

Câu 1	Nội dung	Điểm
a	Theo định luật II Newton ta có: $m\vec{a} = -e\vec{E} - e[\vec{v} \times \vec{B}]$	0,5
	$ma_x = ev_y B$	0,5
	$ma_y = eE - ev_x B$	0,5
	Đặt $\omega = \frac{eB}{m} \rightarrow \begin{cases} v'_x = \omega v_y & (1) \\ v'_y = \frac{eE}{m} - \omega v_x & (2) \end{cases}$	0,5
	$\rightarrow v_y + \omega^2 v''_y = 0$	0,5
	Nghiệm có dạng $v_y = v_{oy} \sin(\omega t + \varphi)$	0,5
	Với điều kiện ban đầu: $t = 0$ thì $v_y = 0$ và $v'_y = \frac{eE}{m}$.	0,5
	$\varphi = 0$	0,5
	$v_{oy} = \frac{eE}{m\omega} = \frac{U}{dB}$	0,5
	$v_y = \frac{eE}{m\omega} \sin(\omega t) = \frac{U}{dB} \sin\left(\frac{eB}{m} t\right)$ (3)	0,5
	Từ (2) suy ra: $v_x = \frac{eE}{m\omega} - v'_y \rightarrow v_x = \frac{U}{dB} \left[1 - \cos\left(\frac{eB}{m} t\right) \right]$ (4)	0,5
	$\rightarrow \vec{v}(t) = v_x(t)\vec{i} + v_y(t)\vec{j} = \frac{U}{dB} \left[1 - \cos\left(\frac{eB}{m} t\right) \right] \vec{i} + \frac{U}{dB} \sin\left(\frac{eB}{m} t\right) \vec{j}$	0,5
b	Tại thời điểm t electron có tọa độ y và tốc độ v . Do chỉ có điện trường sinh công nên theo định luật bảo toàn năng lượng, động năng của electron phải bằng công của lực điện trường (từ trường không sinh công):	0,5
	$\frac{1}{2}mv^2 = eEy = \frac{eUy}{d} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2eUy}{md}}$	0,5
c	Tích phân phương trình (3): $y = \frac{mU}{eB^2 d} \left[1 - \cos\left(\frac{eB}{m} t\right) \right]$	0,5
	Tích phân phương trình (4): $x = \frac{U}{dB} \left[t - \frac{m}{eB} \sin\left(\frac{eB}{m} t\right) \right] = \frac{mU}{eB^2 d} \left[\frac{eB}{m} t - \sin\left(\frac{eB}{m} t\right) \right]$	0,5
d	y_{\max} khi $\cos\omega t = -1$	0,5
	$y_{\max} = \frac{2mU}{eB^2 d}$	0,5
	Để electron đến được bản 2 thì $y_{\max} \geq d$	0,5
	$\rightarrow \frac{2mU}{eB^2 d} \geq d \rightarrow U \geq \frac{eB^2 d^2}{2m}$.	0,5

Câu 2		
1	Điện trở của đường ống $R = \frac{\gamma_d L}{S_d} = \frac{\gamma_d L}{2\pi r h} = 2,71 \cdot 10^{-4} \Omega$	0,5
	Công của dòng điện chạy khi qua đường ống $P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2 2\pi r h}{\gamma_d L} = 179 MW$	0,5
	Nhiệt lượng tạo thành do dòng điện chạy qua đường ống dùng để nâng nhiệt độ của băng lên $\Delta T = 10^0 C$ độ và làm tan băng là Q_b , với $P\tau_1 = Q_b$	0,5
	$P\tau_1 = \pi r^2 L \rho_b (\lambda_b + c_b \Delta T)$	0,5
	$\tau_1 = \frac{r L^2 \rho_b (\lambda_b + c_b \Delta T) \gamma_d}{2 U^2 h} = 22,2 s$	0,5
2a	Nếu chỉ có 50% P thì sẽ cần nhiều thời gian hơn để làm tan băng $0,5 P \tau_2 = \pi r^2 L \rho_b (\lambda_b + c_b \Delta T)$	0,5
	$\tau_2 = \frac{r L^2 \rho_b (\lambda_b + c_b \Delta T) \gamma_d}{U^2 h} = 44,4 s$	0,5
2b	Phần công suất tỏa nhiệt còn lại dùng để nâng nhiệt độ của nền đất xung quanh ống và làm tan băng trong đó. Sau khoảng thời gian t sẽ tan băng trong nền đất của hình trụ bán kính x được xác định qua phương trình cân bằng nhiệt $0,5 P t = \pi (x^2 - (r + h)^2) L [0,1 \rho_b (\lambda_b + c_b \Delta T) + 0,9 \rho_n c_n \Delta T]$	0,5
	Trong công thức này, nhiệt lượng cần để tan băng trong một m^3 đất là $B = 0,1 \rho_b (\lambda_b + c_b \Delta T) + 0,9 \rho_n c_n \Delta T = 50,5 \cdot 10^{-6} J$	0,5
2c	Ta được $x = \sqrt{(r + h)^2 + \frac{P t}{2 \pi L B}}$	0,5
	Đồ thị	0,5
3a	Điện trở của nền đất đã tan băng là $R_n = \frac{\gamma_n L}{S_n} = \frac{\gamma_n L}{\pi (x^2 - (r + h)^2)} = \frac{2 \gamma_n L^2 B}{P t}$	0,5
3b	Dòng điện chạy trong đất sẽ tạo ra công suất tỏa nhiệt $P_n = \frac{U^2}{R_n} = \frac{U^2 P t}{2 \gamma_n L^2 B}$	0,5
	Đồ thị	0,5
	Công suất tỏa nhiệt này tỉ lệ thuận với thời gian. Do đó, nhiệt lượng sinh ra trong khoảng thời gian t được xác định bằng diện tích của phần nằm dưới đồ thị biểu diễn công suất theo thời gian $Q_n = \frac{U^2 P t^2}{2 \gamma_n L^2 B}$	0,5
	Lượng nhiệt do dòng điện tỏa ra trong nền đất sau khoảng thời gian τ_2 là $Q_n(\tau_2) = \frac{U^2 P \tau_2^2}{2 \gamma_n L^2 B}$	0,5
	Lượng nhiệt mà nền đất nhận được từ đường ống là $Q(\tau_2) = 0,5 P \tau_2$	0,5
	Nền đất nhận nhiệt lượng tổng cộng $Q_n(\tau_2) + Q(\tau_2)$	0,5
	Ta có tỷ số $\frac{Q_n(\tau_2)}{Q(\tau_2)} = \frac{U^2 \tau_2}{2 \gamma_n L^2 B} = 0,01$	0,5
	Ta thấy, nhiệt lượng do dòng điện chạy qua nền đất tạo ra rất nhỏ so với nhiệt lượng mà đất nhận từ đường ống.	0,5

Câu 3		
1a	$E_{1p} = E_0 \sin(\omega t + \varphi_1) \quad E_{2p} = E_0 \sin(\omega t + \varphi_1 - \phi) \quad E_{3p} = E_0 \sin(\omega t + \varphi_1 - 2\phi)$ $\phi = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta$	0,5
	$E_p = E_{1p} + E_{2p} + E_{3p} = E_0 \sin(\omega t + \varphi_1) + E_0 \sin(\omega t + \varphi_1 - \phi) + E_0 \sin(\omega t + \varphi_1 - 2\phi)$ $\rightarrow E_p = 2E_0 [1 + 2 \cos \phi] \sin(\omega t + \varphi_1 - \phi)$	0,5
	<p>Cường độ sáng tổng hợp tại P là: $I_p = 4E_0^2 [1 + 2 \cos \phi]^2$</p> $\rightarrow I_p = 4E_0^2 \left[1 + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \right) \right]^2$	0,5
	<p>Cường độ sáng tại O ứng với $\theta = 0$ là $\rightarrow I_p = 36E_0^2 = I_0$ nên cường độ sáng tại điểm P bất kì trên màn là $I_p = \frac{I_0}{9} \left[1 + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \right) \right]^2$.</p>	0,5
1b.	<p>Cực đại chính ứng với $\cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \right) = 1 \rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta = 2m\pi \rightarrow \sin \theta = m \frac{\lambda}{d}$ với $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$</p>	0,5
	<p>Cực đại phụ ứng với $\cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \right) = -1 \rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta = m\pi \rightarrow \sin \theta = n \frac{\lambda}{2d}$ với $n = \pm 1, \pm 2, \dots$</p>	0,5
	<p>Cực tiểu ứng với $\cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \right) = -\frac{1}{2} \rightarrow \sin \theta = \frac{2\pi}{3} + k_1\pi$</p> $\cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \right) = -\frac{1}{2} \rightarrow \sin \theta = -\frac{2\pi}{3} + k_2\pi$	0,5
	<p>Cường độ của cực đại chính là $I_{\max} = I_0$; cường độ của cực đại phụ là $I'_{\max} = \frac{I_0}{9}$</p>	0,5
2a		
	<p>Xét trường hợp nhiễu xạ của một khe, chia khe có độ rộng a thành nhiều dải rộng dx thì điện trường do mỗi dải gửi tới điểm P trên màn là</p> $dE = \frac{E_0}{a} dx \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x \sin \varphi \right)$	0,5
	<p>Điện trường tổng hợp tại P trên màn là</p> $E = \int_0^a dE = \int_0^a \frac{E_0}{b} \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x \sin \varphi \right) dx$	0,5
	$\rightarrow E = \frac{E_0 \sin \frac{\pi a \sin \varphi}{\lambda}}{\frac{\pi a \sin \varphi}{\lambda}} \cos \left(\omega t - \frac{\pi a \sin \varphi}{\lambda} \right)$	0,5
	<p>Cường độ sáng chi do nhiễu xạ của một khe gây ra là $I_{nx} = I_0 \cdot \left(\frac{\sin \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}}{\frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}} \right)^2$</p>	0,5
2b	<p>Từ biểu thức vừa tìm được ta thấy vị trí cực tiểu nhiễu xạ ứng với $\sin \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda} = 0$</p>	0,5

	và $\frac{\pi a \sin \theta}{\lambda} \neq 0$ tức là $\sin \theta = k \frac{\lambda}{a}$ với $k = \pm 1; \pm 2; \dots$. Chú ý rằng $k = 0$ ứng với cực đại chính giữa.	
	Để tìm phương trình xác định các cực đại phụ ta có $\frac{d}{d\theta} \left(\frac{E_0 \sin \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}}{\frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}} \right) = 0 \rightarrow \tan \left(\frac{\pi a \sin \theta}{\lambda} \right) - \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda} = 0.$	0,5
2c	Nếu giả sử gần đúng các cực đại phụ nằm chính giữa hai cực tiểu liên tiếp thì vị trí các cực đại được xác định bởi góc θ thỏa mãn $\sin \theta \approx \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{a} = (2k + 1) \frac{\lambda}{2a}$ với $k = \pm 1, \pm 2, \dots$	0,5
	Biểu thức cường độ của cực đại phụ $I_k = \frac{4I_0}{(2k + 1)^2 \pi^2}$	0,5
	Tỉ số của cường độ của cực đại phụ bậc 1 so với cường độ của cực đại tại O $\frac{I_1}{I_0} = \frac{4}{9\pi^2} \approx 0,045$	0,5
	Tỉ số của cường độ của cực đại phụ bậc 2 so với cường độ của cực đại tại O $\frac{I_2}{I_0} = \frac{4}{25\pi^2} \approx 0,016$ Điều này cho thấy các cực đại phụ có cường độ giảm rất nhanh và nhỏ hơn cường độ của cực đại chính giữa rất nhiều và phần lớn năng lượng tập trung ở cực đại chính giữa.	0,5
3	Khi các khe có độ rộng bằng a thì ta phải kể đến cả hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng gây ra bởi một khe, khi đó cường độ sáng gây ra do hiện tượng giao thoa của mỗi khe bị biến điệu bởi số hạng cường độ sáng gây ra do nhiễu xạ của một khe. Biểu thức cường độ sáng tại P khi đó là	0,5
	$\rightarrow I_p = I_0 \left[1 + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \right) \right]^2 \left(\frac{\sin \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}}{\frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}} \right)^2$	0,5