

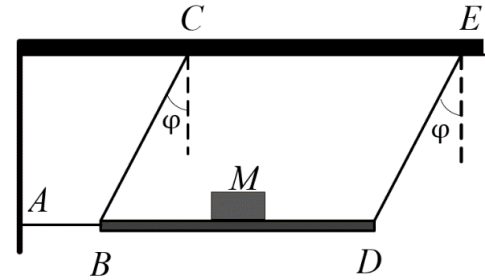


HƯỚNG DẪN CHẤM

(Hướng dẫn chấm gồm 10 trang)

Câu 1: (5 điểm) Chuyên Lê Quý Đôn – Đà Nẵng

Một vật nhỏ có khối lượng M được đặt trên một tấm phẳng BD nằm ngang, có khối lượng m . Hệ được giữ cân bằng nhờ ba sợi dây mảnh, nhẹ, không giãn AB, BC, DE (Hình 1), với $BC = DE$. Ở vị trí này các dây treo BC và DE hợp với phương thẳng đứng góc $\varphi = 30^\circ$. Tính gia tốc của vật M và tấm phẳng BD ngay sau khi dây AB bị cắt đứt trong các trường hợp sau:



Hình 1

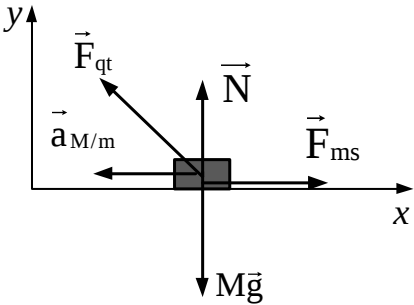
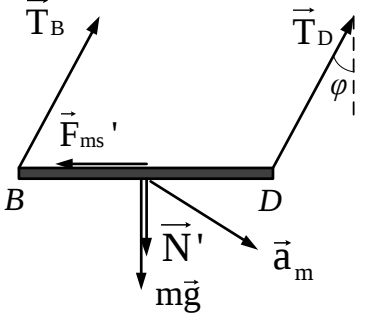
1. Vật M được ghép cứng với tấm BD .
2. Vật M có thể trượt trên tấm BD với hệ số ma sát trượt giữa chúng là μ .

Áp dụng bằng số: $g = 10 \text{ m/s}^2$; $M = 10 \text{ kg}$; $m = 25 \text{ kg}$; $\mu = \sqrt{3}/4$.

Ý 1 (2 điểm)

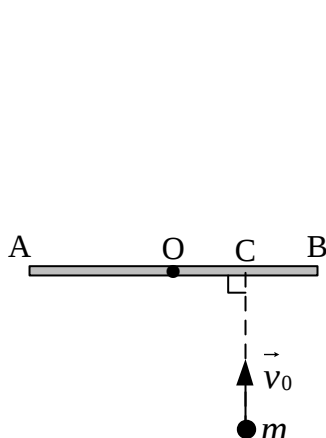
Nội dung	Điểm
Khi dây AB bị cắt đứt, hệ chuyển động tịnh tiến.	0.25
Vì M ghép cứng với BD nên gia tốc của M bằng gia tốc của BD .	0.25
Vẽ hình, biểu diễn lực:	0.25
Tại thời điểm ngay sau khi cắt dây, gia tốc của BD chỉ có thành phần tiếp tuyến vuông góc với dây BC và hướng xuống dưới. Thành phần gia tốc pháp tuyến lúc này bằng 0	0.25
Phương trình định luật II Niu-ton cho hệ	0.5
$(m + M)\vec{g} + \vec{T}_B + \vec{T}_D = (m + M)\vec{a}$	
Chiều lên phương vuông góc dây ta được	0.5
$a = g \cdot \sin \varphi = \frac{g}{2} = 5 \text{ m/s}^2$	

Ý 2 (3 điểm)

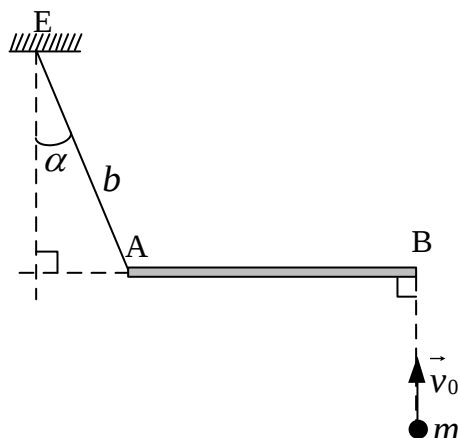
Nội dung	Điểm
Xét M trong hệ quy chiếu mà m đứng yên. Các lực tác dụng lên vật M như hình vẽ: 	0.25
Phương trình định luật II Niu-ơn cho ta $\vec{N} + \vec{F}_{ms} + M\vec{g} + \vec{F}_{qt} = M\vec{a}_{M/m}$ Chiếu lên các trục tọa độ ta được $N - Mg + Ma_m \sin \varphi = 0 \quad (1)$ $\mu N - Ma_m \cos \varphi = Ma_{M/m} \quad (2)$	0,75
Xét các lực tác dụng lên tấm phẳng BD như hình vẽ 	0.25
Ta có $N' = N$, $F'_{ms} = F_{ms}$ Phương trình định luật II cho ta $m\vec{g} + \vec{N}' + \vec{F}'_{ms} + \vec{T}_B + \vec{T}_D = m\vec{a}_m$ Chiếu lên phương vuông góc với dây ta được: $N \sin \varphi + mg \sin \varphi - \mu N \cos \varphi = ma_m \quad (3)$	0.25
Giải hệ phương trình (1), (2), (3) ta được $a_m = \frac{2m + 2M(1 - \mu\sqrt{3})}{4m + M(1 - \mu\sqrt{3})} g$ $a_{M/m} = \frac{-\sqrt{3}(m + M)(1 - \mu\sqrt{3})}{4m + M(1 - \mu\sqrt{3})} g$	0.5
Ta có gia tốc của M: $\vec{a}_M = \vec{a}_{M/m} + \vec{a}_m$ Thay số tính được: $a_m = 5,37m/s^2$; $a_{M/m} = -1,48m/s^2$	0.25
Tính được độ lớn của a_M bằng phương pháp số phức, hoặc phương pháp chiếu lên các trục tọa độ: $a_M = 4,16m/s^2$	0.5

Câu 2: (4 điểm) Chuyên Trần Phú – Hải Phòng

Thanh cứng AB , mảnh, đồng chất, có khối lượng M và chiều dài L , trung điểm của thanh là O . Thanh được đặt nằm yên trên mặt bàn nhẵn nằm ngang. Vật nhỏ (coi là chất điểm) có khối lượng m với $m = M$ chuyển động trên mặt bàn với vận tốc $\vec{v}_0$ đến và chạm vào thanh AB theo phương vuông góc với AB . Bỏ qua mọi ma sát.



Hình 2a



Hình 2b

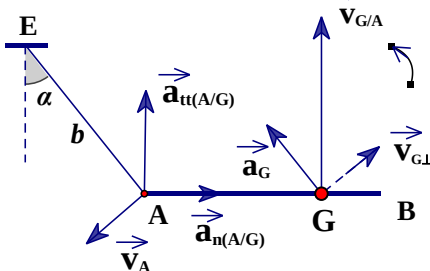
1. Vật nhỏ va chạm đàn hồi với thanh tại vị trí C cách đầu A một khoảng $\frac{3L}{4}$ (như hình 2a). Tìm vận tốc đầu B của thanh ngay sau va chạm.

2. Giả sử trước va chạm, trên mặt bàn có một sợi dây nhẹ, không co giãn, chiều dài b , một đầu cố định tại điểm E , đầu còn lại buộc vào đầu A của thanh. Thanh nằm yên và dây thẳng, với $\cos \alpha = \frac{1}{3}$. Vật nhỏ va chạm hoàn toàn mềm với đầu B của thanh (như hình 2b). Biết ngay sau va chạm dây căng, tính lực căng của dây khi đó.

Ý 1 (2 điểm)

Nội dung	Điểm
Gọi $\vec{v}_1, \vec{v}$ lần lượt là vận tốc vật m, vận tốc khối tâm của thanh ngay sau va chạm. Gọi ω là tốc độ góc trong chuyển động quay quanh khối tâm của thanh ngay sau va chạm. Áp dụng ĐLBT động lượng (dạng đại số): $mv_0 = mv_1 + Mv$ $v_0 = v_1 + v \quad (1)$	0.25
Áp dụng định luật bảo toàn Momen động lượng với trục quay đi qua khối tâm của thanh trước va chạm. $mv_0 \cdot \frac{L}{4} = mv_1 \cdot \frac{L}{4} + \frac{ML^2}{12} \omega \Rightarrow v_0 = v_1 + \frac{L\omega}{3} \quad (2)$	0.25
Định luật bảo toàn cơ năng: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} + \frac{ML^2}{12} \frac{\omega^2}{2} \Rightarrow v_0^2 = v_1^2 + v^2 + \frac{L^2 \omega^2}{12} \quad (3)$	0.25
Giải hệ (1), (2), (3) ta được: $v_1 = \frac{3}{11} v_0$; $v = \frac{8v_0}{11}$; $\omega = \frac{24v_0}{11L}$	0.5
Vận tốc đầu B của thanh ngay sau va chạm là: $\vec{v}_B = \vec{v} + \vec{\omega} \wedge \overrightarrow{OB}$	0.25
$v_B = v + \omega \cdot \frac{L}{2} = \frac{8v_0}{11} + \frac{24v_0}{11L} \cdot \frac{L}{2} = \frac{20v_0}{11}$	0.5

Ý 2 (2 điểm)

Nội dung	Điểm
Sau va chạm dây căng $\Rightarrow$ đầu A không có vận tốc theo phương dây $\Rightarrow \vec{v}_A$ có phương vuông góc với sợi dây.	0.25
Gọi G là khối tâm của hệ sau va chạm $\Rightarrow AG = \frac{3L}{4}$ Động lượng của hệ được bảo toàn theo phương vuông góc với lực căng dây: $mv_0 \sin \alpha = (m+M) \cdot v_{G\perp}$ ($\vec{v}_{G\perp}$ là thành phần vận tốc $\vec{v}_G$ vuông góc với dây) $v_0 \sin \alpha = 2v_{G\perp}$	0.25
Theo công thức cộng vận tốc: $\vec{v}_G = \vec{v}_{G/A} + \vec{v}_A$ (*) với $v_{G/A} = \frac{3L}{4} \omega$ và $\vec{v}_{G/A}$ hướng thẳng đứng lên Chiếu (*) lên hướng của $\vec{v}_{G\perp}$ ta được: $v_{G\perp} = \frac{3L\omega}{4} \sin \alpha - v_A$ $\Rightarrow \frac{v_0 \sin \alpha}{2} = \frac{3L\omega}{4} \sin \alpha - v_A$ (4) 	0.25
Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng của hệ với trục quay đi qua A: $mv_0 L = I_{he(G)} \omega + 2m \cdot \left(\frac{3L\omega}{4} - v_A \sin \alpha \right) \cdot \frac{3L}{4}$ $mv_0 L = \frac{5mL^2}{24} \omega + 2m \cdot \left(\frac{3L\omega}{4} - v_A \sin \alpha \right) \cdot \frac{3L}{4}$ (5)	0.25
Giải hệ phương trình (4) và (5) ta được: $\omega = \frac{v_0}{L}$; $v_A = \frac{v_0}{3\sqrt{2}}$	0.25
Phương trình chuyển động quay quanh khối tâm G của hệ: $T \cdot \frac{3L}{4} \cdot \cos \alpha = I_{he(G)} \cdot \gamma \Rightarrow \gamma = \frac{18T}{5mL} \cos \alpha$	0.25
Khi dây căng, A chuyển động tròn quanh E $\Rightarrow$ thành phần gia tốc của A theo phương sợi dây là $\frac{v_A^2}{b}$. Mặt khác, gia tốc của A trên thanh: $\vec{a}_A = \vec{a}_G + \vec{\gamma} \wedge \vec{GA} - \omega^2 \vec{GA}$ Trong đó: $+a_G = \frac{T}{2m}$ $+ \vec{\gamma} \wedge \vec{GA} = a_{tt(A/G)} = \gamma \cdot \frac{3L}{4} = \frac{27T}{10m} \cos \alpha$ ($\vec{a}_{tt(A/G)} \uparrow$) $+ \omega^2 \vec{GA} = a_{n(A/G)} = \omega^2 \cdot \frac{3L}{4}$ ($\vec{a}_{n(A/G)} \rightarrow$)	0.25
$\frac{v_A^2}{b} =$ hình chiếu $\vec{a}_A$ theo hướng $\vec{AE}$ $\frac{v_A^2}{b} = \frac{T}{2m} + \frac{27T}{10m} \cos^2 \alpha - \omega^2 \cdot \frac{3L}{4} \sin \alpha$ $T = \frac{5mv_0^2}{4} \left(\frac{1}{18b} + \frac{1}{L\sqrt{2}} \right)$	0.25

Câu 3: (4 điểm) Chuyên Thái Bình – Thái Bình

Một quả khí cầu có một lỗ hở ở phía dưới để trao đổi khí với môi trường xung quanh, có thể tích không đổi $V = 1,1 \text{ m}^3$. Vỏ khí cầu có thể tích không đáng kể và khối lượng $m = 0,187 \text{ kg}$. Nhiệt độ của khí quyển là $t_1 = 20^\circ \text{C}$, áp suất khí quyển tại mặt đất là $p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Trong các điều kiện đó, khối lượng riêng của không khí là $1,20 \text{ kg/m}^3$. Gia tốc trọng trường tại mặt đất là $g = 10 \text{ m/s}^2$.

1. Tìm khối lượng mol trung bình của không khí.
2. Để quả khí cầu lơ lửng trong không khí, ta cần nung nóng khí bên trong khí cầu đến nhiệt độ t_2 bằng bao nhiêu?
3. Nung nóng khí bên trong khí cầu đến nhiệt độ $t_3 = 110^\circ \text{C}$. Tìm lực cần thiết để giữ khí cầu đứng yên.
4. Sau khi nung nóng khí bên trong khí cầu, người ta bịt kín lỗ hở lại và thả cho quả khí cầu bay lên. Cho nhiệt độ khí bên trong khí cầu $t_3 = 110^\circ \text{C}$ không đổi. Nhiệt độ của khí quyển và gia tốc trọng trường coi như không đổi theo độ cao.
 - a. Tìm khối lượng riêng của không khí tại độ cao h so với mặt đất.
 - b. Tìm độ cao cực đại mà quả khí cầu lên được.

Ý 1 (1 điểm)

Nội dung	Điểm
Từ phương trình trạng thái của khí lý tưởng: $PV = nRT = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{MP}{RT}; \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{T_2}{T_1} \right)$	0.5
$\Rightarrow M = \frac{\rho_1 RT}{p} = \frac{1,2,31.293}{1.03.10^5} \approx 28.84.10^{-3} \text{ kg / mol} = 28,84 \text{ g / mol}$	0.5

Ý 2 (1 điểm)

Nội dung	Điểm
Để khí cầu lơ lửng, ta cần có: $\rho_1 Vg = mg + \rho_2 Vg \Rightarrow \rho_1 V = m + \frac{\rho_1 T_1}{T_2} V$	0.5
$\Rightarrow T_2 = \frac{\rho_1 T_1 V}{\rho_1 V - m} = \frac{1,2.293.1,1}{1,2.1,1 - 0,187} = 341,36 \text{ K} \approx 68,36^\circ \text{C}$	0.5

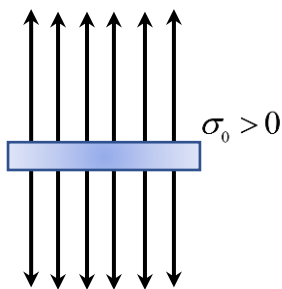
Ý 3 (1 điểm)

Nội dung	Điểm
Lực cần giữ quả khí cầu là: $F = \rho_1 Vg - mg - \rho_3 Vg = (\rho_1 V - m - \frac{\rho_1 T_1}{T_3} V)g$	0.5
Thay số ta được $F = \left(1,2.1,1 - 0,187 - \frac{1,2.293}{383} \cdot 1,1 \right) \cdot 10 \approx 1,23 \text{ N}$	0.5

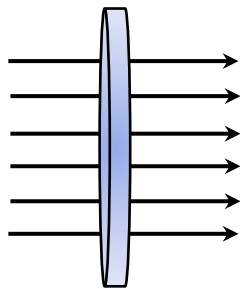
Ý 4 (1 điểm)

Nội dung	Điểm
a) Chia không khí thành các lớp rất mỏng có độ dày dh, xét cân bằng của khối khí $P(h) = P(h + dh) + \rho g \cdot dh$ $\Rightarrow dp = -\rho g dh = -\frac{MP}{RT} g \cdot dh \Rightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{Mg}{RT} dh$ Lấy tích phân 2 vế ta được $\int_{p_0}^p \frac{dp}{p} = \int_0^h -\frac{Mg}{RT} dh \Rightarrow P = P_0 e^{-\frac{Mgh}{RT}}$	0.25
Khối lượng riêng $\rho = \rho_0 e^{-\frac{Mgh}{RT}} = \rho_0 e^{-\frac{\rho_0 g}{p_0} h}$	0.25
b. Quả khí cầu cân bằng khi: $\rho_1 Vg = mg + \rho_2 Vg \Rightarrow \rho_1 = \frac{m}{V} + \frac{\rho_2 T_1}{T_2} = \frac{0,187}{1,1} + \frac{1,2 \cdot 293}{383} \approx 1,088 \text{ kg} / \text{m}^3$	0.25
Tìm độ cao cực đại mà quả khí cầu lên được. $h = -\frac{p_0}{\rho_0 g} \ln \frac{\rho_1}{p_0} = -\frac{1,013 \cdot 10^5}{1,2 \cdot 10} \ln \frac{1,088}{1,2} = 827 \text{ m}$	0.25

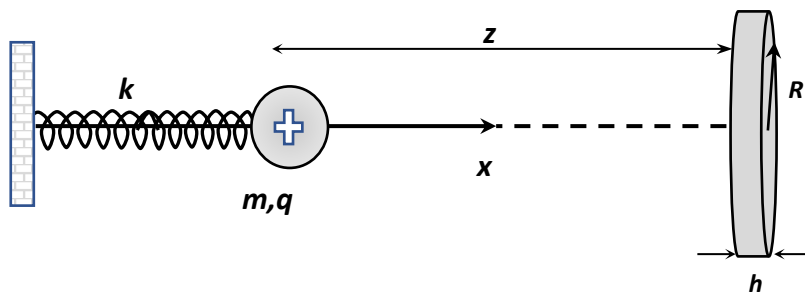
Câu 4: (4 điểm) Chuyên Lê Thánh Tông – Quảng Nam



Hình 4.1



Hình 4.2



Hình 4.3

- Hình 4.1 mô tả một vật phẳng mỏng được tích điện dương với mật độ điện tích mặt σ_0 . Viết biểu thức cường độ điện trường tại điểm gần bề mặt của vật.
- Hình 4.2 mô tả một đĩa kim loại phẳng mỏng được đặt trong điện trường đều $\vec{E}$ sao cho các đường sức vuông góc với mặt đĩa. Đĩa bị nhiễm điện hưởng ứng, chứng tỏ rằng mật độ điện tích mặt có độ lớn $\sigma = \epsilon_0 E$ với ϵ_0 là hằng số điện.
- Hình 4.3 mô tả một lò xo nhẹ, cách điện, có độ cứng k một đầu gắn vào tường, đầu còn lại gắn với vật có khối lượng m , tích điện q . Vật có thể chuyển động không ma sát trên một trục Ox nằm ngang trùng với trục lò xo. Một đĩa kim loại có trục trùng với Ox được đặt cách vị trí cân bằng của vật một đoạn z . Đĩa có bán kính R , bề dày h ($h \ll R \ll z$).
 - Viết biểu thức cường độ điện trường do vật gây ra tại điểm đặt đĩa kim loại.
 - Xác định mật độ điện tích mặt trên đĩa theo q, z .
 - Cho biết một lưỡng cực điện có mômen lưỡng cực $\vec{p} = q\vec{l}$ gây ra điện trường tại điểm nằm trên trục của lưỡng cực điện và cách lưỡng cực điện một đoạn $z \gg l$ được xác định bởi $E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{p}{z^3}$. Với các điều kiện của bài toán, có thể xem hai mặt của đĩa tạo thành một lưỡng cực điện. Tính độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng theo a, z, h và R .
 - Kéo vật khỏi vị trí cân bằng một đoạn nhỏ và thả vật dao động. Xác định tần số góc của dao động.

Ý 1 (1 điểm)

Nội dung	Điểm
Sử dụng định lý Gauss: Quỹ tích các điểm có cùng cường độ điện trường với điểm M đang khảo sát là hai mặt phẳng song song với vật phẳng và cách vật phẳng đoạn r . Xét mặt Gauss là hình hộp có tiết diện đáy là S (nhận hai mặt phẳng trên là đáy) và chiều cao $2r$. Điện thông đi qua mặt Gauss này là $\Phi = 2ES$. Áp dụng định lý O – G.	0.5
$2E.S = \frac{1}{\epsilon_0} q \rightarrow E = \frac{\sigma_0}{2\epsilon_0}$	0.5

Ý 2 (1 điểm)

Nội dung	Điểm
- Xét mặt Gauss là hình trụ có đáy song song cùng kích thước với đĩa, chiều cao h nhỏ sao cho một đáy nằm trong điện trường ngoài và một đáy nằm bên trong đĩa. Do bên trong đĩa không có điện trường nên điện thông đi qua mặt Gauss này là: $\Phi = ES$.	0.5
- Áp dụng định lý O – G: $E.S = \frac{1}{\epsilon_0} q$ trong đó $q = \sigma.S$ với σ là một độ điện tích mặt hưởng ứng trên đĩa. $\rightarrow \sigma = \epsilon_0 E \text{ (đpcm)}$	0.5

Ý 3 (2 điểm)

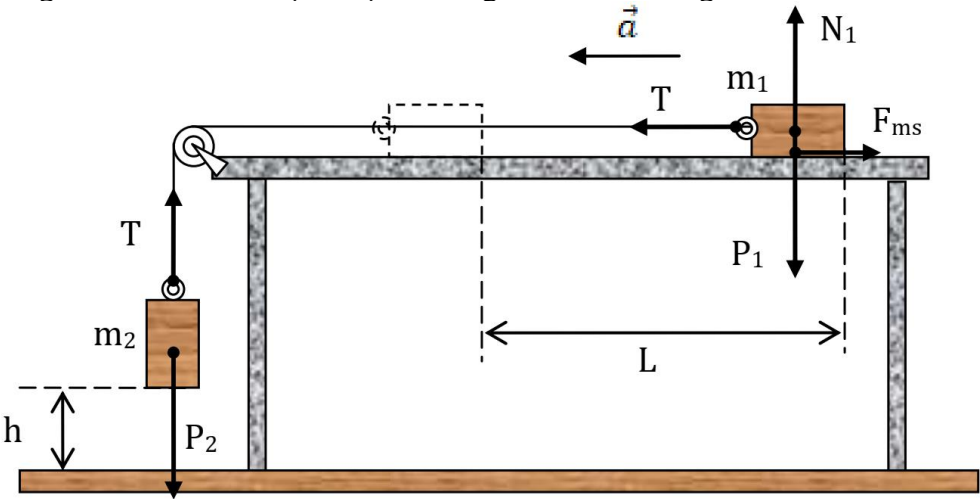
Nội dung	Điểm
a. Cường độ điện trường do điện tích điểm gây ra tại điểm đặt đĩa là: $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 z^2}$	0.25
b. Áp dụng kết quả phần trên suy ra: $\sigma = \frac{q}{4\pi z^2}$	0.25
c. Đĩa được coi là một lưỡng cực điện với điện tích ở hai đầu có độ lớn $q' = \sigma.S$ và khoảng cách hai điện tích là $l = h$ suy ra mô men lưỡng cực điện. $p = q'.l = \sigma S.h = \frac{q.S.h}{4\pi z^2}$	0.25
Suy ra cường độ điện trường do đĩa gây ra tại điểm nằm trên trục của đĩa và cách đĩa đoạn z là: $E' = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{p}{z^3} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{q.S.h}{4\pi z^5}$	0.25
Điện tích q nằm trong điện trường E' của đĩa nên chịu tác dụng của lực điện: $F = qE' = \frac{q^2 h S}{8\pi^2 \epsilon_0 z^5}$	0.25
Khi cân bằng lực điện cân bằng với lực đàn hồi suy ra độ biến dạng của lò xo là: $\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{q^2 h S}{k.8\pi^2 \epsilon_0 z^5} = \frac{q^2 h R^2}{k.8\pi \epsilon_0 z^5}$	0.25
d) Tại vị trí vật có tọa độ x ($x \ll z$) $mx'' = -kx + \frac{q^2 h S}{8\pi^2 \epsilon_0 (z-x)^5}$ $mx'' = -kx + \frac{q^2 h S}{8\pi^2 \epsilon_0 z^5 \left(1 - \frac{x}{z}\right)^5} = -kx + \frac{q^2 h S}{8\pi^2 \epsilon_0 z^5} \left(1 - \frac{x}{z}\right)^{-5} \approx -kx + \frac{q^2 h S}{8\pi^2 \epsilon_0 z^5} \left(1 + \frac{5x}{z}\right)$ $x'' = -\left(\frac{k}{m} - \frac{1}{m} \cdot \frac{5q^2 h S}{8\pi^2 \epsilon_0 z^6}\right)x + \frac{q^2 h S}{8\pi^2 \epsilon_0 z^5}$ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{1}{m} \cdot \frac{5q^2 h R^2}{8\pi \epsilon_0 z^6}}$	0.25 0.25

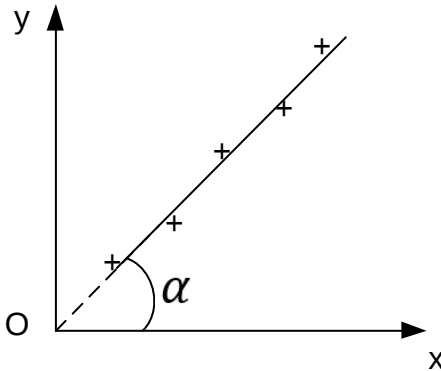
Câu 5: (3 điểm) Chuyên Lê Quý Đôn – Bình Định

Xác định hệ số ma sát trượt giữa gỗ và thép.

Cho các dụng cụ sau: Hai khối gỗ hình lập phương giống hệt nhau có gắn móc treo ở một đầu; Một thước đo chiều dài; Một chiếc bàn bằng thép có mặt bàn nằm ngang được gắn ròng rọc nhỏ (quay rất trơn) tại mép bàn; Một sợi dây chỉ đủ dài.

Trình bày phương án thí nghiệm để xác định hệ số ma sát trượt μ giữa gỗ với thép

Nội dung	Điểm
* Cơ sở lý thuyết: Bố trí thí nghiệm như hình vẽ ($h < l$); vẽ đúng các lực tác dụng. 	0.5
Lập được các phương trình định luật II Niu-ton và tính toán được gia tốc của hệ ngay sau khi hệ bắt đầu chuyển động: $a = \frac{m_2 - \mu m_1}{m_2 + m_1} \cdot g = (1 - \mu) \cdot \frac{g}{2}$	0.5
Hệ vật sẽ chuyển động với gia tốc a như trên cho đến khi m_2 chạm sàn. Vận tốc của các vật, tại thời điểm m_2 chạm sàn thỏa mãn: $v^2 = 2 \cdot a \cdot h \quad (1)$ Sau khi m_2 chạm sàn thì dây bị chùng. Khi đó vật m_1 sẽ trượt thêm đoạn s_2 với gia tốc $a' = -\mu g$ cho đến khi dừng lại. $-v^2 = 2a's_2 = 2a'(L - h) \quad (2)$ Từ (1) và (2) ta lập được biểu thức xác định hệ số ma sát: $\mu g(L - h) = \frac{(1 - \mu)gh}{2} \Rightarrow L = \frac{\mu + 1}{2\mu} h$ Đặt: $h = x; L = y \Rightarrow y = ax$ với: $a = \frac{\mu + 1}{2\mu}$	0.5
* Các bước tiến hành: - Lúc đầu giữ hai vật sao cho dây chỉ căng. Đánh dấu vị trí ban đầu của khối gỗ m_1 và đo độ cao h của khối gỗ m_2. - Thả cho hệ chuyển động tự do. Đánh dấu vị trí dừng lại của m_1, đo chiều dài L là quãng đường m_1 đã chuyển động.	0.5

- Thay đổi h và lặp lại thí nghiệm, đo L tương ứng. - Lập bảng giá trị:						0.25
Lần đo	1	2	3	4	..	
h	h_1	h_2	h_3	h_4	...	
L	L_1	L_2	L_3	L_4	...	
* Xử lí số liệu: - Lập bảng giá trị						0.25
x	x_1	x_2	x_3	x_4	...	
y	y_1	y_2	y_3	y_4	...	
- Vẽ đồ thị của y theo x 						0.25
- Từ đồ thị ta tìm được hệ số góc của đường thẳng: $\tan \alpha = a \Rightarrow \mu = \frac{1}{1 - 2a}$						

.....**HẾT**.....