

## THPT CHUYÊN HÙNG VƯƠNG - GIA LAI

### Câu 1:

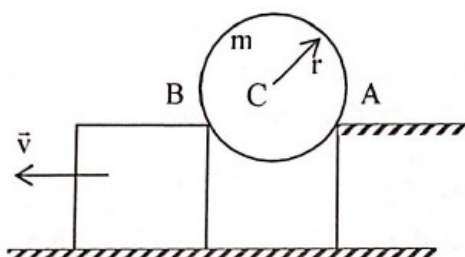
Hai vật nhỏ cùng lúc được ném lên với vận tốc có cùng độ lớn  $v_0$  nhưng các hướng khác nhau. Góc hợp bởi hai vận tốc của hai vật tùy ý. Biết hai vật chạm đất cùng một vị trí và khoảng cách xa nhất trên không của chúng là  $L_{\max} = 19\text{m}$ . Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ . Hãy xác định vận tốc ban đầu  $v_0$  của hai vật.

### Câu 2:

Một hình trụ có khối lượng  $m$  và bán kính  $r$  đang đứng yên và tựa vào một khối hộp như hình vẽ. Khối hộp được kéo sang trái với vận tốc  $v$  không đổi. Lúc đầu khối hộp ở sát cạnh tường, bỏ qua ma sát giữa hình trụ với tường và khối hộp. Hãy xác định

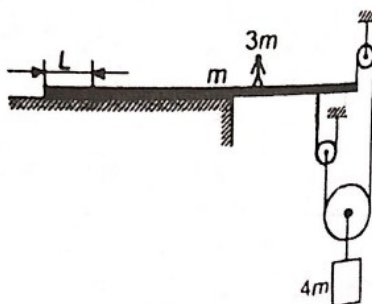
a. Dạng quỹ đạo chuyển động của tâm hình trụ so với điểm A.

b. Điều kiện của vận tốc  $v$  để khối hộp vẫn còn tiếp xúc với trụ khi khoảng cách giữa hai điểm A và B là  $r\sqrt{2}$  và các lực tác dụng lên thành hình trụ khi khoảng cách giữa A và B là  $r\sqrt{2}$ .



### Câu 3:

Một tấm gỗ khối lượng  $m$  nằm nhô ra khỏi cạnh bàn một đoạn  $3/7$  chiều dài của nó. Chiều dài của một phần bẩy tấm gỗ là  $L = 1\text{m}$ . Người ta dùng các ròng rọc và dây nhẹ để treo phần nhô ra, một vật khối lượng  $4m$ . Một người khối lượng  $3m$  có thể đứng cách mép bàn một đoạn có chiều dài nằm trong khoảng giá trị nào để tấm gỗ vẫn nằm ngang.



### Câu 4:

Hai quả cầu nhỏ khối lượng  $m$ , mỗi quả được coi như chất điểm được lồng vào một vòng nhẫn khối lượng  $M$  bán kính  $R$ . Vòng cứng đứng thẳng đứng trên sàn nhà. Ban đầu hai quả cầu ở điểm cao nhất của vòng cứng, tác động nhẹ vào hai quả cầu để chúng trượt xuống theo vòng, một quả trượt sang phải, quả kia trượt sang trái. Để cho vòng tròn nảy lên khỏi sàn trong quá trình chuyển động của hai quả cầu thì:

a. Lực lớn nhất của hai quả cầu tác dụng lên vòng là bao nhiêu (tính theo  $m$  và  $g$ ).

b. giá trị nhỏ nhất của tỉ số  $\frac{m}{M}$  là bao nhiêu. Tìm độ lớn góc  $\theta$  giữa đường nối vật với tam vòng và phương thẳng đứng mà tại đó vòng nảy lên.

### Câu 5:

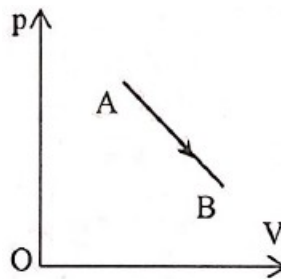
Một hình trụ nằm ngang có một đầu kín và đầu còn lại có một pittông có thể di chuyển có ma sát bên trong hình trụ. Bên trong hình trụ có chứa khí lý tưởng đơn nguyên tử với thể tích  $V_0$ , áp suất  $p_0$  cùng giá trị với áp suất khí quyển bên ngoài.

Pittông được gắn kín, lực ma sát giữa pittông và hình trụ chiếm  $f$  phần áp lực mà khí quyển bên ngoài tác dụng lên pittông. Khí bên trong được làm nóng chậm cho đến khi nó trở về vị trí ban đầu. Sau đó khí được nung nóng trở lại đến trạng thái đầu. Các thông số  $p_0, V_0, f$  đã biết.

- Biểu diễn quá trình biến đổi trên đồ thị  $p - V$ .
- Tính hiệu suất chu trình.

**Câu 6:**

Giản đồ  $p - V$  biểu diễn quá trình biến đổi chậm của một mol khí lý tưởng từ điểm A đến điểm B. Biết tỉ số áp suất của khí ở các trạng thái B và A là  $\frac{1}{2}$ . Để khí nhận nhiệt từ bên ngoài trong cả quá trình thì tỉ số thể tích của khí ở các trạng thái B và A phải thỏa mãn điều kiện gì? (Biết nội năng của khí lý tưởng là  $U = \frac{3}{2}RT$ )



## HƯỚNG DẪN GIẢI

### Câu 1:

Ta có tầm bay xa của vật khi ném xiên  $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

Vì hai vật có vận tốc ban đầu có độ lớn bằng nhau và rơi cùng một vị trí nên các góc ném  $\alpha_1, \alpha_2$  của hai vật phải thỏa mãn điều kiện  $\alpha_1 + \alpha_2 = 90^\circ$ , tức là ban đầu hai vận tốc đối xứng nhau qua phương  $45^\circ$ . Thời gian vật ở dưới bay trong không khí ít hơn thời gian vật ở trên, thời gian đó là:

$$t = \frac{2v_0 \sin(45^\circ - \alpha)}{g}$$

Xét trong hệ quy chiếu gắn với vật ở dưới thì vật ở trên chuyển động thẳng đều với vận tốc là  $\Delta v = 2v_0 \sin \alpha$

Khoảng cách giữa hai vật sau thời gian  $t$  là:

$$d = \Delta v_0 \cdot t = \frac{4v_0^2 \sin \alpha \cdot \sin(45^\circ - \alpha)}{g} = \frac{2v_0^2}{g} (\cos(2\alpha - 45^\circ) - \cos 45^\circ)$$

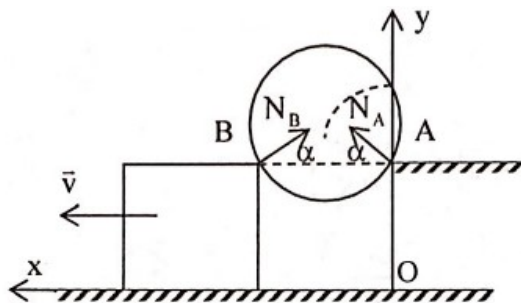
Ta thấy  $d$  lớn nhất khi  $(2\alpha - 45^\circ)$  lớn nhất bằng  $1 \Rightarrow \alpha = 22,5^\circ$

$$\text{Vậy } d_{\max} = \frac{2v_0^2}{g} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 19 \Rightarrow v_0 = 18 \text{ m/s}$$

### Câu 2:

a. Khi khối hộp vẫn còn tiếp xúc với trụ thì khối trụ cũng tiếp xúc với bậc nên tâm C khối trụ luôn cách mép bậc một đoạn  $r$  tức là tâm khối trụ chuyển động trên cung tròn tâm A, bán kính  $r$ .

b. Xét thời điểm khi bán kính AC tạo với phương ngang một góc  $\alpha$ . Tâm C nằm cách đều khối hộp và bậc thang do đó ta có  $x_C = \frac{x_B}{2} \Rightarrow x_{Cx} = \frac{v_{Bx}}{2} = \frac{v}{2}$



Vecto vận tốc  $v_C$  phương vuông góc với bán kính quỹ đạo AC.

$$\text{Ta có: } v_{Cx} = v_C \cdot \sin \alpha = \frac{v}{2} \Rightarrow v_C = \frac{v}{2 \cdot \sin \alpha}$$

$$\text{Gia tốc hướng tâm hướng từ C về A có độ lớn: } a_r = \frac{v_C^2}{r} = \frac{v^2}{4r \cdot \sin^2 \alpha}$$

Tâm C chuyển động đều theo phương ngang nên các phản lực tại A và B bằng nhau. Theo phương CA ta có:  $N_B \cos 2\alpha + mg \sin \alpha - N_A = ma_C$

$$\Leftrightarrow -2 \sin^2 \alpha \cdot N_B = m \left( \frac{v^2}{4r \cdot \sin^2 \alpha} - g \sin \alpha \right) \Rightarrow N_B = \frac{m}{2 \sin^2 \alpha} \left( g \sin \alpha - \frac{v^2}{4r \cdot \sin^2 \alpha} \right)$$

- Khi  $AB = r\sqrt{2}$  thì  $\alpha = \frac{\pi}{4}$

Điều kiện để hộp vẫn còn tiếp xúc với khối trụ là  $\Rightarrow N_B \geq 0 \Rightarrow v^2 \leq 4gr \cdot \sin^3 \alpha = gr\sqrt{2}$

- Với  $v < \sqrt{gr\sqrt{2}}$  thì khi  $AB = r\sqrt{2}$ , lực do khối hộp và bậc tác dụng lên khối trụ là

$$\Rightarrow N_B = N_A = m \left( \frac{g}{\sqrt{2}} - \frac{v^2}{2r} \right)$$

### Câu 3:

Ta thấy tấm gỗ có thể bị lật xuống mép bàn hoặc bị nâng đầu bên phải lên. Từ điều kiện cân bằng ta có  $T = mg$

- Xét trường hợp đầu phải của bảng bị nâng lên. Áp dụng điều kiện cân bằng ta có

$$mg \frac{7L}{2} + 3mg(4L + x_1) + 6.L.T = 2T.7L \Rightarrow x_1 = -\frac{5L}{2} = -2,5m$$

Tức là người có thể đứng mép 2,5m về bên trái.

- Xét trường hợp bảng bị lật xuống. Áp dụng điều kiện cân bằng ta có:

$$mg \frac{L}{2} + 2T.3L = 3mgx_2 + T.2L \Rightarrow x_2 = \frac{3L}{2} = 1,5m$$

Tức là người có thể đứng cách mép bàn 2,5m bên phải.

### Câu 4:

a. Do tính đối xứng nên trong quá trình hai quả cầu trượt xuống vòng vẫn đứng yên một chỗ. Tại vị

trí góc  $\theta$ , xét vật m, theo gia tốc hướng tâm ta có phương trình  $mg \cos \theta + N = m \frac{v^2}{R}$

Theo định luật bảo toàn cơ năng ta có (gốc thế năng ở tâm O)  $mgR \cos \theta + m \frac{v^2}{2} = mgR$

Từ hai phương trình trên ta rút ra được  $N = mg(2 - 3 \cos \theta)$

Theo phương thẳng đứng lực do hai quả cầu tác dụng lên quả cầu là

$$F = 2N \cos \theta = 6mg \left[ \frac{1}{9} - \left( \cos \theta - \frac{1}{3} \right)^2 \right]$$

Vậy  $F_{\max} = \frac{2}{3}mg$  khi  $\cos \theta = \frac{1}{3}$

b. Để vòng nảy lên được thì  $F_{\max} \geq Mg \Leftrightarrow \frac{2mg}{3} \geq Mg \Rightarrow \frac{m}{M} \geq \frac{3}{2}$

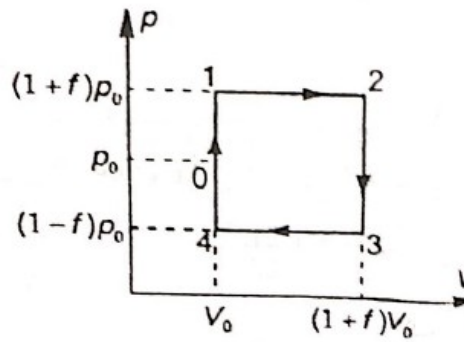
- Khi thỏa mãn điều kiện vòng được nảy lên ta có

$$F = Mg \Rightarrow 6 \left( \cos \theta - \frac{1}{3} \right)^2 = \frac{2}{3} - \frac{m}{M} \Rightarrow \cos \theta = \frac{1}{3} \pm \sqrt{\frac{1}{9} - \frac{M}{6m}}$$

Ở đây ta lấy nghiệm  $\Rightarrow \cos \theta = \frac{1}{3} \pm \sqrt{\frac{1}{9} - \frac{M}{6m}}$

Vì  $\cos \theta$  thay đổi từ 1 đến -1 nên nghiệm này xảy ra trước.

### Câu 5:



a. Đầu tiên khí phải tăng nhiệt độ trong quá trình đẳng tích cho đến khi  $p_1 = p_0 + \frac{F_f}{S} = (1+f)p_0$  khi đó pittông bắt đầu dịch chuyển, quá trình tiếp theo là đẳng áp cho đến thể tích  $V_2 = (1+f)V_0$

Sau đó quá trình làm lạnh đẳng tích áp suất  $p_3 = p_0 - \frac{F_f}{S} = (1-f)p_0$

Tiếp theo là làm lạnh đẳng áp đến thể tích  $V_4 = V_0$

Để quay lại trạng thái ban đầu cần nung nóng đẳng tích đến áp suất  $p_0$ .

b. Công mà khí thực hiện trong chu trình  $A = 2f^2 p_0 V_0$

Khí nhận nhiệt lượng trong 41 và 12 là

$$Q = nC_v (T_1 - T_4) + nC_v (T_2 - T_1)$$

$$= \frac{3}{2} [(1+f)p_0 V_0 - (1-f)p_0 V_0] + \frac{5}{2} [(1+f)^2 p_0 V_0 - (1+f)p_0 V_0] = \frac{f(11+5f)}{2} p_0 V_0$$

Hiệu suất chu trình là 
$$H = \frac{A}{Q} = \frac{2f^2 p_0 V_0}{\frac{f(11+5f)}{2} p_0 V_0} = \frac{4f}{11+5f}$$

### Câu 6:

Theo nguyên lí I nhiệt động lực học ta có  $\Delta Q + A$

Ta có 
$$\Delta U = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

Công mà khí nhận được trong quá trình trên là 
$$A = -\frac{1}{2} (p_2 + p_1) (V_2 - V_1)$$

Để khí nhận nhiệt từ môi trường thì  $Q > 0$

$$Q = \Delta U - A = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{1}{2} (p_2 + p_1) (V_2 - V_1) > 0$$

Với 
$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} > \frac{3}{2}$$