

Thời gian làm bài: 180 Phút (Không kể thời gian giao đề)

Câu 1 (2 điểm)

Một vật rơi tự do đi được 10m cuối cùng của quãng đường trong khoảng thời gian 0,25s. Cho $g = 9,8\text{m/s}^2$. Tính:

- Vận tốc của vật khi chạm đất và độ cao từ đó vật bắt đầu rơi?
- Giả sử cũng từ độ cao này người ta ném thẳng đứng một vật thứ hai (cùng một lúc với khi thả vật thứ nhất rơi tự do). Hỏi phải ném vật thứ hai với vận tốc ban đầu có hướng và độ lớn như thế nào để vật này chạm mặt đất trước vật rơi tự do 1 giây.

Câu 2 (2 điểm)

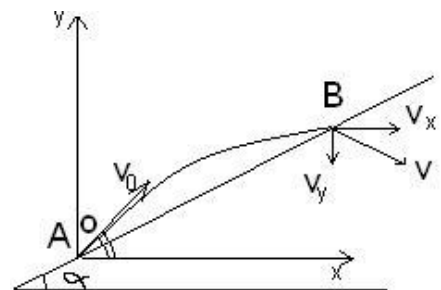
Một tấm gỗ có khối lượng $M = 8\text{ kg}$, chiều dài $l = 5\text{ m}$ đặt trên mặt sàn nằm ngang. Một vật nhỏ có khối lượng $m = 2\text{ kg}$ đặt trên tấm gỗ ở sát một đầu. Lực $F = 20\text{ N}$ tác dụng lên tấm gỗ theo phương nằm ngang. Ban đầu hệ đứng yên. Tính thời gian vật m trượt trên tấm gỗ trong các trường hợp sau:

- Bỏ qua ma sát ở các mặt tiếp xúc.
- Hệ số ma sát trượt giữa vật m và tấm gỗ là $\mu_1 = 0,1$, ma sát giữa tấm gỗ và sàn nhà bỏ qua.
- Hệ số ma sát trượt giữa vật m và tấm gỗ là $\mu_1 = 0,1$, giữa tấm gỗ và sàn nhà là $\mu_2 = 0,08$.

Câu 3 (2 điểm)

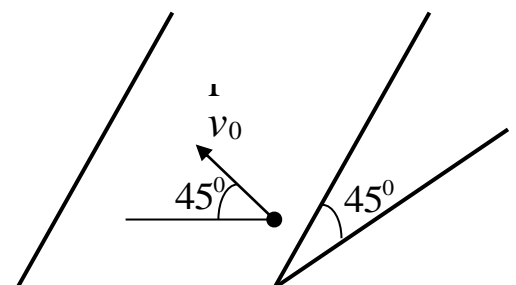
Ném một viên đá từ điểm A (ở chân mặt phẳng nghiêng) trên mặt phẳng nghiêng với vận tốc v_0 hợp với mặt phẳng ngang một góc $\beta = 60^\circ$, biết góc nghiêng $\alpha = 30^\circ$. Bỏ qua sức cản của không khí.

- Tính khoảng cách AB từ điểm ném đến điểm viên đá rơi.
- Tìm góc φ hợp bởi phương véc tơ vận tốc và phương ngang ngay sau viên đá chạm mặt phẳng nghiêng.



Câu 4 (2 điểm)

Một vật nhỏ khối lượng m được phóng trên mặt nghiêng nhẵn của nêm có cùng khối lượng (trong quá trình chuyển động vật luôn tiếp xúc với mặt nghiêng của nêm). Nêm đặt trên một mặt bàn nằm ngang không ma sát. Vận tốc ban đầu của vật bằng v_0



và lập một góc 45^0 với cạnh của nêm. Biết góc nhị diện của nêm cũng bằng 45^0 (hình vẽ), gia tốc rơi tự do là g .

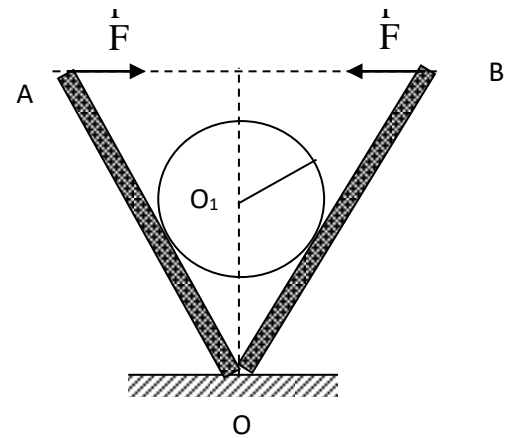
- a. Tìm phản lực do nêm tác dụng lên vật.
- b. Sau bao lâu vật quay trở lại độ cao ban đầu.
- c. Vận tốc của vật tại điểm cao nhất của quỹ đạo.

Giả thiết chuyển động tịnh tiến của nêm chỉ được phép theo hướng vuông góc với cạnh của nó.

Câu 5 (2 điểm)

Giữa hai tấm phẳng nhẹ, cứng OA và OB được nối với nhau bằng khớp ở O. Người ta đặt một hình trụ tròn đồng chất, với trục O_1 song song với trục O. Hai trục này cùng nằm ngang và nằm trong mặt phẳng thẳng đứng như hình vẽ. Dưới tác dụng của hai lực trực đối \vec{F} nằm ngang, đặt tại hai điểm A và B, hai tấm này ép trụ lại. Trụ có trọng lượng \vec{P} , bán kính R. Hệ số ma sát giữa trụ và mỗi tấm phẳng là k. Góc AOB = 2α ; AB = a.

Xác định độ lớn của lực \vec{F} để trụ cân bằng.



HƯỚNG DẪN CHẤM 10LÝ

Câu 1

1

a. Chọn gốc tọa độ tại nơi thả vật, chiều dương hướng xuống, gốc thời gian lúc thả vật.

$$\text{Tại A (tại mặt đất): } y_A = h = \frac{gt_A^2}{2} \quad (1)$$

$$\text{Tại B (cách mặt đất 10m): } y_B = h - 10 = \frac{gt_B^2}{2} \quad (2)$$

$$t_A - t_B = 0,25s \rightarrow t_B = t_A - 0,25 \quad (3)$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta có: } \frac{gt_A^2}{2} = \frac{gt_B^2}{2} + 10 \quad (4)$$

Thay (3) vào (4) ta có:

$$gt_A^2 = g(t_A - 0,25)^2 + 20 \rightarrow 4,9t_A = 0,6125 + 20 \rightarrow t_A = 4,2066s$$

$$\Rightarrow v_A = gt_A = 9,8 \cdot 4,2066 = 41,225 m/s$$

$$h = \frac{gt_A^2}{2} = 86,71m$$

$$\text{b. } y_A = h = v_0 t'_A + \frac{gt'^2_A}{2} \quad (t'_A = t_A - 1 = 3,2066s) \Rightarrow v_0 = 11,33m/s \text{ và ném xuống}$$

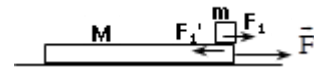
Câu 2

Hướng dẫn giải:

1. Bỏ qua ma sát ở các mặt tiếp xúc \rightarrow m tiếp tục đứng yên, gia tốc của M

$$a = \frac{F}{M} = \frac{20}{8} = 2,5 m/s^2. \text{ m trượt trên tấm gỗ trong thời gian}$$

$$l \rightarrow l = \frac{1}{2} at^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = 2s$$



2. Bỏ qua ma sát giữa tấm gỗ và sàn nhà. Chỉ xét các lực tác dụng lên hệ theo phương ngang.

Giả sử m trượt trên tấm gỗ \rightarrow

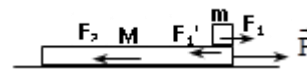
$F_1 = F_1' = \mu_1 mg$. Gia tốc của hai vật:

$$a_1 \frac{F_1}{m} = \mu_1 g = 1 m/s^2; a_2 = \frac{F - F_1'}{M} = \frac{20 - 2}{8} = 2,25 m/s^2. a_2 > a_1 \text{ nên tấm gỗ trượt về phía}$$

trước với gia tốc $a_{2/1} = a_2 - a_1 = 1,25 m/s^2$. Ta có $l = \frac{1}{2} a_{2/1} t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{a_{2/1}}} = 2\sqrt{2} s$

3. Có ma sát giữa tấm gỗ và sàn nhà, khi đó $F_2 = \mu_2(m + M)g$. Giả sử m vẫn trượt trên tấm gỗ, gia tốc của hai vật là

$$a_1 \frac{F_1}{m} = \mu_1 g = 1 \text{ m/s}^2; a_2 = \frac{F - F_1' - F_2}{M} = \frac{20 - 2 - 8}{8} = 1,25 \text{ m/s}^2.$$



$a_2 > a_1$ nên tấm gỗ trượt về phía trước với gia tốc $a_{2/1} = a_2 - a_1 = 0,25 \text{ m/s}^2$.

$$\text{Ta có } l = \frac{1}{2} a_{2/1} t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{a_{2/1}}} = \sqrt{40} \approx 6,32 \text{ s}$$

Câu 3

a. Chọn hệ trục Oxy gắn O vào điểm A và trục Ox song song với phương ngang. Trong quá trình chuyển động lực tác dụng duy nhất là trọng lực \vec{P} .

Theo định luật II Newton: $\vec{P} = m\vec{a}$

Chiều lên: Ox: $0 = ma_x \Rightarrow a_x = 0$

Oy: $-P = ma_y \quad a_y = -g$

Phương trình chuyển động của vật theo hai trục ox và oy: $\begin{cases} x = v_0 \cos \beta t & (1) \\ y = v_0 \sin \beta t - \frac{1}{2} g t^2 & (2) \end{cases}$ Khi

viên đá rơi xuống mặt phẳng nghiêng: $\begin{cases} x = l \cos \alpha & (3) \\ y = l \sin \alpha & (4) \end{cases}$

Thế (3) vào (1) ta rút ra t thế vào (2) và đồng thời thế (4) vào (2) ta rút ra :

$$l = \frac{-2v_0^2 \cos \beta \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta - \sin \beta \cdot \cos \alpha)}{g \cdot \cos^2 \alpha} \rightarrow l = \frac{-2v_0^2 \cos \beta \cdot \sin(\alpha - \beta)}{g \cos^2 \alpha} \Rightarrow l = \frac{2v_0^2}{3g}$$

b. Tại B vận tốc của vật theo phương ox là: $v_x = v_0 \cos \beta = \frac{v_0}{2}$

Khi vật chạm mặt phẳng nghiêng : $x = l \cos \alpha = \frac{2v_0^2}{3g} \cos \alpha$ hay $v_0 \cos \beta t = \frac{2v_0^2}{3g} \cos \alpha$;

Suy ra thời gian chuyển động trên không của viên đá: $t = \frac{2v_0 \cos \alpha}{3g \cos \beta} = \frac{2v_0}{g\sqrt{3}}$

Vận tốc theo phương oy tại B: $v_y = v_0 \sin \beta - gt \rightarrow v_y = v_0 \sin \beta - \frac{2v_0}{\sqrt{3}} = -\frac{v_0}{2\sqrt{3}}$

$$\Rightarrow \tan \varphi = \frac{|v_y|}{|v_x|} = \frac{\left| -\frac{v_0}{2\sqrt{3}} \right|}{\left| \frac{v_0}{2} \right|} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \boxed{\varphi = 30^\circ}$$

do $v_y = -\frac{v_0}{2\sqrt{3}} < 0$ nên lúc chạm mặt phẳng nghiêng \vec{v} hướng xuống.

Câu 4

Hướng dẫn giải

a. Kí hiệu N, N' là lực tương tác giữa vật và nêm, a_1 và a_2 lần lượt là gia tốc của vật so với nêm và gia tốc của nêm.

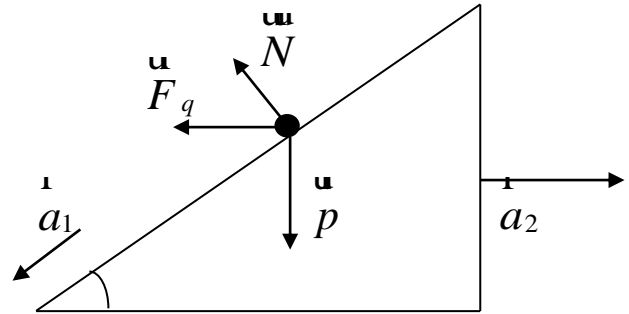
- Xét nêm:

$$N \sin \alpha = ma_2 \quad (1)$$

- Xét vật: theo phương vuông góc với cạnh của nêm và vuông góc với mặt nêm ta có:

$$mg \sin \alpha + ma_2 \cos \alpha = ma_1 \quad (2)$$

$$N = mg \cos \alpha - ma_2 \sin \alpha \quad (3)$$



Giải hệ các phương trình trên ta được:

$$a_2 = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{1 + \sin^2 \alpha} = \frac{g}{3}$$

$$a_1 = g \frac{2 \sin \alpha}{1 + \sin^2 \alpha} = \frac{2\sqrt{2}g}{3}$$

$$N = mg \frac{2 \cos \alpha}{1 + \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{2}mg}{3}$$

b. Phản lực N không phụ thuộc vào vị trí và vận tốc của vật. Trong hệ quy chiếu gắn với nêm, vật chuyển động như vật bị ném xiên trong trọng trường hiệu dụng $g' = a_1$. Do vậy, thời gian vật trở lại độ cao ban đầu:

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{a_1} = \frac{3v_0}{2g}$$

c. Tại điểm cao nhất vật tốc của vật so với nêm có phương ngang và song song với cạnh của nêm

$$v_1 = v_0 \cos \alpha = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

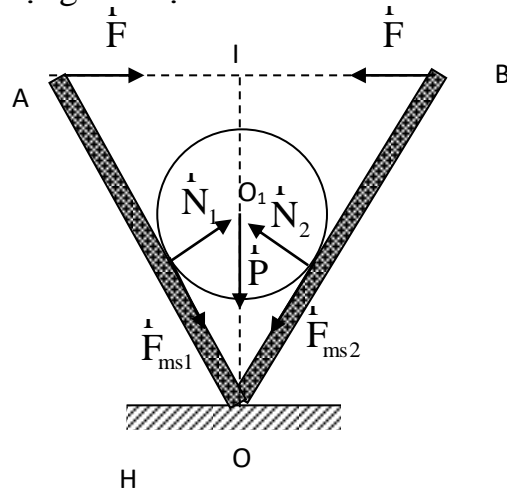
Còn so với mặt đất, vận tốc của vật tại điểm cao nhất:

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{(v_0 \cos \alpha)^2 + (a_2 t')^2} = \frac{3v_0}{4}, \text{ với } \left(t' = \frac{t}{2} = \frac{3v_0}{4g} \right).$$

Câu 5

* Trường hợp 1: Trụ có khuynh hướng trượt lên:

- Các lực tác dụng lên trụ như hình vẽ



Câu 5

- Phương trình cân bằng lực:

$$\vec{P} + \vec{F}_{ms1} + \vec{F}_{ms2} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 = 0$$

- Chiếu lên trục OI:

$$-P - F_{ms1} \cos \alpha - F_{ms2} \cos \alpha + N_1 \sin \alpha + N_2 \sin \alpha = 0$$

Có: $N_1 = N_2 = N \Rightarrow F_{ms1} = F_{ms2} = F_{ms}$

$$\Rightarrow F_{ms} = \frac{2N \sin \alpha - P}{2 \cos \alpha}$$

Để trụ không trượt lên:

$$F_{ms} \leq kN \Rightarrow \frac{2N \sin \alpha - P}{2 \cos \alpha} \leq kN$$

Xét thanh OA: chọn O làm trục quay. Quy tắc momen:

$$N'_1 \cdot OH = F \cdot OI \Rightarrow N \cdot OH = F \cdot OI \Rightarrow N = \frac{OI}{OH} F$$

$$\Delta OAI : \Delta OO_1H \Rightarrow \frac{OI}{OH} = \frac{AI}{O_1H} = \frac{a}{2R}$$

$$\Rightarrow \frac{2N \sin \alpha - P}{2 \cos \alpha} \leq k \frac{a}{2R} F$$

$$\Rightarrow F \leq \frac{PR}{a(\sin \alpha - k \cos \alpha)}$$

Trường hợp 2: Trụ có khuynh hướng trượt xuống Tương tự như trên: chú ý các lựa ma sát hướng ngược lại.

- Điều kiện để trụ không trượt xuống: $F \geq \frac{PR}{a(\sin \alpha + k \cos \alpha)}$

*Điều kiện để trụ đứng yên: $\frac{PR}{a(\sin \alpha - k \cos \alpha)} \geq F \geq \frac{PR}{a(\sin \alpha + k \cos \alpha)}$