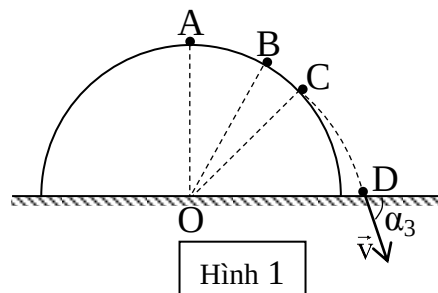


(Đề thi có 02 trang gồm 05 câu)

Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$ áp dụng cho tất cả các bài toán liên quan. Các kết quả lấy gần đúng đến hai chữ số thập phân.

Câu 1. Chất điểm khối lượng $m = 200\text{g}$ tại đỉnh A của hình bán trụ có đáy là một nửa hình tròn tâm O bán kính $R = 20\text{cm}$, chuyển động trượt không ma sát trên mặt trụ và song song với đáy mặt trụ, tốc độ ban đầu không đáng kể. Hình trụ đặt trên mặt phẳng ngang như (hình 1)

Lấy $\sqrt{3} = 1,732$

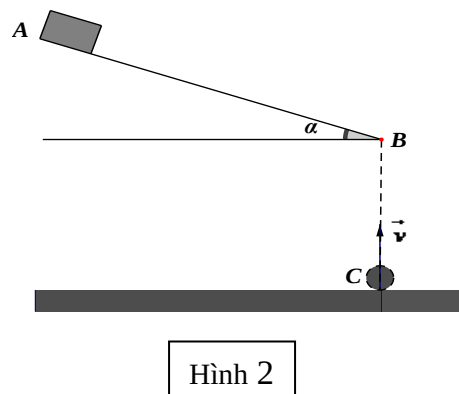


a. Khi chất điểm đến điểm B với góc $\text{AOB} = \alpha_1 = 30^\circ$, tính tốc độ chuyển động và phản lực của hình trụ tác dụng lên chất điểm.

b. Tại điểm C với $\text{AOC} = \alpha_2$ chất điểm bắt đầu rời mặt trụ. Tính α_2 .

c. Chất điểm tiếp tục chuyển động và chạm vào mặt ngang tại điểm D với vận tốc $\vec{v}$ lập với mặt ngang góc α_3 . Tính α_3 và độ lớn của vận tốc chất điểm khi chạm vào mặt ngang.

Câu 2. Một mái hiên tạo thành dốc AB dài $1,935 \text{ m}$, nghiêng góc $\alpha = 30^\circ$ so với phương nằm ngang. Điểm C là chân đường thẳng đứng hạ từ B xuống mặt đất. Từ A thả một vật có khối lượng $m_1 = 0,2 \text{ kg}$ trượt trên AB, cùng lúc đó từ C bắn vật 2 có khối lượng $m_2 = 0,4 \text{ kg}$ lên theo phương thẳng đứng như (hình 2). Biết rằng hai vật sẽ va nhau ở B, vật 2 xuyên vào vật 1 rồi cả hai cùng bay theo phương nằm ngang ngay sau khi va chạm. Hệ số ma sát giữa vật 1 và mặt AB là $\mu = 0,1$.



a. Tìm độ cao của điểm B so với mặt đất và tính phần cơ năng đã tiêu hao khi vật 2 xuyên vào vật 1.

b. Sử dụng băng đệm khí, cổng quang và đồng hồ thời gian hiện số, hãy thiết kế phương án thí nghiệm xác định động lượng của vật trước và sau va chạm đối với va chạm mềm.

Câu 3. Một con lắc lò xo nằm ngang gồm lò xo nhẹ có độ cứng $k = 40 \text{ N/m}$, một đầu gắn vào giá cố định, đầu còn lại gắn với vật có khối lượng $m = 100 \text{ g}$. Ban đầu giữ vật sao cho lò xo bị nén 3 cm rồi truyền cho vật vận tốc 80 cm/s hướng theo chiều dãn của lò xo. Bỏ qua ma sát, vật dao động điều hòa. Chọn trục Ox trùng quỹ đạo của vật, O là vị trí cân bằng của vật, chiều dương theo chiều dãn của lò xo.

1. Lấy mốc thời gian $t = 0$ là lúc vật qua vị trí có li độ $x = -2,5 \text{ cm}$ lần đầu tiên

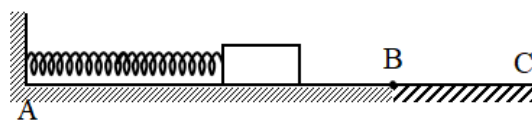
a. Viết phương trình dao động của vật.

b. Tìm thời điểm lần thứ 2023 mà lực do lò xo tác dụng lên giá có độ lớn bằng $\sqrt{3} \text{ N}$.

c. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp vật cách vị trí cân bằng một đoạn a là Δt_1 và cách vị trí cân bằng một đoạn b là Δt_2 . Trong một chu kỳ dao động, thời gian mà tốc độ của vật không vượt quá $20(b - a) \text{ cm/s}$ là $\frac{\pi}{15} \text{ s}$. Biết $\Delta t_1 = \Delta t_2$. Tính tỉ số $\frac{a}{b}$.

2. Lấy mốc thời gian $t = 0$ lúc vật qua O lần đầu tiên,

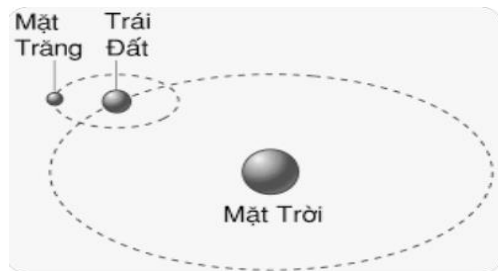
giả sử mặt bàn AC có hai phần: từ giá cố định A đến B là phần nhẵn không ma sát, BC là phần nhám đủ dài, có hệ số ma sát $\mu = 0,4$. Vật đồng chất, tiết diện đều và có chiều dài dọc theo quỹ đạo là $d = 4 \text{ cm}$ như (hình 3) Lúc



Hình 3

vật bắt đầu chuyển động thì mép phải của nó cách B một đoạn 6 cm. Kể từ lúc vật bắt đầu chuyển động đến lúc lò xo giãn cực đại lần thứ nhất thì tốc độ trung bình của vật bằng bao nhiêu?

Câu 4. Trái đất quay quanh Mặt trời theo quỹ đạo coi như tròn có bán kính $R = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$. Mặt trăng quay quanh Trái đất theo quỹ đạo coi như tròn có bán kính $r = 3,8 \cdot 10^5 \text{ km}$ như (hình 4). Biết Trái đất quay quanh Mặt trời một vòng hết thời gian là $T_1 = 365,25$ ngày, Mặt trăng quay quanh trái đất một vòng hết thời gian là $T_2 = 27,32$ ngày



Hình 4

- Tính quãng đường Trái đất vạch được trong thời gian Mặt trăng quay đúng một vòng (1 tháng âm lịch)
- Tính số vòng quay của Mặt trăng quanh trái đất trong thời gian Trái đất quay đúng một vòng (1 năm).

Câu 5. Phương án thực hành

Đo hệ số ma sát trượt giữa một vật bằng gỗ và mặt bàn nằm ngang.

Dụng cụ được dùng:

- Vật nhỏ hình hộp chữ nhật bằng gỗ.
- Mặt bàn nằm ngang có giá treo cố định.
- Một lò xo nhẹ chưa biết độ cứng, hai đầu có móc treo và hệ thống để gắn chặt lò xo với các vật khác.
- Thước thẳng dài có độ chia phù hợp.

Yêu cầu trình bày:

- Cơ sở lý thuyết.
- Các bước tiến hành.
- Xử lý kết quả (không yêu cầu đánh giá sai số).

HẾT

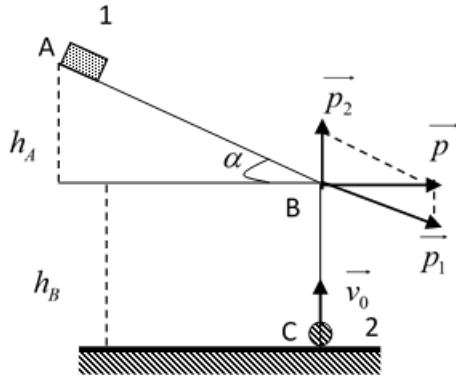
Họ và tên thí sinhSố báo danh.....

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

ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN CHẤM

Câu 1	Nội dung	Điểm
4,0 điểm	Chọn gốc thế năng tại O. - Cơ năng ban đầu chỉ là thế năng: $W_0 = W_t = mgR$. - Khi đến B cơ năng là: $W_B = W_d + W_t = \frac{1}{2}mv^2 + mgR\cos\alpha_1$. - Cơ năng bảo toàn: $W_B = W_0$ $\frac{1}{2}mv^2 + mgR\cos\alpha_1 = mgR$. - $v^2 = 2gR(1 - \cos\alpha_1) = 0,536$. $v = 0,73\text{m/s}$. - Tại B, lực tác dụng lên m gồm trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$: $\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}$ Chiều lên phương bán kính chiều dương hướng tâm thì: $P\cos\alpha_1 - N = ma_n$ $N = mg\cos\alpha_1 - m\frac{v^2}{R} = 0,2 \times 10 \times 0,866 - 0,536 = 1,19\text{N}$ - Cơ năng tại D chỉ là động năng: $W_D = \frac{1}{2}mv_D^2$. Cơ năng bảo toàn: $W_D = W_0$ $\frac{1}{2}mv_D^2 = mgR$ - Tính được: $v_D = 2\text{m/s}$. - Từ (1) tốc độ tại C là : $v_C = \sqrt{2 \times 10 \times 0,2 \left(1 - \frac{2}{3}\right)} = \frac{2\sqrt{3}}{3} \text{m/s}$. - Thành phần nằm ngang là : $v_x = v_C \cos\alpha_2 = \frac{2\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{2}{3} = \frac{4\sqrt{3}}{9}$ - $\cos\alpha_3 = \frac{v_x}{v_D} = \frac{2\sqrt{3}}{9} = 0,385$ $\alpha_3 \approx 1,176\text{rad} \approx 67,36^\circ$	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5
Câu 2	Nội dung	Điểm
6,0 điểm	Chọn gốc thế năng ở B Phần thế năng vật 1 giảm khi trượt trên mái hiên đã chuyển hóa thành động	

năng của vật 1 ở B và công thắng lực ma sát khi nó trượt trên AB.



0,5

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$m_1 \cdot g \cdot AB \cdot \sin 30^\circ = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + \mu \cdot m_1 \cdot g \cdot \cos 30^\circ \cdot AB$$

$$\Rightarrow v_1 = 4(m/s)$$

0,5

Vận tốc vật 1 khi đến B là 4m/s

Gia tốc vật 1 khi trượt dốc

$$2a_1 \cdot AB = v_1^2$$

$$\Rightarrow a_1 = \frac{v_1^2}{2 \cdot AB} = \frac{4^2}{2 \cdot 1,935} = 4,134 m/s^2$$

Thời gian vật 1 trượt trên AB:

$$t = \frac{v_1}{a_1} = \frac{4}{4,134} = 0,967s$$

0,5

Tại B trước khi va chạm động lượng của vật 1 là:

$$p_1 = m_1 v_1 = 0,2 \cdot 4 = 0,8(kg \cdot m/s)$$

0,5

Trước khi va chạm, động lượng của vật 2 là:

$$p_2 = m_2 v_2 = 0,4 v_2 \quad (1)$$

Xét giản đồ vec tơ động lượng ta có:

$$p_2 = p_1 \sin \alpha = 0,8 \cdot \sin 30^\circ = 0,8 \cdot 0,5 = 0,4(kg \cdot m/s) \quad (2)$$

0,5

Từ (1) và (2) ta có $v_2 = 1(m/s)$

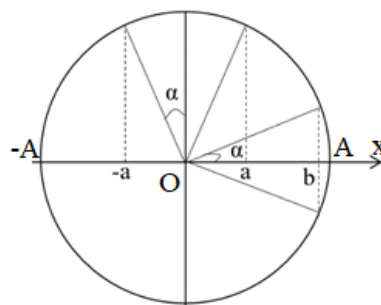
Xét chuyển động bắn lên của vật 2 ta nhận thấy rằng, thời gian vật 2 lên tới b cũng bằng vật 1 trượt hết dốc.

$$Ta \text{ có } v_2 = v_0 - gt \Rightarrow v_0 = v_2 + gt = 1 + 10 \cdot 0,967 = 10,67 (m/s)$$

0,5

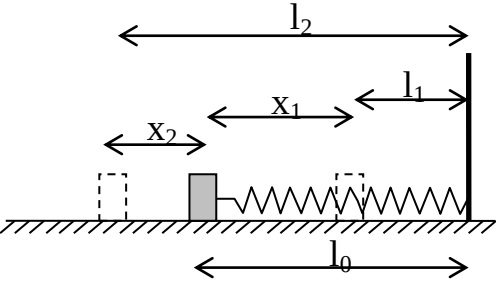
$$\text{Độ cao của điểm B: } h_B = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 = 10,67 \cdot 0,967 - 0,5 \cdot 10 \cdot (0,967)^2 \approx 5,6(m)$$

	Tổng động lượng của hai vật trước khi va chạm: $p = p_1 \cos \alpha = 0,8 \cdot \sqrt{3} / 2 = 0,4\sqrt{3} (kg.m/s)$ Động lượng của hệ ngay sau va chạm: $p_s = (m_1 + m_2)v = (0,2 + 0,4)v = 0,6v$ Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có: $0,6v = 0,4\sqrt{3} \Rightarrow v = \frac{0,4\sqrt{3}}{0,6} \approx 1,15 (m/s)$ Độ tiêu hao năng lượng khi vật 2 xuyên vào vật 1 là $\Delta W = \left(\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \right) - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 = 1,4 J$ - Đưa ra phương án thiết kế thí nghiệm	0,5 0,5 0,5 0,5 1,0
Câu 3	Nội dung	Điểm
5 điểm	+ Tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 20 \text{ rad/s}$. Biên độ dao động: $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = 5 \text{ cm}$ + $t = 0$, lúc m đi qua vị trí cân bằng lần đầu tiên: $\begin{cases} x = 0 \\ v > 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$ Vậy: phương trình dao động của vật là: $x = 5 \cdot \cos\left(20 \cdot t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ cm}$ + Khi lực tác dụng lên A là $\sqrt{3} \text{ N}$ thì $x = \pm 2,5\sqrt{3} \text{ cm}$. + Thời điểm lần thứ 2023 là: $t_{2023} = t_2 + 505T = 158,89 \text{ s}$. + Ta có: $a^2 + b^2 = 5^2$ (1) + Khoảng thời gian mà tốc độ của vật không vượt quá $20(b - a) \text{ cm}$ là $\frac{\pi}{15} = \frac{2T}{3} \rightarrow 20(b - a) = \frac{v_{\max} \sqrt{3}}{2} = \frac{\omega A \sqrt{3}}{2}$ + Suy ra: $b - a = 2,5\sqrt{3} \text{ cm}$ (2) + Từ (1) và (2), ta được: $\frac{a}{b} \approx 0,127$ + Lúc vật bắt đầu vào vùng nhám tức là mép phải vật ở B thì lò xo giãn và vật có li độ $x_0 = 3 \text{ cm}$ và vật có vận tốc $v_0 = \omega \sqrt{A^2 - x_0^2} = 80 \text{ cm/s}$. Thời gian và quãng đường từ lúc vật bắt đầu chuyển động đến lúc bắt đầu vào vùng nhám là $t_1 = \frac{2 \arcsin \frac{3}{5}}{20} = 0,064 \text{ s}; s_1 = 6 \text{ cm}$ + Khi vật đi vào vùng nhám và mép phải của nó có tọa độ x ($0 < x - x_0 \leq d$) thì lực ma sát tác dụng lên vật là $F_{ms} = -\mu \cdot \frac{mg \cdot (x - x_0)}{d}$	0,5 0,5 1,0 0,5 0,5 0,5 0,5



	+ Áp dụng định luật 2 Newton trong giai đoạn này ta có : $-\mu \frac{mg.(x - x_0)}{d} - kx = mx'' \rightarrow -\left(\frac{k}{m} + \frac{\mu g}{d}\right) \cdot \left(x - \frac{\mu g x_0}{d} \cdot \frac{1}{\frac{k}{m} + \frac{\mu g}{d}}\right)$ $= \left(x - \frac{\mu g x_0}{d} \cdot \frac{1}{\frac{k}{m} + \frac{\mu g}{d}}\right)'' \rightarrow -\left(\frac{k}{m} + \frac{\mu g}{d}\right) \cdot X = X'' \rightarrow X'' + \omega_1^2 \cdot X = 0$ $\rightarrow X = A_1 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t + \varphi)$ $\left(\frac{\mu g x_0}{d} \cdot \frac{1}{\frac{k}{m} + \frac{\mu g}{d}} = 0,6 \text{ cm}; \omega_1 = \sqrt{\left(\frac{k}{m} + \frac{\mu g}{d}\right)} = 10\sqrt{5} \text{ rad/s.}\right)$ $\rightarrow x - 0,6 = A_1 \cdot \cos(10\sqrt{5} \cdot t + \varphi)$ + Lúc bắt đầu vào vùng nhám thì: $\begin{cases} X_1 = 2,4 \text{ cm} \\ V_1 = 80 \text{ cm/s} \end{cases} \rightarrow A_1 = \sqrt{X_1^2 + \frac{V_1^2}{\omega_1^2}} = 4,31 \text{ cm.}$ + Khi vật dừng lại lần đầu thì mép phải của nó có tọa độ $x = 0,6 + 4,31 = 4,91 \text{ cm}$. Lúc này vật đi vào vùng nhám một đoạn $S_2 = 4,91 - 3 = 1,91 \text{ cm}$. + Khoảng thời gian vật đi đoạn S_2 là: $t_2 = \frac{\arccos\left(\frac{2,4}{4,31}\right)}{10\sqrt{5}} = 0,044 \text{ s.}$ Tốc độ trung bình của vật từ lúc bắt đầu chuyển động đến lúc lò xo dẫn cực đại là: $v_{TB} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = 73,24 \text{ cm/s.}$	0,5
Câu 4	Nội dung	Điểm
3,0 điểm	Áp dụng	0,25
	- Công thức tính chu kỳ: $T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$	0,25
	- Công thức $\theta = \frac{s}{r} \Rightarrow s = \theta \cdot r$	0,25
	- Công thức $\omega = \frac{\theta}{t} \Rightarrow \theta = \omega \cdot t$	0,25
	Vậy ta có $s = \omega \cdot t \cdot r$	0,25
	Tốc độ góc của Trái đất khi chuyển động quanh Mặt trời: $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_2}$	0,25
	Tốc độ góc của Mặt trăng khi chuyển động quanh Trái đất: $\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2}$	0,25

	a. Quãng đường Trái đất đi được sau thời gian T_2 là $s_1 = \omega_1.T_2.R = \frac{2\pi}{T_1}.T_2.R = \frac{T_2}{T_1}.2\pi.R$ $s_1 = \frac{27,32}{365,25}.2.3,14.1,5.10^{11} = 70,46.10^9 \text{ m} = 70,46.10^6 \text{ km}$ Vậy: Quãng đường mà Trái Đất quay quanh Mặt Trời trong thời gian Mặt Trăng quay đúng một vòng là $s_1 = 70,46.10^6 \text{ km}$ b. Số vòng quay của Mặt Trăng quanh Trái Đất trong thời gian Trái Đất quay đúng một vòng (1 năm) - Trong thời gian T_2 Mặt Trăng quay quanh Trái Đất được một vòng. - Trong thời gian T_1 Mặt Trăng quay quanh Trái Đất được N vòng: $N = \frac{T_1}{T_2} = \frac{365,25}{27,32} \approx 13,4 \text{ vòng}$ - Số vòng quay của Mặt Trăng quanh Trái Đất trong thời gian Trái Đất quay đúng một vòng (1 năm) là $N = 13,4$ vòng.	0,5 0,5 0,25 0,25
Câu 5	Nội dung	Điểm
2,0 điểm	* Cơ sở lý thuyết: - Điều kiện cân bằng của con lắc lò xo thẳng đứng: $F_{dh} = P \leftrightarrow k\Delta l = mg \quad (1) \quad (\Delta l \text{ là độ giãn của lò xo khi cân bằng})$ - Xét con lắc lò xo nằm ngang: Đưa vật đến vị trí lò xo nén đoạn x_2 rồi thả nhẹ, vật sẽ dừng lại khi lò xo giãn ra một đoạn cực đại x_2. Định luật bảo toàn năng lượng: $\frac{1}{2}kx_2^2 - \frac{1}{2}kx_1^2 = -\mu mg(x_1 + x_2)$ $\rightarrow x_1 - x_2 = \frac{2\mu mg}{k} \quad (2)$ Từ (1) và (2) suy ra $\mu = \frac{x_1 - x_2}{2\Delta l}$ Đo Δl, x_1, x_2 suy ra μ. * Các bước tiến hành: - Vẽ hình minh họa: - Đo chiều dài tự nhiên của lò xo l_0. - Móc vật vào lò xo rồi treo đầu trên của lò xo vào giá để tạo ra con lắc lò xo thẳng đứng. Đo chiều dài lò xo khi cân bằng l $\rightarrow \Delta l = l - l_0$ - Gắn một đầu lò xo vào thân giá, đầu kia gắn vật để tạo ra con lắc lò xo nằm ngang. Đặt vật tại vị trí lò xo không biến dạng (dài l_0). - Đẩy vật để lò xo nén một đoạn, đo chiều dài $l_1 \rightarrow x_1 = l_0 - l_1$ - Thả nhẹ để vật chuyển động, đến khi vật dừng thì đo chiều dài l_2 của lò xo $\rightarrow x_2 = l_2 - l_0$ * Kết quả: $\mu = \frac{x_1 - x_2}{2\Delta l}$ n của lò xo l_0.	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25

	- Móc vật vào lò xo rồi treo đầu trên của lò xo vào giá để tạo ra con lắc lò xo thẳng đứng. Đo chiều dài lò xo khi cân bằng l $\rightarrow \Delta l = l - l_0$ - Gắn một đầu lò xo vào thân giá, đầu kia gắn vật để tạo ra con lắc lò xo nằm ngang. Đặt vật tại vị trí lò xo không biến dạng (dài l_0). - Đẩy vật để lò xo nén một đoạn, đo chiều dài $l_1 \rightarrow x_1 = l_0 - l_1$ - Thả nhẹ để vật chuyển động, đến khi vật dừng thì đo chiều dài l_2 của lò xo $\rightarrow x_2 = l_2 - l_0$ * Kết quả: $\mu = \frac{x_1 - x_2}{2\Delta l}$ 	0,25
--	--	------