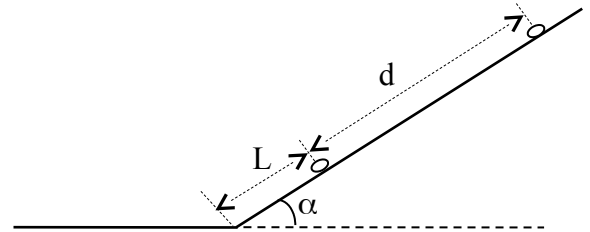


ĐỀ CHÍNH THỨC

Câu 1.

Hai vật nhỏ giống nhau đặt cách nhau $d = 1,6$ m trên mặt phẳng nghiêng, góc nghiêng so với phương ngang là $\alpha = 30^\circ$. Vật ở dưới cách chân mặt phẳng nghiêng là $L = 90$ cm (Hình 1). Thả đồng thời cho hai vật trượt xuống không vận tốc đầu. Bỏ qua ma sát. Lấy $g = 10$ m/s².



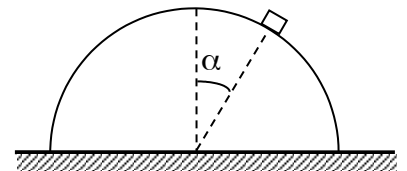
Hình 1

1. Tìm vận tốc của mỗi vật ở chân mặt phẳng nghiêng và thời gian trượt của mỗi vật trên mặt phẳng nghiêng.

2. Sau khi đến chân mặt phẳng nghiêng thì hai vật lại trượt sang mặt phẳng ngang theo cùng một đường thẳng với tốc độ không đổi bằng tốc độ của chúng ở chân mặt phẳng nghiêng. Hỏi khoảng cách giữa các vật bằng bao nhiêu khi vật phía trên đến chân mặt phẳng nghiêng. Tính khoảng cách từ vị trí hai vật gặp nhau đến chân mặt phẳng nghiêng.

Câu 2.

Trên mặt phẳng ngang có một bán cầu khối lượng m . Từ điểm cao nhất của bán cầu có một vật nhỏ khối lượng m trượt không vận tốc đầu xuống. Ma sát giữa vật nhỏ và bán cầu có thể bỏ qua. Gọi α là góc giữa phương thẳng đứng và bán kính véc tơ nối tâm bán cầu với vật (hình 2).



Hình 2

1. Giả sử bán cầu được giữ đứng yên.

a) Xác định vận tốc của vật, áp lực của vật lên mặt bán cầu khi vật chưa rời bán cầu, từ đó tìm góc $\alpha = \alpha_m$ khi vật bắt đầu rời bán cầu.

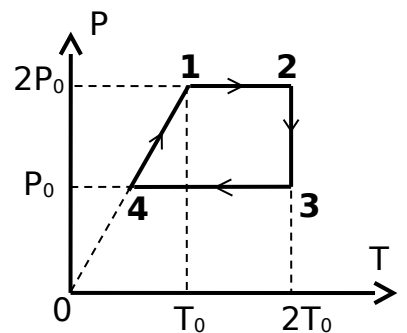
b) Xét vị trí có $\alpha < \alpha_m$. Viết các biểu thức thành phần gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến của vật theo g và α . Viết biểu thức tính áp lực của bán cầu lên mặt phẳng ngang theo m , g và α khi đó.

2. Giả sử giữa bán cầu và mặt phẳng ngang có hệ số ma sát là μ . Tìm μ biết rằng khi $\alpha = 30^\circ$ thì bán cầu bắt đầu bị trượt trên mặt phẳng ngang.

3. Giả sử không có ma sát giữa bán cầu và mặt phẳng ngang. Tìm góc α khi vật bắt đầu rời bán cầu.

Câu 3.

Có 1g khí Heli (coi là khí lý tưởng, khối lượng mol $M = 4$ g/mol) thực hiện một chu trình 1 - 2 - 3 - 4 - 1 được biểu diễn trên giản đồ P-T như hình 3. Cho $P_0 = 10^5$ Pa; $T_0 = 300$ K.



Hình 3

1. Tìm thể tích của khí ở trạng thái 4.

2. Hãy nói rõ chu trình này gồm các đẳng quá trình nào. Vẽ lại chu trình này trên giản đồ P-V và trên giản đồ V-T (cần ghi rõ giá trị bằng số và chiều biến đổi của chu trình).

Câu 4.

Trên mặt phẳng nằm ngang đặt một thanh AB đồng chất. Người ta nâng nó lên một cách từ từ bằng cách đặt vào đầu B của nó một lực F luôn có phương vuông góc với thanh (lực F và thanh AB luôn nằm trong một mặt phẳng thẳng đứng). Hỏi hệ số ma sát giữa thanh và mặt ngang có giá trị cực tiểu bằng bao nhiêu để dựng được thanh lên vị trí thẳng đứng mà đầu dưới của nó không bị trượt?

-----Hết-----

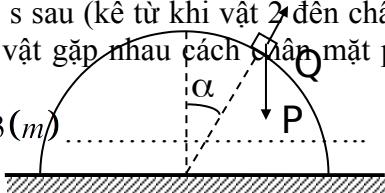
Thí sinh không được sử dụng tài liệu. Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.

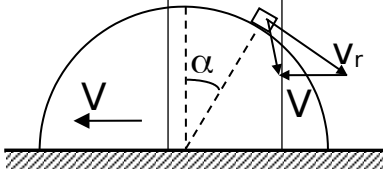
Họ và tên thí sinh:.....; Số báo danh.....

I. LƯU Ý CHUNG:

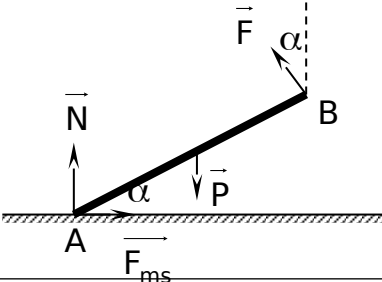
- Hướng dẫn chấm chỉ trình bày một cách giải với những ý cơ bản phải có. Khi chấm bài học sinh làm theo cách khác nếu đúng và đủ ý thì vẫn cho điểm tối đa.
- Điểm toàn bài tính đến 0,25 và không làm tròn.

II. ĐÁP ÁN

Câu	Ý	Nội dung	Điểm
1	1 1,25đ	Gia tốc của hai vật trên mặt phẳng nghiêng có cùng giá trị bằng: $a_1 = a_2 = g \cdot \sin \alpha = 10 \sin 30^\circ = 5(m/s^2)$	0,25
		Tốc độ của hai vật khi đến chân mặt phẳng nghiêng: $v_1 = \sqrt{2a_1 s_1} = \sqrt{2a_1 L} = \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 0,9} = 3(m/s)$	0,25
		$v_2 = \sqrt{2a_2 s_2} = \sqrt{2a_2 (L + d)} = \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 2,5} = 5(m/s)$	0,25
		Thời gian chuyển động trên mặt phẳng nghiêng của hai vật: $t_1 = \frac{v_1}{a_1} = \frac{3}{5} = 0,6(s)$	0,25
		$t_2 = \frac{v_2}{a_2} = \frac{5}{5} = 1(s)$	0,25
2	0,75đ	Khoảng cách giữa hai vật khi cùng chuyển động trên mặt phẳng ngang: Lúc vật 2 đến chân mặt phẳng nghiêng thì vật 1 cách vật 2 một đoạn: $d_1 = v_1 (t_2 - t_1) = 3(1 - 0,6) = 1,2(m)$	0,25
		Kể từ khi vật 2 xuống đến mặt ngang thì khoảng cách giữa hai vật giảm dần theo thời gian theo biểu thức: $d(t) = d_1 - (v_2 - v_1)t = 1,2 - 2t$	0,25
		⇒ Đến thời điểm $t = 0,6$ s sau (kể từ khi vật 2 đến chân mặt nghiêng) thì vật 2 bắt kịp vật 1. Vị trí hai vật gặp nhau cách chân mặt phẳng nghiêng một đoạn bằng: $l = v_2 t = 5 \cdot 0,6 = 3(m)$	0,25
			
2	1 2,5đ	$H \times nh$ 2	
		Khi vật trượt trên mặt cầu vật chịu tác dụng của trọng lực P và phản lực Q của mặt cầu có tổng hợp tạo ra gia tốc với hai thành phần tiếp tuyến và hướng tâm. Quá trình chuyển động tuân theo sự bảo toàn cơ năng: $\frac{1}{2} m v_\alpha^2 = mgR(1 - \cos \alpha)$	0,5

		$F_{ht} = P \cdot \cos \alpha - Q = \frac{mv_a^2}{R} \dots\dots\dots$	0,5
a	Suy ra: $v_a = \sqrt{2gR(1 - \cos \alpha)} \dots\dots\dots$ $Q = (3 \cos \alpha - 2)mg$ Vật rời bán cầu khi bắt đầu xảy ra $Q = 0$. Lúc đó: $\cos \alpha = \cos \alpha_m = \frac{2}{3};$ suy ra : $\alpha = \alpha_m \approx 48,2^\circ \dots\dots\dots$	0,25 0,25 0,25	
b	Xét vị trí có $\alpha < \alpha_m$: Các thành phần gia tốc: $a_n = \frac{v_a^2}{R} = 2g(1 - \cos \alpha) \dots\dots\dots$ $a_t = g \sin \alpha \dots\dots\dots$ Lực mà bán cầu tác dụng lên sàn bao gồm hai thành phần: áp lực N và lực đẩy ngang F_{ngang} : $N = P_{c\grave{u}} + Q \cdot \cos \alpha = mg(1 - 2 \cos \alpha + 3 \cos^2 \alpha) \dots\dots\dots$	0,25 0,25 0,25	
2 1,0đ	Bán cầu bắt đầu trượt trên sàn khi $\alpha = 30^\circ$, lúc đó vật chưa rời khỏi mặt cầu. Thành phần nằm ngang của lực do vật đẩy bán cầu là: $F_{ngang} = Q \sin \alpha = (3 \cos \alpha - 2)mg \cdot \sin \alpha \dots\dots\dots$ Ta có: $F_{ms} = F_{ngang} = \mu \cdot N \dots\dots\dots$ $\rightarrow \mu = \frac{F_{ngang}}{N} = \frac{(3 \cos \alpha - 2)mg \cdot \sin \alpha}{mg(1 - 2 \cos \alpha + 3 \cos^2 \alpha)} = \frac{(3 \cos \alpha - 2) \sin \alpha}{1 - 2 \cos \alpha + 3 \cos^2 \alpha} \dots\dots\dots$ Thay số: $\mu \approx 0,197 \approx 0,2 \dots\dots\dots$	0,25 0,25 0,25 0,25	
3 0,5đ	Giả sử bỏ qua được mọi ma sát. Khi vật đến vị trí có góc α vật có tốc độ v_r so với bán cầu, còn bán cầu có tốc độ V theo phương ngang. Vận tốc của vật so với mặt đất là: $v = v_r + V$ Tốc độ theo phương ngang của vật: $v_x = v_r \cos \alpha + V$ Hệ bảo toàn động lượng theo phương ngang: $m \cdot V = m \cdot v_x \Rightarrow v_x = V \Rightarrow 2V = v_r \cos \alpha.$ Bảo toàn cơ năng: $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m \cdot V^2 = mgR(1 - \cos \alpha)$ $v_r^2 + V^2 - 2v_r V \cos \alpha + V^2 = 2gR(1 - \cos \alpha)$ $\Rightarrow v_r = \sqrt{\frac{4gR(1 - \cos \alpha)}{1 + \sin^2 \alpha}}$ Tìm áp lực của vật lên mặt bán cầu. Để làm điều này ta xét trong HQC phi quán tính gắn với bán cầu. Gia tốc của bán cầu: $a_c = \frac{Q \sin \alpha}{m}$ Trong HQC gắn với bán cầu, vật sẽ chuyển động tròn và chịu tác dụng của 3 lực (hình vẽ). Theo định luật II Niuton ta có: $P \cos \alpha - Q - F_q \sin \alpha = m \frac{v_r^2}{R}$ $mg \cos \alpha - Q - Q \sin^2 \alpha = m \frac{v_r^2}{R}$	 P	

		$Q = \frac{mg \cos \alpha - mv_r^2 / R}{1 + \sin^2 \alpha} = \frac{mg \cos \alpha - \frac{4mg(1 - \cos \alpha)}{1 + \sin^2 \alpha}}{1 + \sin^2 \alpha} = \frac{6 \cos \alpha - \cos^3 \alpha - 4}{(1 + \sin^2 \alpha)^2} mg$ <p>Vật rời bán cầu khi $Q = 0 \Leftrightarrow 6 \cos \alpha - \cos^3 \alpha - 4 = 0$ $\Leftrightarrow \cos \alpha = \sqrt{3} - 1$ hay $\alpha = 42,9^\circ$</p>	0,5
3	1	<p>Quá trình 1 - 4 của P là quá trình đẳng áp, quá trình 1 - 4 của P là quá trình đẳng áp, vậy thể tích ở trạng thái 1 và 4 bằng nhau: $V_1 = V_4$. Số đông phân tử của C-M ở trạng thái 1 và 4 là:</p> $P_1 V_1 = \frac{m}{\mu} R T_1, \text{ suy ra: } V_1 = \frac{m R T_1}{\mu P_1} \dots\dots\dots$ <p>Thay số: $m = 1g$; $\mu = 4g/mol$; $R = 8,31 J/(mol.K)$; $T_1 = 300K$ và $P_1 = 2.10^5 Pa$ ta có:</p> $V_1 = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 300}{4 \cdot 2.10^5} = 3,12 \cdot 10^{-3} m^3 \dots\dots\dots$	0,5 0,25
	2	<p>Tổ hợp các quá trình 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 của P là chu trình nhiệt động học của khí lý tưởng đơn nguyên tử. Các quá trình 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 của P là:</p> <p>1 - 2 là quá trình đẳng áp; 2 - 3 là quá trình đẳng nhiệt; 3 - 4 là quá trình đẳng áp; 4 - 1 là quá trình đẳng tích.</p> <p>Vẽ đồ thị các quá trình 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 của P trên trục tọa độ P-V (hình a) và trục tọa độ P-T (hình b) như sau:</p> <p>(Mỗi hình vẽ đúng cho 0,5đ)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Hình a</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Hình b</p> </div> </div> <p>Ghi chú: nếu HS thay $1atm = 10^5 Pa$, $R=0,082$ thì $V_4=3,075 l$; $V_2=6,15 l$; $V_3=12,3 l$.</p>	0,25 0,5 +
4		<p>Ký hiệu chiều dài và khối lượng của thanh lần lượt là l và m. Do nâng thanh từ từ do vậy có thể coi rằng thanh luôn cân bằng ở mọi vị trí. Xét khi thanh hợp với phương ngang một góc α. Các lực tác dụng lên thanh như hình vẽ ta có: $\vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} + \vec{P} = \vec{O}$ (1)</p> <p>Chiếu phương trình (1) lên phương ngang và phương thẳng đứng ta được:</p> $F \cdot \sin \alpha = F_{ms} \quad (2) \dots\dots\dots$ $\text{và } mg = N + F \cdot \cos \alpha \quad (3) \dots\dots\dots$ <p>Chọn trục quay A, ta có: $F \cdot l = mg \cdot \frac{l}{2} \cdot \cos \alpha$ (4)</p> <p>Từ (2), (3) và (4) rút ra:</p> $F_{ms} = \frac{mg}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha; N = \frac{mg}{2} (1 + \sin^2 \alpha) \dots\dots\dots$	0,25 0,25 0,25 0,25

	<p>Để thanh không trượt thì: $F_{ms} \leq \mu N$</p> <p>$\rightarrow \mu \geq \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}$ đúng với mọi góc α;</p> <p>Ta có:</p> $\frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{1 + \sin^2 \alpha} = \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 2 \sin^2 \alpha} \leq \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2\sqrt{2} \sin \alpha \cdot \cos \alpha} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$ <p>Vậy để nâng thanh đến vị trí thẳng đứng mà đầu dưới không bị trượt thì: $\mu \geq \frac{1}{2\sqrt{2}}$.</p> 	<p>0,25</p> <p>0,5</p>

-----HẾT-----