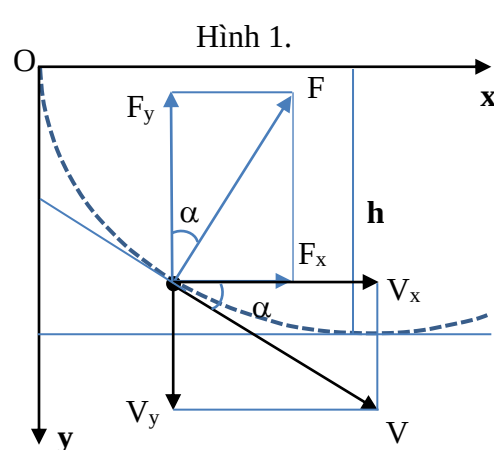


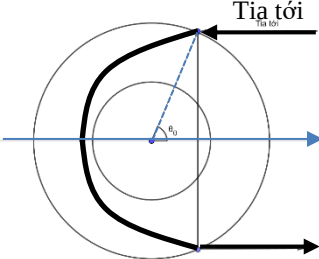
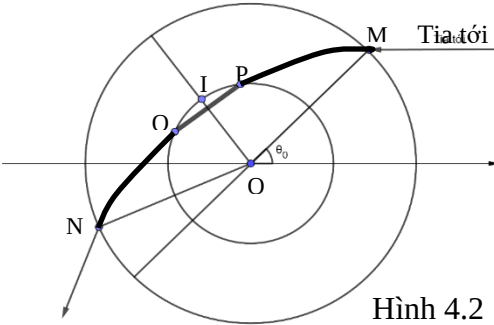
Câu	Nội dung
	Câu I (4,5 điểm)
1.a)	Chia thanh mỏng thành những hình chữ nhật nhỏ có khối lượng dm, cạnh $d\ell$ và a có vị trí cách O khoảng ℓ: $dm = \sigma \cdot dS = \frac{M}{ab} a d\ell = \frac{M}{b} d\ell$ (1) Mômen quán tính $dI_O = \frac{1}{12} a^2 dm + dm \ell^2$ (2) Kết hợp (1) (2) tính được $I_O = \int dI_O = \int \frac{1}{12} a^2 dm + \int \ell^2 dm = \frac{M(a^2 + 4b^2)}{12}$ (3). (3) là điều cần chứng minh. Cách 2: Xét thanh mỏng gồm nhiều dải mỏng ghép lại, mỗi dải có mômen quán tính $I_{ix} = \frac{1}{12} m_i a^2$, mômen quán tính của thanh mỏng với trục OE là $I_x = \sum I_{ix} = \frac{1}{12} \sum m_i a^2 = \frac{1}{12} M a^2$. Tương tự mômen quán tính của thanh mỏng với trục đối xứng của thanh và song song với AB là $I_y = \sum I_{iy} = \frac{1}{12} \sum m_i b^2 = \frac{1}{12} M b^2$. Áp dụng công thức của định lý về trục vuông góc: $I_z = I_x + I_y = \frac{1}{12} M(a^2 + b^2)$ với trục z đi qua khối tâm của thanh mỏng và vuông góc với thanh. Áp dụng định lý về trục song song: $I_0 = I_G + M d^2 = I_G + M \left(\frac{b}{2}\right)^2 = \frac{M(a^2 + 4b^2)}{12}$.
1.b)	Phương trình chuyển động quay: $-Mg \frac{b}{2} \sin \varphi = I_O \varphi'' \Leftrightarrow \varphi'' + \frac{Mgb}{2I_O} \varphi = 0$ (4) Chu kỳ dao động nhỏ của thanh: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{2I_O}{Mgb}} = 2,81 \sqrt{\frac{1}{g}} \approx 0,9 \text{ s}$
2.a)	Xét với trục quay E, khi không có ma sát, trọng lực P, phản lực N của vành trụ có phương qua E nên mômen ngoại lực tác dụng lên đĩa bằng 0. Do đó, trong quá trình chuyển động, vận tốc góc của đĩa tròn không đổi và bằng không. Đĩa tròn có thể được xem như một chất điểm đặt tại E. Mômen quán tính của hệ đối với O bằng: $I'_O = I_O + mb^2$ (1) Năng lượng của cơ hệ tại góc lệch cực đại $E_1 = -\frac{Mgb}{2} \cos \varphi_0 - mgb \cos \varphi_0$ (2) Năng lượng của cơ hệ tại vị trí thấp nhất $E_2 = -\frac{Mgb}{2} - mgb + \frac{1}{2} I'_O \Omega^2$ (3) Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ($E_1 = E_2$), vận tốc góc của cơ hệ ở vị trí thấp nhất $\Omega = \sqrt{\frac{(M+2m)gb(1-\cos \varphi_0)}{I'_O}} \quad (4)$ Vì đĩa tròn chỉ chuyển động tịnh tiến nên vận tốc của mọi điểm trên nó đều bằng nhau và bằng vận tốc của điểm E. Do đó, vận tốc của điểm cao nhất của đĩa tròn: $v = b \sqrt{\frac{(M+2m)gb(1-\cos \varphi_0)}{I'_O}} = 0,59 \sqrt{g} \approx 1,85 \text{ m/s} \quad (5)$

Câu	Nội dung
2.b)	Vì đĩa tròn lăn không trượt nên tại điểm tiếp xúc I có $\vec{v}_I = 0 \Leftrightarrow -\varphi'b = \theta'r$ (6) Dấu “-” mô tả chiều của vận tốc góc của đĩa tròn và thanh ngược nhau. Chứng minh được hệ dao động điều hòa: $\varphi'' + \omega_2^2 \varphi = 0 \quad (7) \quad \text{Với} \quad \omega_2^2 = \frac{\frac{Mgb}{2} + mgb}{I_O + I_E \frac{b^2}{r^2} + mb^2} \Rightarrow \omega_2 = 1,7\sqrt{g} \approx 5,3 \text{ rad/s} \quad (8)$ Phương trình dao động điều hòa của φ có dạng $\varphi(t) = A \sin(\omega_2 t + \delta)$ Sử dụng điều kiện ban đầu $\varphi(t=0) = \varphi_0, \varphi'(t=0) = 0$ ta có $\delta = \frac{\pi}{2}, A = \varphi_0$. Do đó, $\varphi(t) = \varphi_0 \sin\left(\omega_2 t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (9) \rightarrow \varphi'(t) = \omega_2 \varphi_0 \cos\left(\omega_2 t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (11)$ Độ lớn vận tốc khối tâm của đĩa tròn theo thời gian: $ v_E(t) = b\varphi'(t) = \left b\omega_2 \varphi_0 \cos\left(\omega_2 t + \frac{\pi}{2}\right) \right \quad (12)$ Lực ma sát tác dụng lên đĩa khi OE hợp với phương thẳng đứng một góc φ: $F_{\text{msn}} r = I_E \theta'' \Rightarrow F_{\text{msn}} = \frac{I_E}{r} \frac{b}{r} \varphi'' = \frac{I_E b \omega_2^2}{r^2} \varphi . \quad (13)$

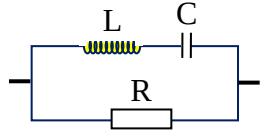
Câu II (4,0 điểm)

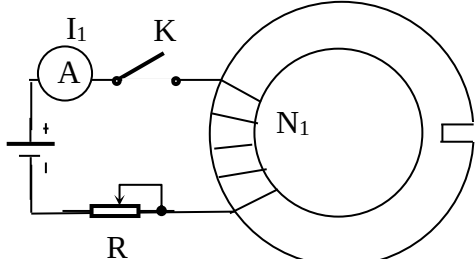
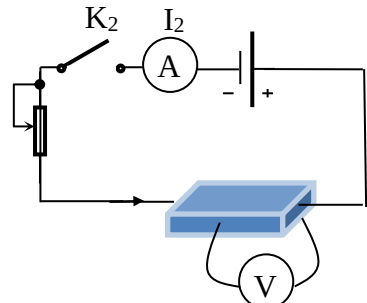
1.	Gọi $n_0 = \frac{p}{k_B T}$ là mật độ phân tử khí, khối lượng phân tử khí là $m = \frac{\mu}{N_A}$, vận tốc khi đĩa chuyển động là v. Có sự khác biệt về số phân tử khí đến đập vào bề mặt đĩa phía trên và dưới. Số phân tử khí đến đập vào bề mặt đĩa khi đĩa chuyển động ngược chiều là $dN_1 = \frac{n_0 S \cdot (v+u) dt}{6} \quad (\text{hoặc} \quad dN_1 = \frac{n_0 S \cdot (v+u) dt}{4})$ Số phân tử khí đến đập vào bề mặt đĩa khi đĩa chuyển động cùng chiều là $dN_2 = \frac{n_0 S \cdot (u-v) dt}{6} \quad (\text{hoặc} \quad dN_2 = \frac{n_0 S \cdot (u-v) dt}{4})$ Động lượng các phân tử khí chuyển động ngược chiều với đĩa là $dp_1 = \frac{n_0 S \cdot (v+u) dt \cdot 2m(v+u)}{6} \quad \text{hoặc} \quad dp_1 = \frac{n_0 S \cdot (v+u) dt \cdot 2m(v+u)}{4}$ Động lượng các phân tử khí chuyển động cùng chiều với đĩa là $dp_2 = \frac{n_0 S \cdot (u-v) dt \cdot 2m(u-v)}{6} \quad \text{hoặc} \quad dp_2 = \frac{n_0 S \cdot (u-v) dt \cdot 2m(u-v)}{4}$ Tổng động lượng đĩa nhận được: $dp = dp_1 + dp_2 = \frac{mn_0 S \cdot (v+u)^2 dt}{3} - \frac{mn_0 S \cdot (u-v)^2 dt}{3} = \frac{4}{3} mn_0 S u v dt \quad \text{hoặc} \quad dp = 2mn_0 S u v dt$ Lực tác dụng do các phân tử khí lên đĩa là $F = \frac{dp}{dt} = \frac{4}{3} mn_0 S u v$ hoặc $F = 2mn_0 S u v$ Xét hệ dao động ta có $Ma = -kx - \frac{4}{3} mn_0 S u v \rightarrow M\ddot{x} + \frac{4}{3} mn_0 S u \dot{x} + kx = 0$ hoặc $Ma = -kx - 2mn_0 S u v \rightarrow M\ddot{x} + 2mn_0 S u \dot{x} + kx = 0$
----	--

Câu	Nội dung
	Hệ dao động tắt dần với $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$ với $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$ $\beta = \frac{2mn_0Su}{3M} = \left(\frac{2pS}{M}\right)\sqrt{\frac{\mu}{3RT}}$ hoặc $\beta = \frac{mn_0Su}{M} = \left(\frac{pS}{M}\right)\sqrt{\frac{3\mu}{RT}}$ Với $m = \frac{\mu}{N_A}$; $n_0 = \frac{p}{k_B T}$ có $\omega = \sqrt{\frac{k}{M} - \left(\frac{2pS}{M}\right)^2 \frac{\mu}{3RT}} \Rightarrow T_{dd} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi / \sqrt{\frac{k}{M} - \left(\frac{2pS}{M}\right)^2 \frac{\mu}{3RT}}$ hoặc $\omega = \sqrt{\frac{k}{M} - \left(\frac{pS}{M}\right)^2 \frac{3\mu}{RT}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi / \sqrt{\frac{k}{M} - \left(\frac{pS}{M}\right)^2 \frac{3\mu}{RT}}$
2.	Nghiệm $x = Ae^{-\beta t} \cos \omega t$ nên tỉ số biên độ $\frac{A_n}{A_{n+1}} = \frac{Ae^{-\beta n T}}{Ae^{-\beta(n+1)T}} = e^{\beta T}$
Câu III (3,5 điểm)	
1.	Hạt chuyển động trong từ trường đều, có $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$ Hạt chịu tác dụng lực Lorentz luôn vuông góc với vận tốc, có độ lớn $f_L = Qv_0$ không đổi, kết quả hạt chuyển động tròn đều. Tính bán kính quỹ đạo tròn: Áp dụng định luật II Newton: $f_L = Qv_0 = ma_{ht} = \frac{mv_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv_0}{QB}$. Thay số có $R = \frac{1,1 \cdot 10^{-11} \cdot 10}{1,6 \cdot 10^{-9} \cdot 2} = 0,034 \text{ m}$ Do đó, điểm thấp nhất sẽ có tọa độ (R, R), $y_{\max} = 0,034 \text{ m}$ Hạt chuyển động với vận tốc $\vec{v}_t = v_0 = 10 \text{ m/s}$ cùng hướng với trục Ox.
2.	Khi vùng không gian Oxy có cả điện trường và từ trường thì lực tác dụng lên hạt tại thời điểm bất kỳ có dạng $\vec{F} = \vec{F}_d + \vec{F}_t = m\vec{a} \quad (1) \quad \text{với} \quad \begin{cases} \vec{F}_d = Q\vec{E} & (2) \\ \vec{F}_t = Q\vec{v} \times \vec{B} & (3) \end{cases}$ Vì lực từ $\vec{F}_t$ luôn vuông góc với vận tốc nên không sinh công nên áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có $QEh + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 \quad (4)$
	Vẽ hình: Hình 1.  Chiếu phương trình (1) lên trục Ox ta có $QvB \sin \alpha = ma_x \quad (5)$

Câu	Nội dung
	Vì $v \sin \alpha = v_y$ nên phương trình (2) được viết lại $QB v_y = m \frac{dv_x}{dt} \Leftrightarrow QB \cdot \frac{dy}{dt} = m \cdot \frac{dv_x}{dt} \quad (6)$ Lấy tích phân hai vế phương trình (6) ta có $QB \int_0^h dy = m \int_{v_{0x}}^v dv_x \quad \text{Vì } v_{0x} = 0 \text{ nên ta có } QBh = mv \quad (7)$ Giải hệ (4) và (7) $\rightarrow \begin{cases} v = 101 \text{ m/s} \\ y_{\max} = h = 0,347 \text{ m} \end{cases}$
	Câu IV (3,5 điểm)
1.	Khi tia sáng tới được vùng có chiết suất $n = \sqrt{3}$, ta có $1.R \cdot \sin i_0 = \sqrt{3} \cdot \frac{R}{2} \sin i \leq \sqrt{3} \cdot \frac{R}{2} \Rightarrow i_0 \leq 60^\circ$ Vậy để tia sáng tới được vùng có chiết suất $n = \sqrt{3}$ thì $i_0 \leq 60^\circ$. Cách 2: Trình bày ở ý 3
2.	Theo đầu bài: $r_{\min} = \frac{2R}{3} > \frac{R}{2}$, tia sáng nằm hoàn toàn trong phần chiết suất thay đổi. Khi r thay đổi từ R đến $r_{\min}$, tia sáng có dạng đường cong có độ dốc tăng dần, bề lõm hướng về tâm O. Do tính đối xứng và tính thuận nghịch của đường truyền tia sáng, đường truyền phần còn lại của tia sáng đối xứng với phần trước qua đường kính đi qua điểm có $r_{\min}$. Ta có hình vẽ phác như hình 4.1. (Không yêu cầu vẽ chính xác vị trí của điểm ló)  Hình 4.1 Khi $r = r_{\min}$ thì $i = 90^\circ$. Ta có: $1.R \sin i_0 = \sqrt{2} \frac{2R}{3} \cdot 1 \Leftrightarrow \sin i_0 = \frac{2\sqrt{2}}{3} \Rightarrow i_0 = 70,5^\circ$ Cách 2: Trình bày ở ý 3
3.	Tia sáng có $i_0 = 45^\circ < 60^\circ$ nên đến được vùng có chiết suất không đổi $n = \sqrt{3}$. Trong vùng chiết suất thay đổi, tia sáng là đường cong có độ dốc tăng dần, bề lõm hướng về tâm O. Trong vùng chiết suất không đổi, tia sáng là đoạn thẳng PQ. Do tính đối xứng và tính thuận nghịch của chiều truyền tia sáng, tia sáng đối xứng qua đường trung trực của đoạn thẳng PQ. Ta có hình vẽ phác như hình 4.2. (Không yêu cầu vẽ chính xác vị trí của điểm ló)  Hình 4.2

Câu	Nội dung
	Chọn hệ tọa độ cực (r, θ) với tâm O, góc θ là góc giữa bán kính đi qua điểm xét và bán kính có phương của tia tới ban đầu, điểm tới trên mặt cầu có tọa độ (R, θ_0) (Hình 4.2), với $\theta_0 = i_0$. Tại điểm M trên đường đi của tia sáng có tọa độ (r, θ), góc tới của tia sáng tại M là i, ta có: $r d\theta = \pm \tan i dr$ Xét đường đi của một tia sáng trong khối cầu, phương trình có dạng $d\theta = \pm \frac{\tan i}{r} dr = \pm \frac{\tan i}{\rho} d\rho \quad (*)$ Xét tia sáng đi trong vùng chiết suất thay đổi. Đặt $\rho = r/R \leq 1$, ta được : $\sqrt{\frac{2}{\rho} - 1} \cdot \rho = \frac{\sin i_0}{\sin i} \Leftrightarrow \rho^2 - 2\rho + \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 i} = 0$ $\Delta' = 1 - \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 i} \Rightarrow \rho = 1 - \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 i}} \quad (**)$ (Có thể làm Câu 4.1 từ (**), với $\rho \geq \frac{R}{2}$ và Câu 4.2: $\Rightarrow \rho_{\min} = 1 - \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 90^\circ}} = 2 \sin^2 \frac{i_0}{2} \Rightarrow r_{\min} = 2R \sin^2 \frac{i_0}{2}$ Thay $r_{\min} = \frac{2R}{3}$ vào hệ thức trên, ta được $i_0 = 70,5^\circ$.) Từ (**) ta có $d\rho = -\frac{\sin^2 i_0 \cos i}{\sin^3 i \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 i}}} di = -\frac{\sin^2 i_0 \cos i}{\sin^2 i \sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0}} di$ Thay vào (*) $d\theta = \pm \left(-\frac{\sin^2 i_0}{\sin i \sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 i}}\right)} di \right)$ $d\theta = \pm \left(-\frac{\sin^2 i_0}{\sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0} \left(\sin i - \sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0}\right)} di \right)$ $d\theta = \pm \left(-\frac{\sin i + \sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0}}{\sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0}} di \right) = \pm \left(\frac{d(\cos i)}{\sqrt{\cos^2 i_0 - \cos^2 i}} - di \right)$
	Với tia tới có $i_0 = 45^\circ \Rightarrow \theta_0 = 45^\circ$, điểm tới M (R, θ_0). Tia này đến mặt phân cách với vùng có chiết suất không đổi tại điểm P có tọa độ $(\frac{R}{2}, \theta_1)$. $\int_{\theta_0}^{\theta_1} d\theta = -\int_{i_0}^{i_1} \left(\frac{d(\cos i)}{\sqrt{\cos^2 i_0 - \cos^2 i}} - di \right) \rightarrow \theta_1 - \theta_0 = \left(i_1 - i_0 - \arcsin \left(\frac{\cos i_1}{\cos i_0} \right) + 90^\circ \right)$

Câu	Nội dung
	Với $\theta_0 = 45^\circ$, $\sqrt{3} \cdot \frac{R}{2} \cdot \sin i_1 = R \sin 45^\circ \Rightarrow i_1 = \arcsin \sqrt{\frac{2}{3}} = 54,7^\circ$, ta được : $\theta_1 - \theta_0 = \left(54,7^\circ - 45^\circ - \arcsin \left(\frac{\cos 54,7^\circ}{\cos 45^\circ} \right) + 90^\circ \right) = 44,9^\circ$ $\theta_1 = \theta_0 + 44,9^\circ = 89,9^\circ$ Tia sáng truyền thẳng trong phần chiết suất không đổi, tới điểm $Q(\frac{R}{2}, \theta_2)$. Ta có $\theta_2 - \theta_1 = 2(90^\circ - i_1) = 70,6^\circ \Leftrightarrow \theta_2 = 160,5^\circ$ Gọi OI là đường trung trực của PQ, với $Q(\frac{R}{2}, \theta)$. Ta có $\theta - \theta_1 = 90^\circ - i_1 = 35,3^\circ \Leftrightarrow \theta = 125,2^\circ$ Do tính đối xứng và tính thuận nghịch của chiều truyền tia sáng, tia sáng đối xứng qua OI. Tia sáng ra khỏi khối cầu tại điểm $N(R, \theta_3)$. Ta có $\theta_3 - \theta_0 = 2(\theta - \theta_0) = 160,4^\circ \Leftrightarrow \theta_3 = 205,4^\circ$
	Câu V (4,5 điểm)
1.	Hộp đen điện Khi đo bằng nguồn một chiều có dòng điện 3 mA chạy qua nên R không thể mắc nối tiếp với C; L không mắc giữa hai đầu mạch. Khi đo bằng nguồn xoay chiều thấy xuất hiện hiện tượng cộng hưởng dòng rất lớn 100A nên điều này chỉ xảy ra khi L, C mắc nối tiếp. Mạch sẽ là L, C mắc nối tiếp và song song với R Vẽ sơ đồ mạch trong hộp đen  Khi mắc nguồn một chiều ta có $R + R_a = \frac{U}{I} = \frac{3,0}{3,0 \cdot 10^{-3}} = 1000 \Omega$ Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi tổng trở của mạch nhánh LC bằng không. Ta có $\frac{1}{\omega_{ch} C} = \omega_{ch} L$ (1) và $R_a = \frac{U_1}{I_{ch}} = \frac{3}{100} = 0,03 \Omega$ (2) Điện trở của ampe kế bằng $0,03/1000 = 0,003 \%$ so với tổng trở của mạch nên $R = 1000 \Omega$. Khi $\omega_1 = 120\pi \text{ rad/s}$ ta có $i_A = i_R + i_{LC} \Rightarrow i_A^2 = \frac{U_1^2}{R^2} + \frac{U_1^2}{\left(\omega_1 C - \frac{1}{\omega_1 L} \right)^2}$ (3) Với $i_A = 0,02 \text{ A}$, $U_1 = 3 \text{ V}$, $\omega_1 = 120\pi \text{ rad/s}$, $\omega_{ch} = 2000\pi \text{ rad/s}$ Từ phương trình (3) ta có $Z_{LC} = 151,7 \Omega$; $Z_{LC} = \left \frac{1}{\omega_1 C} - \omega_1 \frac{1}{\omega_{ch}^2 C} \right$ $\Rightarrow C = 17,4 \mu\text{F}$ và $L = 1,5 \text{ mH}$.
2.	Phương án thực hành

Câu	Nội dung									
	Cơ sở lý thuyết: Xét một lõi sắt từ hình xuyên trên đó có cuộn cuộn dây có số vòng là N. Khi cho dòng điện chạy qua cuộn dây, trong lòng lõi sắt từ sẽ xuất hiện từ trường và từ trường này sẽ đi qua khe hở nhỏ. Gọi d là đường kính trung bình lõi hình xuyên. Chu vi hình xuyên πd là chiều dài mạch từ. 									
	Khi dòng điện chạy qua cuộn dây là I_1 thì cảm ứng từ chạy trong mạch từ là: $B = \mu_0 \mu \frac{NI_1}{\pi d} \quad \text{với } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ (H/m)}$ Từ trường B sẽ tác động lên phần tử Hall đặt ở khe hở của hình xuyên. Nếu dòng qua phần tử Hall là I_2 thì sẽ sinh ra hiệu điện thế Hall là: $U_H = K_H I_2 B = \mu_0 \mu K_H \frac{NI_1}{\pi d} I_2$ Đường kính trung bình d được tính bằng việc dùng thước kẹp đo kích thước đường kính trong và ngoài của lõi hình xuyên. Như vậy bằng việc thay đổi dòng I_1 qua cuộn dây, dựng đồ thị về sự phụ thuộc U_H theo I_1 ta xác định được độ từ thẩm μ. 									
	Trình tự thí nghiệm * Bố trí thí nghiệm - Đặt phần tử Hall vào khe lõi sắt từ sao cho từ trường sinh ra vuông góc mặt phần tử Hall và mắc mạch như hình vẽ. * Thao tác: - Đo đường kính trong và ngoài của lõi sắt từ hình xuyên d_1 và d_2 nhiều lần rồi ghi lại. Tính trung bình $\rightarrow d = (\bar{d}_1 + \bar{d}_2) / 2$. - Đặt biến trở ở mạch nối phần tử Hall ở vị trí xác định, đóng K_2 và ghi lại giá trị dòng I_2. - Đặt biến trở ở mạch nối cuộn dây ở vị trí xác định, đọc dòng I_1 và giá trị U_H trên vôn kế ghi giá trị I_1 và U_H vào bảng. - Lập lại với các vị trí biến trở R ở mạch nối cuộn dây khác nhau, ghi lại các cặp I_1, U_H vào bảng.									
	* Bảng số liệu <table><tr><th>Lần đo</th><th>I_1</th><th>U_H</th></tr><tr><td>...</td><td>.....</td><td>.....</td></tr><tr><td>...</td><td>.....</td><td>.....</td></tr></table>	Lần đo	I_1	U_H	...			...		
Lần đo	I_1	U_H								
...										
...										
	Xử lý số liệu - Tính đường kính trung bình $d = \frac{\bar{d}_1 + \bar{d}_2}{2}$. - Dựng đồ thị $Y = U_H$ theo $X = I_1$, đồ thị có dạng $Y = \mu_0 \mu K_H \frac{NI_1}{\pi d} I_2 = A \cdot X \quad \text{với } A = \mu_0 \mu K_H \frac{NI_2}{\pi d}$ - Từ đồ thị xác định góc nghiêng α ta có $A = \tan \alpha = \mu_0 \mu K_H \frac{NI_2}{\pi d} \rightarrow \mu = \frac{\pi d \tan \alpha}{\mu_0 NI_2 K_H}$ 