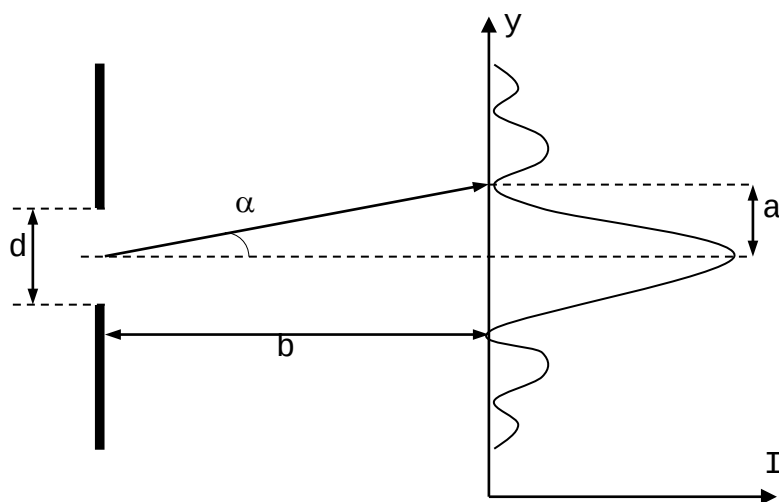


(Hướng dẫn chấm có 6 trang)

Câu I. (2,5 điểm) Kiểm chứng hệ thức bất định Heisenberg về động lượng và tọa độ

Cơ sở lý thuyết: Dựa trên hiện tượng nhiễu xạ của ánh sáng đơn sắc qua khe hẹp.

Khi cho chùm sáng đơn sắc song song đi qua khe hẹp, tia sáng bị lệch đường truyền do hiện tượng nhiễu xạ. Bằng việc thu ảnh nhiễu xạ trên màn ta có phân bố cường độ ánh sáng nhiễu xạ dạng:..... 0,25 điểm



với các cực tiểu nhiễu xạ tương ứng với góc α thỏa mãn: $\sin \alpha = n \frac{\lambda}{d}$ với $n = 1, 2, 3, \dots$

Xét hiện tượng nhiễu xạ qua nguyên lý bất định Heisenberg:

- Khi photon đi qua khe hẹp thì độ bất định về tọa độ là $\Delta y = d$ 0,25 điểm
- Mật độ xác suất của thành phần động lượng p_y được xác định bởi sự phân bố cường độ

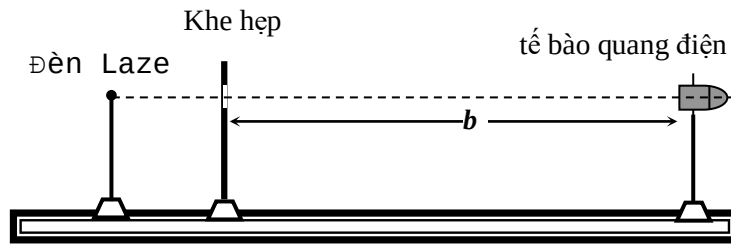
tia sáng của phổ nhiễu xạ. Do đó độ bất định về động lượng $\Delta p_y = \frac{h}{\lambda} \sin \alpha_1$ với α_1 là góc nhiễu xạ ứng với cực tiểu thứ nhất 0,25 điểm

$$\text{Mà } \sin \alpha_1 = \frac{\lambda}{d} \text{ nên ta có } \Delta p_y \cdot \Delta y = \frac{h}{\lambda} \sin \alpha_1 \cdot d = \frac{h}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{d} \cdot d = h$$

Tính toán trên đó sử dụng phép gần đúng nhưng chúng ta vẫn thu được tích số $\Delta p_y \cdot \Delta y$ có cỡ giá trị hằng số Planck tức nguyên lý bất định của Heisenberg cũng được nghiệm đúng trong thí nghiệm này.

$$\Delta p_y \cdot \Delta y \geq \frac{h}{4\pi} \text{ 0,25 điểm}$$

Bổ trợ thí nghiệm: xõy dựng sơ đồ nghiên cứu phổ nhiễu xạ của tia laze qua khe hẹp rồi vẽ dạng đồ thị phân bố cường độ ỏnh sỏng sau khi đi qua khe hẹp.



- Đón laze được nối vào nguồn điện để phỏt tia ỏnh sỏng đơn sỏc bước sủng λ
- Tế bào quang điện được gỏn trờn bộ vi dịch chuyển để cú thể dịch chuyển theo phương ngang vuụng gúc với đường truyền tia sỏng và được nối với vụn kẻ.
- Đón laze được chiếu qua khe hẹp đến tế bào quang điện..... 0,5 điểm

Thu thập số liệu:

- Dịch chuyển tế bào quang điện bằng bộ vi dịch chuyển, xỏ định cỏc vị trớ cực đại và cực tiểu chỏnh phỏn bố cường độ sỏng thụng qua giỏ trị hiển thị trờn vụn kẻ, ghi lại cỏc vị trớ của tế bào quang điện. 0,25 điểm
- Xỏ định độ rộng giữa hai cực tiểu chỏnh thứ nhất bằng $2a$
- Đo khoảng cỏch b từ khe hẹp đến vị trớ mặt phẳng đặt tế bào quang điện 0,25 điểm
- Tỏnh toỏn độ bất định về động lượng: $\Delta p_y = \frac{h}{\lambda} \sin \alpha_1 = \frac{h}{\lambda} \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$
- Tỏch số $\Delta p_y \cdot \Delta y = \frac{h}{\lambda} \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} d$ và so sỏnh với giỏ trị hằng số Planck h 0,5 điểm

Cầu II. (2,0 điểm) Xỏ định nhiệt độ Curie của chất sắt từ

1. Xỏy dựng hệ đo, cỏc bước thực nghiệm và xử lý số liệu

* Chế tạo lủ nung điện:

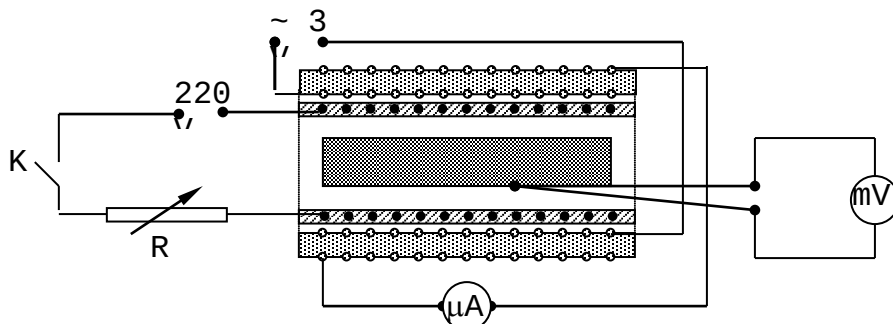
- Yờu cầu: Tạo ra nguồn nhiệt độ nhưng khụng tạo ra từ trường trong lũng lủ.

- Cỏch chế tạo: Gồm hai cuộn dۆy giống nhau mắc nối tiếp được quấn ngược chiều để khi cú dۆng điện chạy qua thờ từ trường do hai cuộn dۆy gۆy ra trong lủ triệt tiờu nhau.

..... 0,25 điểm

* Đưa lủ nung vừa tạo ở trờn vào trong lũng ống dۆy bao gồm hai cuộn dۆy được quấn chồng lờn nhau đó cho trước.

* Mắc mạch điện như hỡnh vẽ:



- Nối dۆy lủ nung với nguồn điện 220V thụng qua một biến trở và khoỏ K để cú thể điều chỉnh điện ỏp nuụi lủ, do đó cú thể điều khiển nhiệt độ ổn định của lủ ở cỏc giỏ trị khỏc nhau.
- Nối một cuộn dۆy trong ống dۆy với nguồn xoay chiều 3V, cuộn này đứng vai trũ cuộn sơ cấp (giả sử cú N_1 vũng).

- Cuộn dây cũn lại của ống dây nối với microampe kế (giả sử cú N_2 vũng).... 0,5 điểm

Giả sử đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp hiệu điện thế u_1 , trong cuộn dây cú dũng điện i_1 chạy qua làm xuất hiện suất điện động tự cảm $\varepsilon_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt} = -N_1 \frac{d(Li_1)}{dt}$

Khi đủ trong cuộn thứ cấp xuất hiện suất điện động cảm ứng ε_2

$$\varepsilon_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt} = -N_2 \frac{d(Li_1)}{dt} = -N_2 L \frac{di_1}{dt}$$

Suất điện động ε_2 gởy nờn dũng điện I_2 đo được bằng microampe kế.

Hệ số tự cảm L ở đởy chủ yếu gởy ra do lừi sắt từ với độ từ thẳm $\mu \gg 1$. Hệ số từ thẳm μ này sẽ suy giảm khi nhiệt độ tăng.

Do đủ khi tăng nhiệt độ làm $\mu \rightarrow 1$ và dũng điện i_2 giảm dần đến giỏ trị $i_2 \approx 0$ 0,5 điểm

Dựa trờn còc suy luận trờn, bằng việc tăng dần nhiệt độ lử (đo nhiệt độ bằng cặp nhiệt và đồng hồ), thu thập bộ số liệu phụ thuộc I_2 (đọc trờn micrụ ampe kế) theo nhiệt độ T , dựng đồ thị của số chỉ micrụampe kế I_2 theo nhiệt độ T , rồi ngoại suy ta xỏc định được nhiệt độ Curie mà tại đủ $\mu = 1$ 0,25 điểm

2. Còc lưu ý trong thờ nghiệm, sai số phỏp đo

- Cần đợi thời gian để nhiệt độ lử nung ổn định.
- Cần thực hiện phỏp đo cả khi nhiệt độ nung lớn hơn nhiệt độ Curie và sau đủ giảm dần nhiệt độ lử đến khi nhỏ hơn nhiệt độ Curie.
- Còc thang đo của dụng cụ cần thay đổi cho phụ hợp.
- Sai số phỏp đo được tónh dựa trờn còc dụng cụ và trờn đồ thị ngoại suy... 0,5 điểm

Cỏu III. (2,5 điểm) Xỏc định độ từ thẳm ở của chất sắt từ

Cơ sở lý thuyết:

Xỏt một lừi sắt từ hỡnh xuyến trờn đó cú cuộn hai cuộn dây cú số vũng là N_1 và N_2 . Khi cho dũng điện chạy qua cuộn thứ nhất (N_1) trong lũng lừi sắt sẽ xuất hiện từ trường và từ trường này sẽ đi qua cả cuộn dây thứ hai (N_2).

Gọi d là đường kính trung bỡnh lừi hỡnh xuyến. Chu vi hỡnh xuyến πd là chiều dài mạch từ.

Khi dũng điện chạy qua cuộn thứ nhất là I_1 thờ cảm ứng từ chạy trong mạch từ là

$$B = \mu_0 \mu \frac{N_1 I_1}{\pi d} \quad \text{với } \mu_0 = 4.10^{-7} \text{ (H/m)}$$

Từ thụng gửi qua cuộn thứ hai là

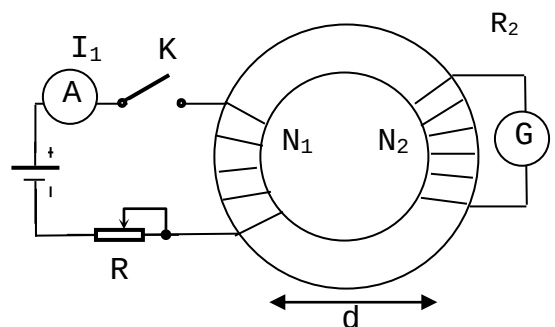
$$\phi = N_2 B S = \mu_0 \mu \frac{N_1 N_2 I_1}{\pi d} S \quad \text{với } S \text{ là tiết diện mạch từ} \dots\dots\dots 0,5 \text{ điểm}$$

Khi vừa ngắt khoỏ K , dũng điện chạy qua cuộn thứ nhất I_1 sẽ giảm về 0 và gởy ra sự biến thừn từ thụng chạy qua cuộn thứ hai (giảm từ $\phi \rightarrow 0$) và tẻng điện tẻch chạy qua điện thế xung kẻch là q 0,5 điểm

Xỏt khoảng thời gian Δt nhỏ, từ thụng qua cuộn thứ hai giảm đi $\Delta \phi$ tương ứng với điện lượng đi qua là Δq . Ở cuộn thứ hai sinh ra suất điện động cảm ứng ξ_2 và dũng điện i_2 .

Trong thời gian Δt trờn dũng điện tẻch qua điện kế là:

$$\Delta q = i_2 \Delta t = \xi_2 \frac{\Delta t}{R_2} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \frac{\Delta t}{R_2} = \frac{\Delta \phi}{R_2} \quad (R_2 \text{ là điện trở cuộn dây } N_2)$$



Toàn bộ điện tích qua cuộn 2 là $q = \sum \Delta q = \frac{1}{R_2} \sum |\Delta \phi| = \frac{1}{R_2} (\phi - 0) = \frac{N_1 N_2}{\pi d R_2} \mu_0 \mu I_1 S$

suy ra $\mu = \frac{q \pi d R_2}{N_1 N_2 \mu_0 I_1 S} \dots\dots\dots 0,5 \text{ điểm}$

Các bước thí nghiệm:

*** Chuẩn bị:**

- Đo đường kính trong và ngoài của lõi sắt từ hình xuyến d_1 và $d_2 \rightarrow d = \frac{d_1 + d_2}{2}$
- Đo đường kính e của sợi dây đồng bằng panme
- Cuộn hai cuộn dây với số vòng là N_1 và N_2 lên lõi sắt từ.
- Tính điện trở cuộn dây N_2 : $R_2 = \rho \frac{\ell_2}{S} = \rho \frac{N_2 \pi (d_2 - d_1)}{\pi \left(\frac{e}{2}\right)^2} = 4\rho \frac{N_2 (d_2 - d_1)}{e^2}$

*** Thao tác:**

- Chỉnh biến trở để thay đổi dòng I_1 , mở khoá K, đọc giá trị q trên điện kế xung kích, ghi giá trị vào bảng

Lần đo	I_1	điện lượng q

$\dots\dots\dots 0,5 \text{ điểm}$

- Tính độ từ thẩm μ ứng với mỗi lần đo

$$\mu = \frac{q \pi d R_2}{N_1 N_2 \mu_0 I_1 S} = \frac{q \pi \frac{d_1 + d_2}{2} 4\rho \frac{N_2 (d_2 - d_1)}{e^2}}{N_1 N_2 \mu_0 I_1 \pi \frac{(d_2 - d_1)^2}{4}} = 8 \frac{q \pi \rho (d_1 + d_2)}{N_1 \mu_0 I_1 \pi e^2 (d_2 - d_1)}$$

Lặp lại các thao tác trên và tính giá trị $\bar{\mu} \dots\dots\dots 0,5 \text{ điểm}$

Câu IV. (3,0 điểm) Khảo sát đặc trưng của điốt chôn khụng

1. (1,25 điểm)

A. Sơ đồ thí nghiệm:

Mắc mạch điện như hình vẽ.....0,5 điểm

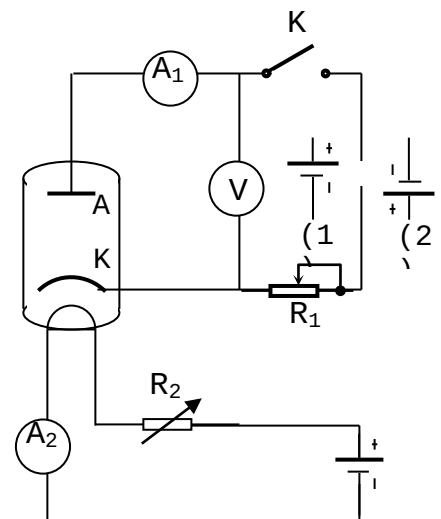
B. Thao tác thực nghiệm:

- Thay đổi biến trở R_2 để thay đổi dòng điện nung dây nung catốt (đọc giá trị I_2 trên ampe kế A_2).

- Với mỗi giá trị dòng I_2 tương ứng với giá trị đọc trên A_2 ta tiến hành:

*** Khảo sát nhònh phònh cực thuận của điốt:**

- Mắc nguồn điện cấp cho anốt và catốt ($U_{AK} > 0$) để phònh cực thuận cho điốt (mắc nguồn nung theo (1)).
- Thay đổi biến trở R_1 để thay đổi điện ỏp U_{AK} , đọc giá trị hiển thị trên ampe kế A_1 và vụn kế V tương ứng.



Ghi số liệu tương ứng vào bảng:

$I_2 = \dots\dots\dots$

Lần đo	U_{AK}	I_1

..... 0,25 điểm

* Khảo sát nhỉnh phần cực nghịch của điốt:

- Mắc nguồn điện cấp cho anốt và catốt ($U_{AK} < 0$) để phần cực nghịch cho điốt (mắc nguồn nuôi theo (2)).
- Thay đổi biến trở R_1 để thay đổi điện áp U_{AK} , đọc giá trị hiển thị trên ampe kế A_1 và vôn kế V tương ứng.

Ghi số liệu tương ứng vào bảng

$I_2 = \dots\dots\dots$

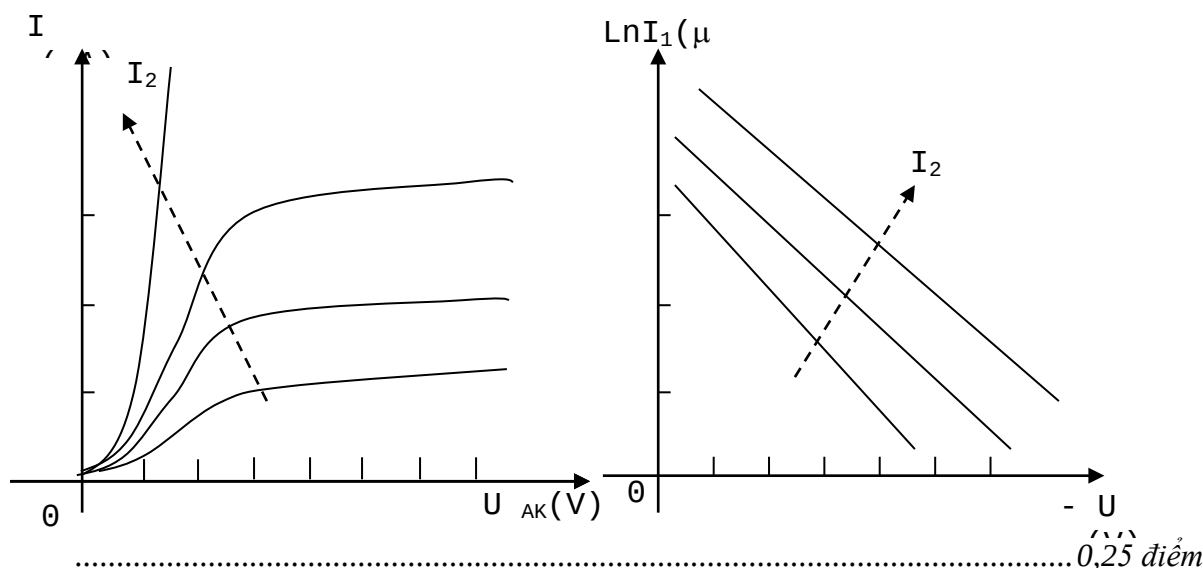
Lần đo	U_{AK}	I_1

..... 0,25 điểm

Lập lại quá trình khảo sát nhỉnh phần cực thuận và nghịch điốt với các dòng I_2 khác nhau. Vẽ đồ thị I_1 theo U_{AK} ứng với các dòng I_2 khác nhau để thu được đặc trưng điốt.

..... 0,25 điểm

2. (1,0 điểm) Khi tiến hành thử nghiệm chính xác thử đường đặc trưng vôn-ampe có dạng:



- Đặc trưng $I(U)$ của điốt chôn khụng có thể phân chia thành 3 vùng chính:

+ Vùng “dừng khởi điể” : Dừng chạy qua điốt khi $U_{AK} < 0$ có dạng $I_1 = I_0 \cdot e^{\frac{eU_{AK}}{kT}}$

với: k là hằng số Boltzmann ; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K

T là nhiệt độ tuyệt đối của catốt.

Dòng điện trong vùng này là do ban đầu các electron nhiệt bật ra từ catốt có động năng ban đầu và đến được anốt..... 0,25 điểm

+ Vùng “điện tách khụng gian”: Khi $U_{AK} > 0$, cc ẽelectron nhĩt pht ra đĩc gia tc bĩng đĩn trĩng gy bĩ U_{AK} v chuyẽn đĩng cú hĩng vĩ phía ant. Dũng đĩn trong đĩt tĩng dn theo đĩn ỏp U_{AK} dng hàm mũ. 0,25 đĩm

+ Vùng “bo ho”: Khi U_{AK} tĩng đĩn giỏ trĩ nht đĩnh th hu nhĩ tt c cc ẽelectron nhĩt pht ra từ catốt đĩu đĩn đĩc ant, dũng đĩn chy qua đĩt lĩc ny bo ho. 0,25 đĩm

3.(0,75 đĩm) Nu cách thu thp v xử lĩ s liũ đĩ xc đĩnh nhĩt đ của catt

Xt vĩ một giỏ trĩ dũng nũĩ I_2 xc đĩnh, lĩc ny catốt cú nhĩt đ T

Đĩ xc đĩnh nhĩt đ của catt, ta cn cú vào đc trũng $I_1(U_{AK})$ ỹng vĩ vũng khĩ đĩm khi phn cĩc ngũc 0,25 đĩm

Ta cú: $I_1 = I_0 \cdot e^{-\left|\frac{eU_{AK}}{kT}\right|} \Rightarrow \ln I_1 = \ln I_0 - \left|\frac{e}{kT}\right| \cdot U_{AK}$

Dĩ vào đ ngĩĩng đĩng đ thĩ $I_1(U_{AK})$ ta xc đĩnh đĩc giỏ trĩ nhĩt đ T 0,25 đĩm

Thu thp s liũ:

- Tĩn hnh đ đc trũng đĩt vũng phn cĩc ngũc (vũng khĩ đĩm). Ghi li giỏ trĩ vào bng

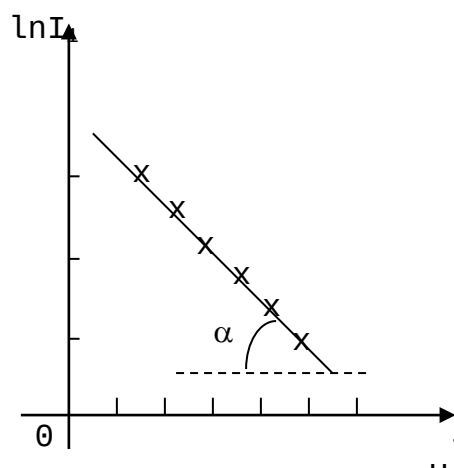
$I_2 = \dots\dots\dots$

Ln đ	U_{AK}	I_1	$\ln I_1$

- Dũng đ thĩ $\ln(I_1)$ theo U_{AK} .

Dĩ vào đ ngĩĩng đĩng đ thĩ $I_1(U_{AK})$ ta xc đĩnh đĩc giỏ trĩ nhĩt đ T

$\tan \alpha = \frac{e}{kT} \rightarrow T = \frac{e}{k \tan \alpha}$



..... 0,25 đĩm

-----HẾT-----