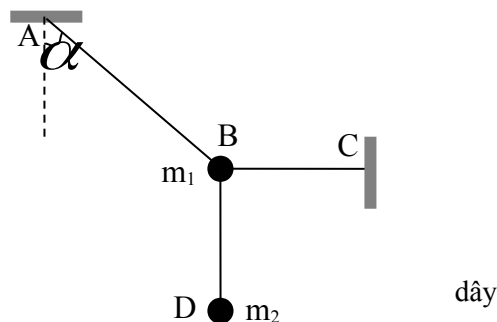
Dưới pittông trong một xi lanh có một mol khí hêli. Người ta đốt nóng chậm khí, khi đó thể tích của khí tăng nhưng tần số va chạm của các nguyên tử vào đáy bình không đổi. Tìm nhiệt dung của khí trong quá trình đó.

Bài 3 (2,0đ)

Cho hệ cơ học như hình vẽ.

Các sợi dây nhẹ và không giãn. Hệ ở trạng thái cân bằng. Biết $m_1 = m_2 = 1kg$, sợi dây AB lập với phương thẳng đứng góc $\alpha = 60^\circ$, sợi dây BC nằm ngang. Cho $g = 10m/s^2$.

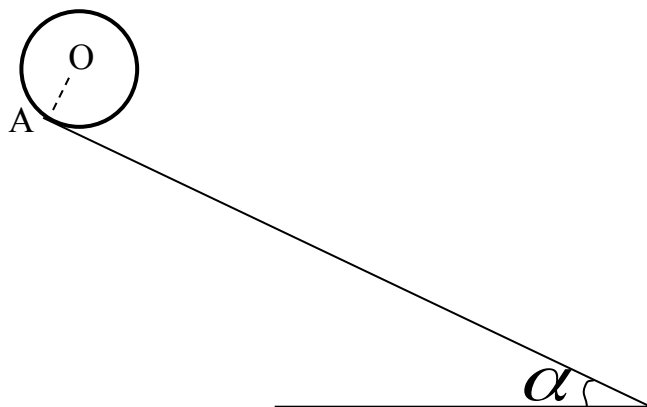
- Tính lực căng của mỗi sợi dây.
- Tính lực căng của các sợi dây AB và BC ngay sau khi đốt BC.



Bài 4 (3,0đ)

Một mặt phẳng nghiêng dài $l = 1m$ lập với phương ngang góc $\alpha = 30^\circ$. Hệ số ma sát tăng theo khoảng cách x từ đỉnh đến chân mặt nghiêng theo công thức $\mu = x/l$. Ở thời điểm $t = 0$ người ta thả nhẹ một vành tròn đồng chất, bán kính $R = 4cm$ từ đỉnh A của mặt phẳng nghiêng. Cho $g = 10m/s^2$. Bỏ qua ma sát lăn.

- Tìm theo t : tọa độ x của tâm, gia tốc góc, vận tốc góc của vành khi vành còn lăn có trượt.
- Xác định thời điểm vành bắt đầu lăn không trượt. Cho biết $\sin u = u/2$ thì $u \approx 1,89$.

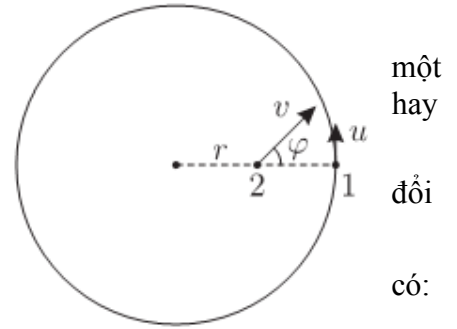


Bài 5 (1,0đ)

Chỉ sử dụng thước đo chiều dài, hãy nêu phương án xác định hệ số ma sát giữa một thanh cứng, nhẹ với một tấm tôn.

Bài 1.

- a) Vận tốc góc của HS1 là $\omega = u/R$. Do cả hai luôn nằm trên bán kính nên r cũng quay quanh tâm với vận tốc góc ω , $\omega = v \sin \varphi / r$. Do đó $\sin \varphi = r/2R$.
- b) Dễ dàng thấy rằng trong quá trình đuổi bắt, góc φ thay từ 0 đến $\pi/6$, ($\sin \varphi = 1/2$).



Xét trong khoảng thời gian Δt góc φ tăng $\Delta \varphi$, r tăng Δr , ta

$$\Delta r = 2R \cdot \Delta(\sin \varphi) = 2R(\sin(\varphi + \Delta \varphi) - \sin \varphi) =$$

$$= 2R \cdot 2 \cos \left(\varphi + \frac{\Delta \varphi}{2} \right) \sin \frac{\Delta \varphi}{2}.$$

$$\Delta r \approx 2R \cdot 2 \cos \varphi \cdot \frac{\Delta \varphi}{2} = 2R \cos \varphi \cdot \Delta \varphi.$$

Do vận tốc theo phương bán kính là $v \cdot \cos \varphi$ nên:

$$\Delta t = \frac{\Delta r}{2\omega R \cos \varphi} = \frac{2R \cos \varphi \cdot \Delta \varphi}{2\omega R \cos \varphi} = \frac{\Delta \varphi}{\omega},$$

Như vậy thời gian HS 2 đuổi kịp học sinh 1 là:

$$t = \frac{\varphi_0}{\omega} = \frac{\pi}{6\omega} = \frac{\pi R}{6u} = 5 \text{ s}.$$

Bài 2.

Tần số va chạm của các nguyên tử với đáy bình phụ thuộc vào vận tốc trung bình v của các nguyên tử và mật độ nguyên tử khí n. Mà $v \sim \sqrt{T}$, còn $n = \frac{N}{V}$, trong đó N là số nguyên tử khí. Do tần số va chạm của nguyên tử khí với đáy bình là không đổi nên: $\frac{\sqrt{T}}{V} = \text{const}$, hay $T = aV^2$ với a là hằng số.

áp dụng nguyên lý 1 nhiệt động lực học: $dQ = dA + dU = pdV + C_v dT$ (1)

Theo phương trình trạng thái của khí lý tưởng:

$$PV = RT \Rightarrow P = aRV, \text{ mặt khác } dT = 2aVdV$$

Rút dV rồi thay vào (1) ta được: $dQ = aV \cdot \frac{RdT}{2aV} + C_v \cdot dT$

$$\rightarrow C = \frac{dQ}{dT} = \frac{R}{2} + C_v = \frac{R}{2} + \frac{3}{2}R = 2R$$

Vậy nhiệt dung của khí là $C = 2R$.

Bài 3.

a) $T_{BD} = mg = 10N$

$$T_{AB} = 40N$$

$$T_{BC} = 20\sqrt{3}N$$

b) Ngay sau khi đốt dây BC, vị trí các vật vẫn như cũ.

Vật 1 chỉ có gia tốc tiếp tuyến (vuông góc với AB).

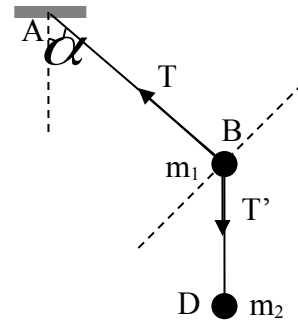
$$T - T' \cos 60 - mg \cos 60 = 0 \quad (1)$$

$$T' \cos 30 + mg \cos 30 = ma_1 \quad (2)$$

Vật m_2 chỉ có gia tốc theo phương thẳng đứng. Do dây BD không giãn nên gia tốc hai vật theo phương BD phải bằng nhau nên:

$$mg - T' = ma_2 = ma_1 \cos 30 \quad (3)$$

Giải hệ các phương trình trên ta được: $T = 50/11(N)$;
 $T' = 89/11(N)$.



Bài 4.

a) Ban đầu vành lăn có trượt: $F_{ms} = \frac{x}{l} mg \cos \alpha$

Từ phương trình tịnh tiến và quay:

$$mg \sin \alpha - F_{ms} = ma$$

$$F_{ms} \cdot R = mR^2 \beta$$

Suy ra $a = g \sin \alpha - xg \cos \alpha = mx''$

Phương trình này có nghiệm:

$$x = tg \alpha (1 - \cos \lambda t), \text{ trong đó } \lambda = \sqrt{g \cos \alpha}$$

$$\Rightarrow v = x' = tg \alpha \cdot \lambda \cdot \sin \lambda t$$

$$\beta = \frac{x \cdot g \cos \alpha}{R} = \frac{g \sin \alpha}{R} (1 - \cos \lambda t)$$

$$\omega = \frac{g \sin \alpha}{R} \left(t - \frac{1}{\lambda} \sin \lambda t \right)$$

b) Khi vành bắt đầu lăn không trượt: $v = \omega R$

$$\Rightarrow 2 \sin \lambda t_0 = \lambda t_0$$

Giải bằng đồ thị cho $\lambda t_0 \approx 1,89 \Rightarrow t_0 = \frac{1,89}{\lambda} = \frac{1,89}{\sqrt{5\sqrt{3}}} s$

Bài 5.

Đặt tấm tôn nằm cố định trên mặt phẳng ngang. Dựng thanh thẳng đứng trên tấm tôn. Tác dụng lực F vào đầu kia của thanh theo phương thẳng đứng xuống. Thay đổi phương của lực F một chút cho thanh từ từ ngã xuống. Đến khi góc giữa thanh và phương ngang bằng α thì thanh bắt đầu trượt, ta có:

$$F_{ms} = F \cdot \cos \alpha = \mu N \approx \mu F \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \mu = \cot \alpha$$

Do độ cao của đầu thanh khi đó bằng h , chiều dài thanh bằng l ta được:

$$\mu = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{h}$$