



HƯỚNG DẪN CHẤM

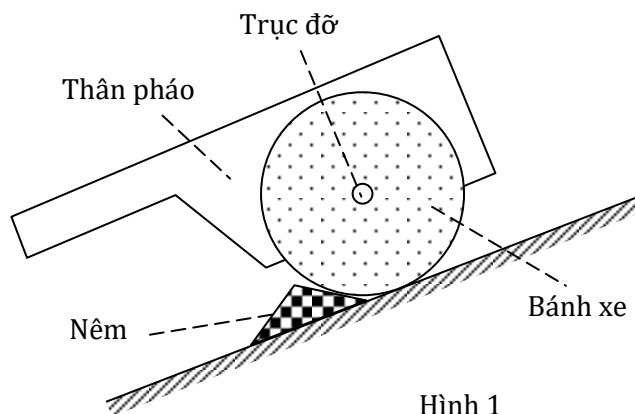
Lưu ý: - Nếu thí sinh làm cách khác mà cho kết quả chính xác, có chứng cứ khoa học vẫn cho điểm tối đa.
- Giám khảo làm tròn điểm tổng bài thi đến **0,25** điểm.

Bài 1 – Hò kéo pháo (3,5 điểm):

ĐỀ BÀI

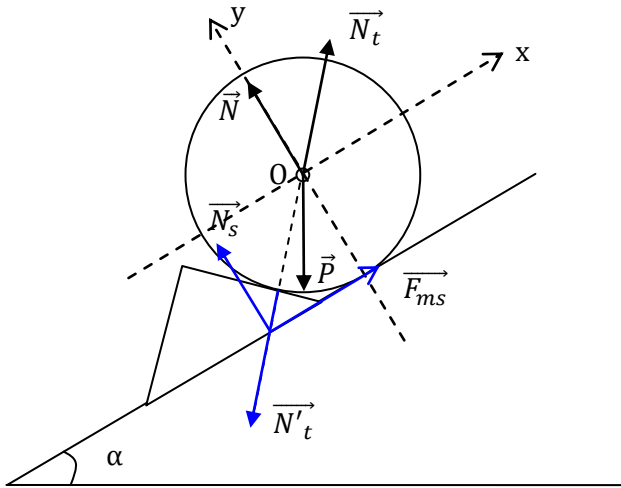
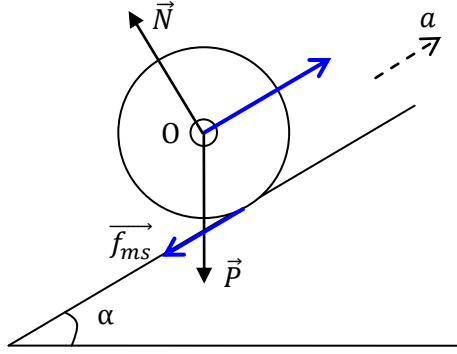
Quân đội và nhân dân Việt Nam đã tạo nên một Chiến thắng Điện Biên “lừng lẫy năm châu, chấn động địa cầu”. Để góp phần vào chiến công này, các chiến sĩ của chúng ta đã đổ bao nhiêu mồ hôi, công sức và xương máu. Nhớ ơn những công lao to lớn ấy, trong bài toán này chúng ta sẽ nhắc đến một trong những công việc rất vất vả mà các chiến sĩ đã từng làm, đó là kéo những khẩu pháo nặng lên những dốc núi cao. Tuy nhiên, để làm dễ cho bài toán, chúng ta sẽ giả thiết lí tưởng hoá một số yếu tố, không đủ mô tả hết những thực tế khó nhọc đã diễn ra.

Giả tưởng một khẩu pháo bao gồm hai bánh xe giống nhau có cùng bán kính R , cùng khối lượng m_1 , và phần còn lại, gọi chung là thân pháo, có khối lượng m_2 . Phần thân pháo có chứa một trục đỡ, trục đỡ này đóng vai trò làm trục quay chung của hai bánh. Ta giả thiết trọng tâm của phần thân pháo nằm tại trục đỡ. Khẩu pháo đang được di chuyển lên dốc. Mặt dốc được coi là một mặt phẳng nghiêng, cứng rắn và có góc nghiêng $\alpha = 20^\circ$ so với phương ngang.



- a) Khi dừng nghỉ, khẩu pháo được giữ cân bằng nhờ việc chèn hai bánh xe bằng một chiếc nêm. Chiếc nêm là một khúc gỗ hình lăng trụ mà mặt cắt ngang của nó có dạng một tam giác cân có góc ở đỉnh bằng 120° (hình 1). Trong lúc cân bằng, lực ma sát giữa bánh xe và chiếc nêm có thể bỏ qua nhưng giữa chiếc nêm và mặt dốc phải đủ lớn.
- +) Tính phản lực của chiếc nêm lên mỗi bánh xe.
 - +) Tìm điều kiện của hệ số ma sát giữa nêm và mặt dốc để nêm không bị trượt. Khối lượng của chiếc nêm có thể bỏ qua so với khối lượng khẩu pháo.
- b) Khi có hiệu lệnh “hò dô ta”, khẩu pháo được kéo giật lên nhờ một lực kéo F có giá đi qua trục đỡ, có phương song song với mặt dốc khiến cho cả khẩu pháo tiến lên dốc với gia tốc a . Hãy tính lực kéo F . Cho mômen quán tính của mỗi bánh xe so với trục đỡ là I . Coi rằng các bánh xe lăn không trượt trên mặt dốc, khi đó chúng quay không ma sát quanh trục đỡ, tuy nhiên cần chú ý rằng lực ma sát giữa bánh xe với mặt dốc thì không thể bỏ qua được.

HƯỚNG DẪN CHẤM

Nội dung	Điểm
a)  Xét phương trình cân bằng của pháo: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{N}_t = \vec{0}$ Chiếu phương trình lên phương Ox ta có: $N_t \cdot \sin 30^\circ = P \cdot \sin 20^\circ = (2m_1 + m_2)g \cdot \sin 20^\circ$ $\Rightarrow N_t = 2(2m_1 + m_2)g \cdot \sin 20^\circ$ Phản lực của nệm lên mỗi bánh xe là: $N_{t0} = \frac{N_t}{2} = (2m_1 + m_2)g \cdot \sin 20^\circ$. Điều kiện để nệm không bị trượt là: $F_{ms} \leq \mu N_s$ $\Leftrightarrow N_t \cdot \sin \alpha \leq \mu N_t \cdot \cos \alpha$ $\Leftrightarrow \mu \geq \tan \alpha = 1/\sqrt{3} \approx 0,577$	0,5 0,25 0,75 0,5
b) Chuyển động của khẩu pháo.  Phương trình cho chuyển động quay của hai bánh xe quanh trục đỡ: $f_{ms} \cdot R = 2I \cdot \gamma \Rightarrow f_{ms} = \frac{2I\gamma}{R} = \frac{2Ia}{R^2}$ Trong đó ta đã dùng điều kiện bánh xe lăn không trượt: $\gamma R = a$. Phương trình động lực học cho chuyển động tịnh tiến của cả hệ theo phương của dốc: $F - P \cdot \sin \alpha - f_{ms} = M \cdot a$ $\Rightarrow F = P \cdot \sin \alpha + Ma + f_{ms} = (2m_1 + m_2)(g \cdot \sin \alpha + a) + \frac{2Ia}{R^2}$	0,25 0,5 0,25 0,5

Bài 2 – Thả bi rơi (4,0 điểm):

ĐỀ BÀI

Trần nhà có độ cao $H = 4\text{ m}$ so với sàn nhà. Một tấm ván AB phẳng, đặt cố định và nghiêng góc $\alpha = 45^\circ$ so với sàn nhà (đầu B nằm trên sàn nhà). Từ trần nhà, người ta thả rơi không vận tốc đầu một viên bi nhỏ. Bi rơi tự do rồi va chạm với mặt tấm ván tại điểm nào đó, sau đó nảy ra và rơi xuống sàn. Kí hiệu C là điểm thả rơi bi, I là điểm bi chạm tấm ván, D là điểm bi chạm vào sàn nhà, h là độ cao của điểm I so với mặt sàn (Hình 2). Bỏ qua mọi ma sát và sức cản của không khí. Biết rằng sự nảy ra của bi trên mặt tấm ván giống như sự phản xạ tia sáng trên mặt gương phẳng, tốc độ của bi ngay trước và ngay sau va chạm bằng nhau. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$.

a) Khi $h = 0,8\text{ m}$.

+) Hãy mô tả chuyển động của bi, vẽ quỹ đạo của nó và tìm thời gian chuyển động của bi từ C đến D.

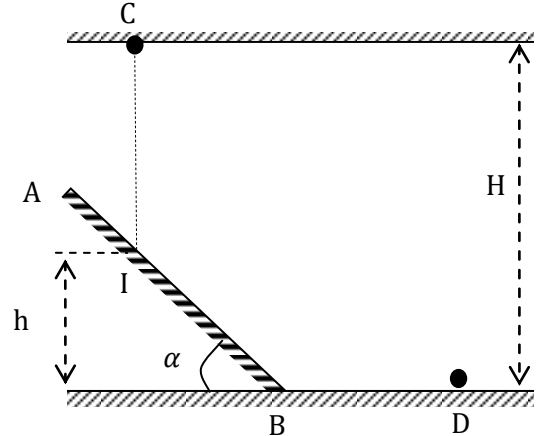
+) Tìm tốc độ của bi ngay trước khi chạm vào D.

b) Vị trí điểm C trên trần nhà được chọn sao cho trước khi rơi xuống sàn, bi chỉ va chạm với tấm ván một lần duy nhất.

+) Hãy tìm giới hạn của h .

+) Tìm h để thời gian chuyển động của bi từ C đến D là lớn nhất. Tính giá trị lớn nhất đó.

+) Với h có giá trị nào thì độ dài của BD là lớn nhất?



Hình 2

HƯỚNG DẪN CHẤM

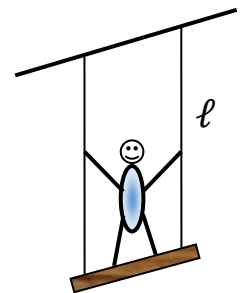
Nội dung	Điểm
a) Bi rơi tự do từ C tới I. Sau khi va chạm và bật ra với vector vận tốc theo phương ngang nên chuyển động từ I tới D sẽ tạo ra quỹ đạo hình parabol giống như vật chuyển động ném ngang. - Thời gian chuyển động từ C đến D: $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}} = 1,2\text{ s}$ - Tốc độ của vật khi tới D, sử dụng bảo toàn cơ năng: $mgH = \frac{1}{2}mv_D^2 \Rightarrow v_D = \sqrt{2gH} = 4\sqrt{5} \approx 8,9\text{ (m/s)}$	0,5 0,5 0,5

b) Vận tốc của bi ngay sau khi bật ra: $v_x = \sqrt{2g(H-h)}$ Thời gian chạm đất kể từ khi bật ra: $t_r = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ Điều kiện để bi chỉ va chạm với ván 1 lần: $ED \geq EB \Leftrightarrow \sqrt{4h(H-h)} \geq h \Leftrightarrow h \leq \frac{4H}{5}$	1,0
c) Thời gian chuyển động của viên bi là: $t_{CD} = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}}$ Áp dụng BĐT $(a+b)^2 \leq 2(a^2+b^2)$ ta có: $t_{CD} \leq \sqrt{2\left[\frac{2h}{g} + \frac{2(H-h)}{g}\right]} = \sqrt{\frac{4H}{g}} \approx 1,26s$ Khi đó $h = \frac{H}{2}$.	0,75
d) Ta có: $BD = 2\sqrt{h(H-h)} - h$ Đạo hàm biểu thức trên theo h và cho nó bằng không ta được: $(BD)' = \frac{H-2h-\sqrt{Hh-h^2}}{\sqrt{Hh-h^2}} = 0$ $\Leftrightarrow H-2h-\sqrt{Hh-h^2} = 0$ $\Leftrightarrow H-2h = \sqrt{Hh-h^2} (*)$ $\Leftrightarrow 5h^2 - 5hH + H^2 = 0$ $\Leftrightarrow h = \frac{5 \pm \sqrt{5}}{10} H$ Ta loại nghiệm $h = \frac{5+\sqrt{5}}{10} H$ do $h \leq \frac{H}{2}$ (được suy ra từ điều kiện ở biểu thức (*)) Vậy với $h = \frac{5-\sqrt{5}}{10} H$ thì độ dài đoạn BD đạt giá trị cực đại.	0,75

Bài 3 – Đánh đu (3,0 điểm):

ĐỀ BÀI

Trong một lễ hội của người vùng cao, người ta tạo ra một chiếc xích đu gồm một khúc gỗ thẳng có khối lượng m_0 , được treo nằm ngang nhờ hai sợi cáp mảnh, nhẹ, cùng chiều dài ℓ . Đầu trên của hai sợi cáp được buộc vào một chiếc xà ngang cố định. Một người có khối lượng m đứng trên khúc gỗ và hai tay bám vào hai sợi cáp, trọng tâm của người cách khúc gỗ một đoạn h . Người ta đẩy cho xích đu dao động. Trong lúc dao động, hai sợi cáp, khúc gỗ và trọng tâm của người luôn nằm trên cùng một mặt phẳng và ở thời điểm t, mặt phẳng này hợp với phương thẳng đứng một góc α . Sẽ là đúng hơn nếu giải quyết bài toán này mà có chú ý đến ảnh hưởng của kích thước của người. Tuy nhiên, để tập trung phân tích một số hiệu ứng vật lý nhất định, ta sẽ đơn giản hoá bài toán bằng cách coi toàn bộ khối lượng của người tập trung tại trọng tâm của họ như một chất điểm. Bỏ qua mọi ma sát và sức cản của môi trường.



Hình 3

- Xích đu dao động với biên độ góc α_0 . Hãy tính vận tốc góc cực đại của khúc gỗ và lực cực đại mà các cáp treo tác dụng lên thanh xà.
- Để tăng dần biên độ góc của dao động, người đánh đu sẽ cần phối hợp động tác “đứng lên” và “ngồi xuống” một cách thích hợp. Thao tác trong thực tế thường nhịp nhàng và vị trí trọng tâm của người

thay đổi khá phức tạp. Tuy nhiên để phần nào giải thích cách làm này ta sẽ đưa ra một số giả thiết đơn giản hơn như sau: trọng tâm của người luôn nằm trong mặt phẳng tạo ra bởi hai sợi cáp và khúc gỗ; thao tác đứng lên hoặc ngồi xuống diễn ra rất nhanh; “độ cao” của trọng tâm người so với khúc gỗ (tính theo phương của các sợi cáp) khi ngồi và khi đứng tương ứng là h_1 và h_2 . Tại thời điểm ban đầu, xích đu ở vị trí biên với góc lệch của dây treo so với phương thẳng đứng là α_1 , người đang ở trạng thái “ngồi”. Khi xích đu đi qua vị trí cân bằng thì người lập tức “đứng” thẳng lên và giữ nguyên trạng thái này cho đến khi đến biên đối diện. Hãy tính góc lệch cực đại của xích đu ở biên đối diện đó, từ đó nhận xét xem việc làm này đã làm tăng hay giảm biên độ góc của dao động?

HƯỚNG DẪN CHẤM

Nội dung	Điểm
Theo đề bài, ta có thể đơn giản hoá hệ này thành một con lắc kép như hình vẽ. Chọn mốc thế năng nằm tại vị trí của xà treo cáp. Khi con lắc (xích đu) ở vị trí có góc lệch α so với phương thẳng đứng thì thế năng và động năng của con lắc có thể tính bằng: $W_t = -m_0 g \ell . \cos \alpha - m g (\ell - h) . \cos \alpha = -(m_0 \ell + mL) . g . \cos \alpha$ $W_d = \frac{1}{2} m . v_m^2 + \frac{1}{2} m_0 . v_{m_0}^2 = \frac{1}{2} m . L^2 \omega^2 + \frac{1}{2} m_0 . \ell^2 \omega^2 = \frac{1}{2} I . \omega^2$ Trong đó ta đặt: $L = \ell - h$ và $I = m . L^2 + m_0 . \ell^2$. Do bỏ qua ma sát và sức cản nên dao động tuân theo định luật bảo toàn cơ năng. Do vậy ta có: $W_t + W_d = \text{const.}$ Hay: $-(m_0 \ell + mL) . g . \cos \alpha + \frac{1}{2} I . \omega^2 = -(m_0 \ell + mL) . g . \cos \alpha_0$ $\Rightarrow \frac{1}{2} I \omega^2 = (m_0 \ell + mL) . g . (\cos \alpha - \cos \alpha_0) \quad (*)$ $\Rightarrow \omega^2 = \frac{2(m_0 \ell + mL) . g . (\cos \alpha - \cos \alpha_0)}{I} = \frac{2(m_0 \ell + mL) . g . (\cos \alpha - \cos \alpha_0)}{m . L^2 + m_0 . \ell^2}$ Lực căng của các sợi cáp (gộp chung lực của hai sợi) tác dụng vào hệ m, m_0 cũng như tác dụng vào xà thoả mãn quy luật: $T - m g \cos \alpha - m_0 g \cos \alpha = m L \omega^2 + m_0 \ell \omega^2$ $T = (m + m_0) g \cos \alpha + (m L + m_0 \ell) \omega^2$ $T = (m + m_0) g \cos \alpha + (m L + m_0 \ell) . \frac{2(m_0 \ell + mL) . g . (\cos \alpha - \cos \alpha_0)}{m . L^2 + m_0 . \ell^2}$ $T = (m + m_0) g \cos \alpha + \frac{2(m_0 \ell + mL)^2 . g . (\cos \alpha - \cos \alpha_0)}{m . L^2 + m_0 . \ell^2}$ Các biểu thức xác định ω_g và T cho thấy, giá trị của các đại lượng này cực đại khi con lắc đi qua vị trí cân bằng, $\alpha = 0$. $\omega_{\max} = \sqrt{\frac{2(m_0 \ell + mL) . g . (1 - \cos \alpha_0)}{m . L^2 + m_0 . \ell^2}}$ $T_{\max} = (m + m_0) g + \frac{2(m_0 \ell + mL)^2 . g . (1 - \cos \alpha_0)}{m . L^2 + m_0 . \ell^2}$	0,25 0,5 0,5 0,25 0,25 0,25

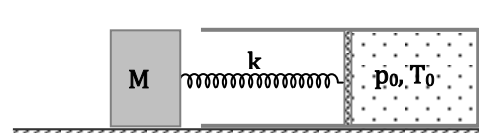
b) Làm gia tăng biên độ góc. Từ biểu thức (*) ta thấy động năng của con lắc khi qua VTCB có liên hệ với góc biên của dao động: $\frac{1}{2} I \omega^2 = (m_0 \ell + mL).g.(1 - \cos \alpha_0)$ Áp dụng kết quả này, ta xét dao động của con lắc ứng với hai trạng thái người đứng và người ngồi. Gọi $\omega_2; \omega_1$ là các vận tốc góc khi đi qua VTCB tương ứng. Ta đặt các kí hiệu: $L_1 = \ell - h_1; L_2 = \ell - h_2; I_1 = m.L_1^2 + m_0.\ell^2; I_2 = m.L_2^2 + m_0.\ell^2$. Ta có: $\frac{1}{2} I_1. \omega_1^2 = (m_0 \ell + mL_1).g.(1 - \cos \alpha_1) \quad (1)$ $\frac{1}{2} I_2. \omega_2^2 = (m_0 \ell + mL_2).g.(1 - \cos \alpha_2) \quad (2)$ Khi con lắc đi qua VTCB, người đột ngột đứng thẳng lên, các lực tác dụng sinh ra đều có giá đi qua trục quay (xà ngang) nên chuyển động của con lắc tuân theo định luật bảo toàn mômen động lượng. $I_2. \omega_2 = I_1 \omega_1$ hay $(I_2. \omega_2)^2 = (I_1 \omega_1)^2$ hoặc $I_1. I_1. \omega_1^2 = I_2. I_2. \omega_2^2$ Sử dụng các biểu thức (1), (2) và I_1, I_2 ta được: $(m.L_1^2 + m_0.\ell^2)(mL_1 + m_0\ell).g.(1 - \cos \alpha_1) = (m.L_2^2 + m_0.\ell^2)(mL_2 + m_0\ell).g.(1 - \cos \alpha_2)$ Từ đó có thể xác định được biên độ góc mới dựa theo công thức: $1 - \cos \alpha_2 = \frac{(m.L_1^2 + m_0.\ell^2)(mL_1 + m_0\ell)}{(m.L_2^2 + m_0.\ell^2)(mL_2 + m_0\ell)} (1 - \cos \alpha_1) \quad (**)$ Từ biểu thức (**) ta thấy khi chuyển từ trạng thái ngồi với L_1 thành trạng thái đứng L_2 (với $L_1 > L_2$) thì biên độ góc $\alpha_2 > \alpha_1$. Tức là có sự tăng biên độ góc của dao động.	0,25 0,5 0,25
--	------------------------------------

Bài 4 – Khí giãn nở (3,5 điểm):

ĐỀ BÀI

Một xi lanh dài, cách nhiệt, một đầu kín và một đầu hở, và được giữ cố định nằm ngang. Tiết diện trong của xi lanh là $S = 40 \text{ cm}^2$. Bên trong xi lanh có một chiếc piston có thể di chuyển dọc theo xi lanh. Khoảng không gian kín giữa piston và xi lanh được lấp đầy bởi một lượng khí lí tưởng lưỡng nguyên tử. Piston được nối với một khối hộp có khối lượng $M = 10 \text{ kg}$ thông qua một lò xo đủ dài có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$.

Lúc đầu hệ được giữ ở trạng thái mà lò xo không biến dạng, khí bên trong xi lanh ở nhiệt độ $T_0 = 300 \text{ K}$ và có áp suất cân bằng với áp suất khí quyển $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$, piston nằm cách đáy xi lanh một đoạn $h = 20 \text{ cm}$.



Hình 4

- Tính số mol khí được nhốt trong xi lanh.
- Do giữa piston và xi lanh có ma sát nên khi hơi nóng chậm khí trong xi lanh đến nhiệt độ $T_1 = 330 \text{ K}$ thì piston mới bắt đầu dịch chuyển. Tính lượng nhiệt Q_1 đã truyền cho khí và độ lớn của lực ma sát giữa xi lanh và piston khi đó.
- Tiếp tục cung cấp chậm cho khí trong xi lanh một nhiệt lượng Q_2 cho đến khi M bắt đầu dịch chuyển. Tính Q_2 và nhiệt độ T_2 khi đó. Biết hệ số ma sát giữa M và sàn là $\mu = 0,1$.

HƯỚNG DẪN CHẤM

Nội dung	Điểm
a) Số mol khí có trong xi lanh: $n = \frac{P_0 S h}{R T_0} = 0,032 \text{ mol}$	0,5
b) Quá trình khí biến đổi đẳng tích nên nhiệt lượng truyền cho khí là: $Q_1 = n C_v \Delta T = n \cdot \frac{5R}{2} \cdot \Delta T = 20 \text{ J}$ - Áp suất lúc đó: $P_1 = P_0 \cdot \frac{T_1}{T_0} = 1,1 \cdot 10^5 \text{ (Pa)}$ → Lực ma sát giữa xilanh và piston: $F_{ms} = (P_1 - P_0)S = 40 \text{ N}$	0,5
c) Xác định nhiệt độ T_2 và nhiệt lượng Q_2 . - Độ nén của lò xo đến khi vật M bắt đầu chuyển động: $\Delta l = \frac{\mu m g}{k} = 10 \text{ cm}$ Áp suất của khí khi đó là: $P_2 = P_0 + \frac{F_{ms}}{S} + \frac{k \Delta l}{S} = 1,125 \cdot 10^5 \text{ (Pa)}$ Nhiệt độ T_2 được xác định bằng phương trình trạng thái khí lý tưởng $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow T_2 = 506,25 \text{ K}$ - Công của khối khí thực hiện được: $A = \int p dV = P_1 \cdot S \cdot \Delta l + \frac{1}{2} k \cdot \Delta l^2 = 44,5 \text{ (J)}$ Độ biến thiên nội năng của khối khí: $\Delta U = n \cdot \frac{5R}{2} \cdot (T_2 - T_1) = 117,5 \text{ (J)}$ Nhiệt lượng Q_2 truyền cho khối khí: $Q_2 = A + \Delta U = 162 \text{ (J)}$	0,5

Bài 5 – Trường tĩnh điện đối xứng cầu (4,0 điểm):

ĐỀ BÀI

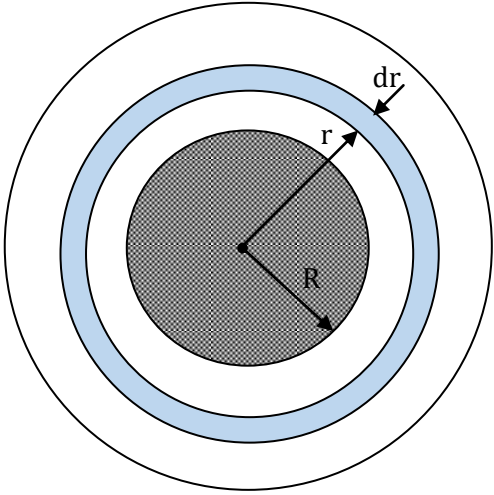
Một quả cầu tích điện có bán kính $2R$. Điện tích bên trong quả cầu phân bố đối xứng cầu với mật độ điện tích ρ chỉ phụ thuộc khoảng cách r đến tâm quả cầu theo quy luật sau:

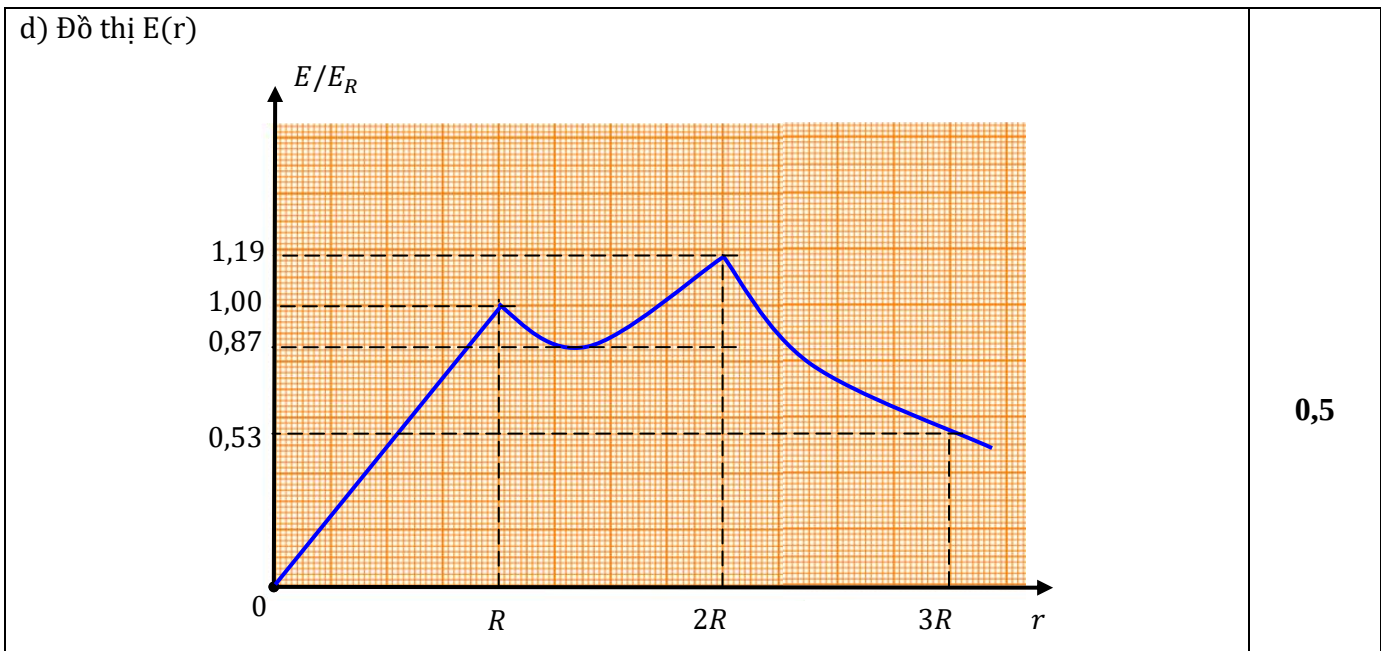
$$\rho_r = \begin{cases} 3\rho_0 & (\text{khi } r \leq R) \\ \rho_0 \cdot \frac{r}{R} & (\text{khi } R < r \leq 2R) \end{cases}$$

Trong đó, ρ_0 là một hằng số coi như đã biết.

- Tính tổng điện tích của quả cầu.
- Tìm cường độ điện trường $E(r)$ tại điểm cách tâm quả cầu một khoảng r bất kỳ.
- Hãy chỉ ra rằng tồn tại một giá trị của r trong khoảng $R \leq r \leq 2R$ mà tại đó cường độ điện trường đạt giá trị cực tiểu.
- Vẽ dạng đồ thị $E(r)$.

HƯỚNG DẪN CHẤM

Nội dung	Điểm
a) Điện tích của quả cầu.  Điện tích quả cầu lõi bán kính R: $Q_1 = \frac{4}{3}\pi 3\rho_0 R^3 = 4\pi\rho_0 R^3$. Điện tích của phần giới hạn giữa mặt cầu bán kính r và mặt bán kính r+dr, với $R \leq r \leq 2R$ là: $dq = \rho_r 4\pi r^2 dr = \rho_0 \cdot \frac{4\pi}{R} r^3 dr$ Điện tích của phần lõi tính từ mặt bán kính R đến mặt bán kính x là: $q_x = \int dq = \int_R^x \rho_0 \cdot \frac{4\pi}{R} r^3 dr = \frac{\pi\rho_0}{R} (x^4 - R^4)$ Tổng điện tích của quả cầu: $Q = Q_1 + q_{2R} = 4\pi\rho_0 R^3 + \frac{\pi\rho_0}{R} ((2R)^4 - R^4) = 19\pi\rho_0 R^3$	0,5 0,25 0,5 0,25
b) Cường độ điện trường theo vị trí * Khi $r \leq R$: $E(r) = \frac{1}{3} \frac{3\rho_0}{\epsilon_0} r = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} r$. * Ở tại vị trí $r = R$: $E(R) = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} R = E_R$ * Khi $R \leq r \leq 2R$: $E(r) = \frac{k(Q_1 + q_r)}{r^2} = \frac{4\pi\rho_0 R^3 + \frac{\pi\rho_0}{R}(r^4 - R^4)}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{3\rho_0 R^3 + \frac{\rho_0}{R} r^4}{4\epsilon_0 r^2} = \frac{3\rho_0 R^3}{4\epsilon_0 r^2} + \frac{\rho_0 r^2}{4\epsilon_0 R}$ * Khi $2R \leq r$: $E(r) = \frac{kQ}{r^2} = \frac{19\pi\rho_0 R^3}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{19\rho_0 R^3}{4\epsilon_0 r^2}$.	0,5 0,75 0,25
c) Cường độ điện trường cực tiểu trong vùng $R \leq r \leq 2R$. Trong vùng này: $E(r) = \frac{3\rho_0 R^3}{4\epsilon_0 r^2} + \frac{\rho_0 r^2}{4\epsilon_0 R} \geq 2\sqrt{\frac{3\rho_0 R^3}{4\epsilon_0 r^2} \times \frac{\rho_0 r^2}{4\epsilon_0 R}} = \frac{\sqrt{3}\rho_0 R}{2\epsilon_0}$ $E(r)$ đạt giá trị cực tiểu khi $\frac{3\rho_0 R^3}{4\epsilon_0 r^2} = \frac{\rho_0 r^2}{4\epsilon_0 R}$ hay $r = \sqrt[4]{3}R \approx 1,32R$.	0,5



Bài 6 – Tìm hệ số ma sát trượt (2,0 điểm):

Phi Long là một học sinh trường chuyên miền núi và rất yêu vật lý. Bạn ấy có trong tay hai khối gỗ hình hộp chữ nhật giống hệt nhau và ở một đầu của mỗi khúc gỗ có gắn một móc treo nhỏ. Long nảy ra ý tưởng xác định hệ số ma sát trượt giữa các khúc gỗ này với mặt bàn nằm ngang ở lớp học. Long có sẵn chiếc thước kẻ có độ chia đến milimét. Long xin mẹ thêm một sợi chỉ và mượn từ phòng thí nghiệm của thầy cô một chiếc ròng rọc nhỏ quay rất trơn và gắn nó vào mép bàn.

1. Trước hết Long thí nghiệm về chuyển động nhanh dần đều. Buộc hai đầu sợi chỉ vào hai móc treo ở hai khúc gỗ rồi vắt sợi chỉ qua ròng rọc để tạo ra hệ hai khúc gỗ kéo nhau, một khúc gỗ trượt trên mặt bàn, khúc gỗ còn lại treo ngoài mép bàn. Hãy lập biểu thức xác định gia tốc của các khúc gỗ phụ thuộc hệ số ma sát trượt μ giữa khúc gỗ với mặt bàn.
2. Để xác định μ , theo em, cần phải tiến hành các bước thí nghiệm như thế nào? Hãy lập bảng để ghi các thông số cần đo và lập công thức để tính hệ số ma sát trượt theo các thông số đó.

HƯỚNG DẪN CHẤM

Nội dung	Điểm
1. Chuyển động của các vật Vẽ hình và phân tích lực. Lập các phương trình và có thể chỉ ra rằng hai vật kéo nhau với gia tốc a: $a = \frac{m_2 g - \mu m_1 g}{m_1 + m_2} = (1 - \mu) \frac{g}{2}$	1,0

2. Thí nghiệm xác định hệ số ma sát

Bố trí thí nghiệm như hình 6.

Các bước tiến hành:

+) Lúc đầu giữ hai vật sao cho dây chỉ căng ra. Đánh dấu vị trí ban đầu của khối gỗ 1 nằm trên mặt bàn.

+) Đo giá trị h .

+) Thả hệ trượt tự do. Sau khi khúc gỗ 2 chạm sàn, dây chỉ sẽ bị chùng còn m_1 tiếp tục trượt thêm một đoạn nữa mới dừng lại.

Đánh dấu vị trí khúc gỗ dừng lại trên mặt bàn.

+) Đo chiều dài L – quãng đường khúc gỗ m_1 đã trượt được.

Từ giá trị của h và L ta có thể xác định được hệ số ma sát trượt μ .

Lập công thức tính.

Xét chuyển động từ đầu đến khi m_2 chạm sàn. Ta có:

$$a = \frac{m_2 g - \mu m_1 g}{m_1 + m_2} = (1 - \mu) \frac{g}{2}$$

Vận tốc của các vật khi m_2 chạm sàn thỏa mãn: $v^2 = 2ah$.

Sau khi m_2 chạm sàn, m_1 trượt đi với gia tốc $a' = \mu g$ và trượt thêm được một đoạn s_2 thỏa mãn:

$$2a's_2 = v^2 = 2ah \quad \Rightarrow \quad \mu g(L - h) = (1 - \mu) \frac{g}{2} h \quad \Rightarrow \quad \mu = \frac{h}{2L - h}$$

Lặp lại thí nghiệm với những giá trị h khác nhau và ghi kết quả đo theo bảng sau

Lần đo thứ	1	2	3	4	5
h (mm)					
L (mm)					
$2L - h$ (mm)					
μ					

Tính giá trị trung bình của μ và sai số trung bình từ bảng kết quả trên.

Sai số của μ có thể dựa vào sai số trung bình theo bảng số liệu trên hoặc đánh giá sai số theo sai số đo h và L .

Một ví dụ về số liệu, kết quả tính và sai số kéo theo:

$$h = 120\text{mm} \pm 2\text{mm} = 120\text{mm} \pm 1,7\%;$$

$$L = 300\text{mm} \pm 2\text{mm} = 300\text{mm} \pm 0,7\%.$$

$$\Rightarrow 2L - h = 480 \pm 6\text{mm} = 480\text{mm} \pm 1,3\%$$

Giá trị đo được của μ

$$\mu = \frac{h}{2L - h} = 0,250 \pm (1,7\% + 1,3\%) = 0,250 \pm 3\%.$$

0,5

0,5

.....**HẾT**.....