

	Ý	Nội dung
		Năng lượng ion hóa thứ nhất nguyên tử helium từ trạng thái cơ bản: $I = E' - E, \text{ với } E' = -\frac{Z^2}{1^2} I_H = -Z^2 I_H$
		Tính được: $I = \left(Z^2 - Z + \frac{1}{8} \right) I_H = \left(2^2 - 2 + \frac{1}{8} \right) 13,6 \text{ eV} = 28,9 \text{ eV}$ Giá trị tính được khác (lớn hơn) so với kết quả thực nghiệm.

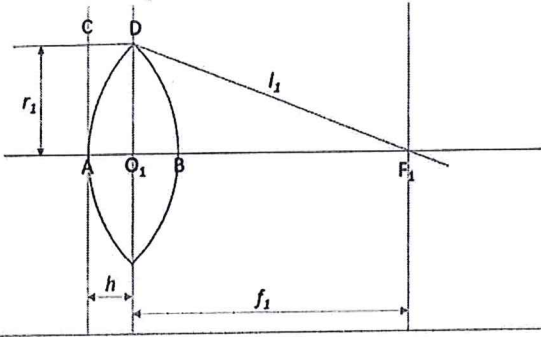
II. Ngày thi 26/12/2024

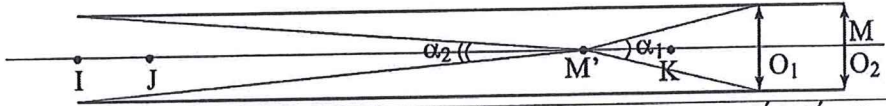
	Ý	Nội dung
Câu I (4,0 điểm)	1	Chọn hệ trục Dxy, có Dx trùng với thanh b, Dy trùng với thanh a. Vị trí khối tâm C (x_c, y_c): $x_c = 0; y_c = \frac{m.L + 2m.0}{3m} = \frac{L}{3}$
		Suy ra: $OC = 2L - \frac{L}{3} = \frac{5L}{3}$
		Mômen quán tính của thanh a đối với trục quay qua O: $I_a = \frac{1}{12} m(2L)^2 + mL^2 = \frac{4}{3} mL^2$
		Mômen quán tính của thanh b đối với trục quay qua O: $I_b = \frac{1}{12} 2mL^2 + 2m(2L)^2 = \frac{49}{6} mL^2$
		Mômen quán tính của con lắc đối với trục quay qua O: $I = I_a + I_b = \frac{4}{3} mL^2 + \frac{49}{6} mL^2 = \frac{19}{2} mL^2$
	2	Phương trình động lực học của con lắc đối với trục quay Δ: $M_{\vec{p}} = I \cdot \alpha''$
		Moment của trọng lực đối với trục quay Δ: $M_{\vec{p}} = -3mg \cdot OC \cdot \sin \alpha$
		Suy ra: $\frac{19mL^2}{2} \cdot \alpha'' + 5mgL \cdot \sin \alpha = 0 \Leftrightarrow \alpha'' + \frac{10g}{19L} \cdot \sin \alpha = 0$
		Với α nhỏ: $\sin \alpha \approx \alpha \Rightarrow \alpha'' + \frac{10g}{19L} \alpha = 0$
		Chu kì dao động nhỏ của con lắc: $T = 2\pi \sqrt{\frac{19L}{10g}}$
	3	Cơ năng của con lắc tại vị trí biên α : $E = 3mg\Delta h_c = 5mgL(1 - \cos \alpha)$ Động năng của con lắc khi qua vị trí cân bằng: $E = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \frac{19}{2} mL^2 \omega^2 = \frac{19}{4} mL^2 \omega^2$

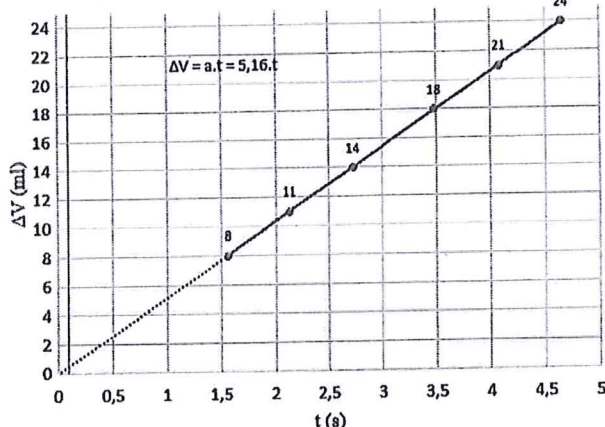
	Ý	Nội dung
		Cơ năng của con lắc được bảo toàn: $5mgL(1 - \cos \alpha) = \frac{19}{4} mL^2 \omega^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{20g}{19L}(1 - \cos \alpha)$ Sau khi chốt D bị lỏng, moment động lượng của thanh b đối với trục quay tức thời qua D được bảo toàn nên thanh b quay với vận tốc góc ω không đổi. Gọi góc lệch lớn nhất của con lắc sau đó là α_{max}. Tại vị trí biên α_{max}, cơ năng của con lắc gồm thế năng và động năng quay của thanh b đối với trục quay quanh tức thời qua D: $E_{db} = \frac{1}{2} I'_b \omega^2 = \frac{1}{2} \frac{1}{12} 2mL^2 \cdot \frac{20g}{19L}(1 - \cos \alpha) = \frac{5}{57} mgL(1 - \cos \alpha)$ Cơ năng của con lắc tại vị trí biên α_{max}: $E = \frac{1}{2} I'_b \omega^2 + 3mg(\Delta h_c)_{\alpha_{max}} = \frac{5}{57} mgL(1 - \cos \alpha) + 5mgL(1 - \cos \alpha_{max})$ Cơ năng của con lắc được bảo toàn: $E_\alpha = E_{\alpha_{max}}$ $5mgL(1 - \cos \alpha) = \frac{5}{57} mgL(1 - \cos \alpha) + 5mgL(1 - \cos \alpha_{max})$ Tính được: $\alpha_{max} = \arccos\left(\frac{1}{57} + \frac{56}{57} \cos \alpha\right)$
Câu II (4,0 điểm)	1	Xét hình trụ đồng trục, bán kính r ($0 < r < a$), chiều cao L . Nhiệt lượng tỏa ra trong hình trụ trong khoảng thời gian dt là
		$dQ = \omega \pi r^2 L dt$. (1)
		Theo công thức Fourier về hiện tượng dẫn nhiệt
	2	$dQ = -k_1 \frac{dT}{dr} 2\pi r L dt$ (2)
		Từ (1) và (2) suy ra
		$T = T_a + \frac{\omega}{4k_1}(a^2 - r^2)$ (3)
	3.a	Nhiệt lượng tỏa ra của cả dây dẫn trong thời gian Δt là
		$dQ = \omega \pi a^2 L dt$ (4)
		Theo công thức Fourier về hiện tượng dẫn nhiệt trong chất khí
	3.b	$dQ = -k_2 \frac{dT}{dr} (2\pi r L) dt$ với $a < r < b$. (5)
		Từ (4) và (5), suy ra: $k_2 = \frac{\omega a^2 \ln \frac{b}{a}}{2(T_a - T_b)}$ (6)
		Tương tự như phần 2), ta có
		$-c\sqrt{T} \frac{dT}{dr} (2\pi r L) dt = \omega \pi a^2 L dt$
		Suy ra
		$T(r) = \left(T_a^{3/2} - \frac{3\omega a^2}{4c} \ln \frac{r}{a}\right)^{2/3}$ (7)
	3.b	Theo phương trình trạng thái khí lí tưởng

	Ý	Nội dung
		$\eta = \frac{p}{RT} = \frac{p}{R \left(T_a^{3/2} - \frac{3\omega a^2}{4c} \ln \frac{r}{a} \right)^{2/3}} \quad (8)$ trong đó η là mật độ của số mol Chú ý rằng : $n_0 = \int_a^b \eta(2\pi r) L dr \quad (9)$ Mặt khác $\frac{3\omega a^2}{4c} = \frac{T_b^{3/2} - T_a^{3/2}}{\ln \frac{a}{b}} \quad (10)$ Từ (8), (9) và (10) $p = \frac{n_0}{\int_a^b \frac{2\pi L r}{R \left(T_a^{3/2} - \left(T_b^{3/2} - T_a^{3/2} \right) \frac{\ln \frac{r}{a}}{\ln \frac{a}{b}} \right)^{2/3}} dr}$ Tính số, ta được: $p \approx 10 \text{ N/m}^2$.
Câu III (4,0 điểm)	1.a	Từ đồ thị suy ra điện áp cực đại và cực tiểu là: $V_{\max} = 3100 \text{ V}$; $V_{\min} = 3000 \text{ V}$ Chu kì của tín hiệu điện áp: $T = 0,01 \text{ s}$.
	1.b	Sốc điện của tim là sự phóng điện của tụ điện trong mạch RC. Xét tại thời điểm $t > 0$, tụ đang phóng điện, dòng điện mạch và điện tích trên tụ là $i(t), q(t)$. Định luật Kirchhoffs, ta có: $-\frac{q}{C} + iR = 0, i = -q'$ Suy ra: $q' + \frac{1}{RC}q = 0, \Rightarrow q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}, u_C = U_{C0} e^{-\frac{t}{RC}}$ Điều kiện ban đầu tìm được: $u_C(t) = V_m e^{-\frac{t}{\tau}}, \text{ trong đó } \tau = RC.$ Dòng điện chạy qua cơ thể bệnh nhân giảm theo hàm mũ $i(t) = \frac{u_C}{R} = \frac{V_{ra} e^{-\frac{t}{\tau}}}{R} \quad (1)$ Điện dung lớn nhất của tụ C có thể dùng cho bệnh nhân phải thỏa mãn: cú sốc điện kết thúc khi dòng điện trong cơ thể bệnh đạt giá trị I_{gh} trong thời gian Δt. Do đó, thời gian của cú sốc điện là $\Delta t = RC \ln \left(\frac{V_{ra}}{RI_{gh}} \right) \quad (2)$ Theo đề đối với mỗi bệnh nhân, điện trở R không đổi trong quá trình sốc tim. Theo (1), I_{gh} trong thời gian Δt, để đáp ứng với mọi giá trị V_{ra} thì $V_{ra} = V_{\min}$. Theo (2) $C_{\max} \Leftrightarrow \Delta t_{\max}$.

Ý	Nội dung																
	Để tính điện dung $C_{\max}$, theo (2) trước tiên chúng ta cần khảo sát hàm số $\Delta t(R) = f(R)$ trong khoảng $[R_{\min}, R_{\max}]$. $f(R) = RC \left(\ln \frac{V_{ra}}{I_{gh}} - \ln R \right)$ Đạo hàm bậc nhất của hàm này là $f'(R) = C \left(\ln \frac{V_{ra}}{I_{gh}} - \ln R - 1 \right) = C \left(\ln \frac{V_{ra}}{RI_{gh}} - 1 \right)$ $f'(R) = 0 \text{ khi } R_0 = \frac{V_{\min}}{e \cdot I_{gh}} = 1,17 M\Omega$																
	Lập bảng biến thiên <table><tr><th>Đại lượng</th><th>$R_{\min} (\Omega)$</th><th>$R_{\max} (\Omega)$</th><th>$R_0 (\Omega)$</th></tr><tr><td>R</td><td>60</td><td>155</td><td>$1,17 \cdot 10^6$</td></tr><tr><td>$f'(R)$</td><td></td><td>+</td><td>0</td></tr><tr><td>$f(R)$</td><td></td><td></td><td>Max</td></tr></table> Từ bảng biến thiên, cho thấy $\Delta t_{\max} = f(R_{\max})$, do đó giá trị cực đại của điện dung trong khoảng $[R_{\min}, R_{\max}]$ tương ứng với C tại $R_{\max} = 155 \Omega$; $\Delta t_{\max} = \Delta t_{th}$. $C_{\max} = \frac{\Delta t_{th}}{R_{\max} \ln \left(\frac{V_{ra}}{R_{\max} I_{\min}} \right)} = 20,16 \mu F$	Đại lượng	$R_{\min} (\Omega)$	$R_{\max} (\Omega)$	$R_0 (\Omega)$	R	60	155	$1,17 \cdot 10^6$	$f'(R)$		+	0	$f(R)$			Max
Đại lượng	$R_{\min} (\Omega)$	$R_{\max} (\Omega)$	$R_0 (\Omega)$														
R	60	155	$1,17 \cdot 10^6$														
$f'(R)$		+	0														
$f(R)$			Max														
2	Đồ thị được đưa ra trong bài toán ngụ ý rằng tụ điện C_1 được xả từ điện áp $V_1 = 2000 \text{ V}$ đến $V_2 = 800 \text{ V}$ trong khoảng thời gian $\Delta t_1 = 11 \text{ ms}$, trong quá trình đầu. Do đó ta có: $V_2 = V_1 e^{-\frac{\Delta t_1}{RC_1}} \Rightarrow \frac{\Delta t_1}{RC_1} = \ln \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow RC_1 = \frac{\Delta t_1}{\ln \frac{V_1}{V_2}} \quad (3)$ Trong quá trình thứ hai, tụ điện C_2 xả từ điện áp $V_2 = 800 \text{ V}$ xuống $V_3 = 200 \text{ V}$ trong khoảng thời gian $\Delta t_2 = 7 \text{ ms}$, do đó: $V_3 = V_2 e^{-\frac{\Delta t_2}{RC_2}} \Rightarrow RC_2 = \frac{\Delta t_2}{\ln \frac{V_2}{V_3}} \quad (4)$ Tổng năng lượng được giải phóng E (năng lượng cấp cho bệnh nhân sốc điện $E = 200 \text{ J}$) trong hai quá trình là $E = \frac{1}{2} C_1 (V_1^2 - V_2^2) + \frac{1}{2} C_2 (V_2^2 - V_3^2) \quad (5)$ Giải hệ 3 phương trình (3), (4) và (5), tìm được																

	Ý	Nội dung
		$C_1 = \frac{2E\Delta t_1 \ln \frac{V_2}{V_3}}{(V_1^2 - V_2^2)\Delta t_1 \ln \frac{V_2}{V_3} + (V_2^2 - V_3^2)\Delta t_2 \ln \frac{V_1}{V_2}} = 110,7 \mu\text{F}$
		$C_2 = \frac{2E\Delta t_2 \ln \frac{V_1}{V_2}}{(V_1^2 - V_2^2)\Delta t_1 \ln \frac{V_2}{V_3} + (V_2^2 - V_3^2)\Delta t_2 \ln \frac{V_1}{V_2}} = 46,6 \mu\text{F}$
		$R = \frac{(V_1^2 - V_2^2)\Delta t_1 \ln \frac{V_2}{V_3} + (V_2^2 - V_3^2)\Delta t_2 \ln \frac{V_1}{V_2}}{2E \ln \frac{V_1}{V_2} \ln \frac{V_2}{V_3}} = 108,4 \Omega$
Câu IV (4,0 điểm)	1	Theo nguyên lí Fermat, quang trình của tia sáng đi từ A đến F₁ bằng quang trình của tia sáng đi từ C đến F₁ (Hình vẽ): (ABF₁) = (CDF₁) $2hn + (f'_1 - h)n' = h + l_1 n' \quad (1)$ Từ hình cầu có bán kính R, có: $r_1^2 = (2R_1 - h)h \approx 2R_1 h \Rightarrow h = \frac{r_1^2}{2R_1} \quad (2)$ Lại có: $l_1 = \sqrt{f_1'^2 + r_1^2} \approx f_1' + \frac{r_1^2}{2f_1} \quad (3)$  Thay (2) và (3) vào (1) được: $f_1' = \frac{R_1 n'}{2n - n' - 1}$
	2	Khi giữa hai thấu kính không có nước, tiêu cự của O₁ là $f_1 = \frac{R_1}{2(n-1)}$ Do đó: $f_1' = f_1 \frac{2(n-1)n'}{2n - n' - 1}$ Gọi F₂ là tiêu điểm vật của O₂. Các tia sáng đi qua F₂ qua thấu kính O₂ sẽ song song nhau. Đặt $f_2' = F_2 O_2$, hoàn toàn tương tự như trên, ta có: $f_2' = f_2 \frac{2(n-1)n'}{2n - n' - 1}$ Khoảng cách cần tìm giữa hai thấu kính: $L' = f_1' + f_2'$

	Ý	Nội dung
		$L' = (f_1 + f_2) \frac{2(n-1)n'}{2n-n'-1}$ $L' = (24\text{ cm} + 6\text{ cm}) \cdot \frac{2(1,5-1)1,3}{2 \cdot 1,5-1,3-1} = 56\text{ cm}$
	3.a	Hai gương sử dụng để thay đổi hướng đi của tia sáng nên ta có thể coi kính tiềm vọng như một ống nhòm thẳng không có hai gương. Khi ngắm chừng ở vô cực quan sát các vật ở xa, tiêu điểm ảnh của O_1 trùng với tiêu điểm vật của O_2. Khoảng cách giữa O_1 và O_2 là: $L = f_1 + f_2$ $L = 24\text{ cm} + 6,0\text{ cm} = 30\text{ cm}$ Số bội giác: $G = \frac{f_1}{f_2} = \frac{24\text{ cm}}{6,0\text{ cm}} = 4,0$
	3.b	Coi kính tiềm vọng như một ống nhòm thẳng như hình vẽ với: $IO_1 = IJ + JK + KO_1 = 10 + 180 + 5 = 195\text{ cm}$  Theo nguyên lí thuận nghịch về đường truyền tia sáng, tia sáng muốn đến O_2 cần đi qua M' là ảnh của O_2 qua thấu kính O_1. $O_1M' = \frac{L \cdot f_1}{L - f_1} = \frac{30 \cdot 24}{30 - 24} = 120(\text{cm})$ $\alpha_1 = \frac{D}{O_1M'} = \frac{5}{120} = 0,042\text{ rad} = 2,4^\circ$; $\alpha_2 = \frac{D}{IM'} = \frac{5}{195 - 120} = 0,067\text{ rad} = 3,8^\circ$ $\alpha_1 < \alpha_2$: Do đó $\alpha = \alpha_1 = 2,4^\circ$
Câu V (4,0 điểm)	1	Ở áp suất không đổi p_k, không khí trong xi lanh nhận nhiệt lượng ΔQ từ dây điện trở sẽ tăng nhiệt độ lên ΔT làm thể tích không khí trong xi lanh tăng lên ΔV thỏa mãn phương trình Clapeyron: $\Delta V = \frac{nR}{p_k} \Delta T$. Với: n, R là số mol không khí và hằng số khí lí tưởng; Sau khoảng thời gian t không khí trong xi lanh nhận được nhiệt lượng: $\Delta Q = P \cdot t$ Nhiệt dụng mol đẳng áp của khí lí tưởng: $C_p = \frac{1}{n} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$ Suy ra: $C_p = \frac{1}{n} \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \left(\frac{t}{\Delta V} \right) \frac{R \cdot P}{p_k} \Rightarrow \Delta V = \frac{R \cdot P}{p_k \cdot C_p} t$ Khảo sát sự phụ thuộc của ΔV theo t ta xác định được C_p Vẽ đồ thị ΔV phụ thuộc tuyến tính vào t:

	Ý	Nội dung
		 Với số liệu thực nghiệm ta có hệ số góc: $a = 5,16 \text{ ml.s}^{-1}$ Giá trị nhiệt dung mol đẳng áp của không khí: $C_p = \frac{1}{a} \frac{R.P}{p_k} = \frac{1}{5,16 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{8,31 \cdot 1,97}{1,01 \cdot 10^5} = 31,4 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$ Giá trị nhiệt dung mol đẳng áp của không khí theo lý thuyết: $C_{pi} = 29,1 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Độ sai lệch giữa giá trị tính được so với giá trị theo lý thuyết: $\delta(\%) = \frac{ C_p - C_{pi} }{C_{pi}} \cdot 100 = \frac{31,4 - 29,1}{29,1} \cdot 100 \approx 8(\%)$
2	* Cơ sở lý thuyết - Dựa trên sự cân bằng nhiệt của các vật trong nhiệt lượng kế. - Gọi lượng nước khi đun là m_n, khối lượng mẫu kim loại là m_k, khối lượng và nhiệt dung riêng của cốc nhôm là m_c và c_c, nhiệt độ ban đầu trong nhiệt lượng kế là t_1 (nhiệt độ môi trường). - Khi đun nước đến nhiệt độ t_{1n} và cho vào nhiệt lượng kế, hỗn hợp cân bằng ở nhiệt độ t_{cb1}. Ta có phương trình cân bằng nhiệt: $c_n \cdot m_n (t_{1n} - t_{cb1}) = c_c \cdot m_c (t_{cb1} - t_1) \Rightarrow \frac{c_n \cdot m_n}{c_c \cdot m_c} = \frac{(t_{cb1} - t_1)}{(t_{1n} - t_{cb1})} = a \quad (1)$ - Khi đun hỗn hợp gồm nước và kim loại cũng đến nhiệt độ t_{2n} rồi cho vào nhiệt lượng kế, hỗn hợp cân bằng ở nhiệt độ t_{cb2}. Ta có phương trình cân bằng nhiệt: $(c_n \cdot m_n + c_k \cdot m_k) (t_{2n} - t_{cb2}) = c_c \cdot m_c (t_{cb2} - t_1) \Rightarrow \frac{c_n \cdot m_n + c_k \cdot m_k}{c_c \cdot m_c} = \frac{(t_{cb2} - t_1)}{(t_{2n} - t_{cb2})} = b \quad (2)$ Từ (1) và (2) xác định được c_k: $\frac{c_n \cdot m_n + c_k \cdot m_k}{c_n \cdot m_n} = \frac{b}{a} \rightarrow c_k = \frac{c_n \cdot m_n}{m_k} \left(\frac{b}{a} - 1 \right).$ (3) Như vậy bằng việc khảo sát với khối lượng mẫu kim loại khác nhau: 3 mẫu kim loại ta có thể tạo được tối đa 7 giá trị khối lượng mẫu kim loại ta có thể xác định c_k bằng cách tính trung bình hoặc bằng phương pháp đồ thị. * Các bước tiến hành Chuẩn bị: - Dùng nhiệt kế đo t_1 là nhiệt độ môi trường và cũng là nhiệt độ trong nhiệt lượng kế khi nguội.	

	Ý	Nội dung
		- Cân khối lượng cốc thủy tinh và cốc thủy tinh chứa nước để xác định khối lượng nước dùng để đun m_n. - Cân khối lượng của từng khối kim loại và ghi lại khối lượng m_{k1}, m_{k2}, m_{k3}. <i>Bước 1.</i> Dùng bếp đun cốc thủy tinh chứa khối lượng nước m_n đến nhiệt độ t_{1n} (ví dụ sôi nước). Đổ lượng nước vào nhiệt lượng kế đang nguội, đợi cân bằng ghi nhiệt độ t_{cb1}. Sau đó đổ hết nước trong nhiệt lượng kế và làm nguội nhiệt lượng kế về nhiệt độ phòng. <i>Bước 2.</i> Thực hiện thao tác tương tự như bước 1 nhưng với nước có thêm khối kim loại khối lượng m_k. Ghi lại các giá trị nhiệt độ t_{2n}, t_{cb2}. <i>Bước 3.</i> Lặp lại bước 2 với từng khối kim loại và kết hợp các khối kim loại với nhau. <i>* Xử lý số liệu</i> Tính giá trị a theo công thức (1). Với một giá trị khối lượng khối kim loại m_k tính b theo công thức (2) và tính c_k theo công thức (3). Tính giá trị trung bình c_k từ các giá trị nhận được.

-----HẾT-----