كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : حالة صلبة٢

المحاضرة : الثالثة/عملي/

{{ A to Z مكتبة }}

Facebook Group : A to Z مكتبة

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

2026

2

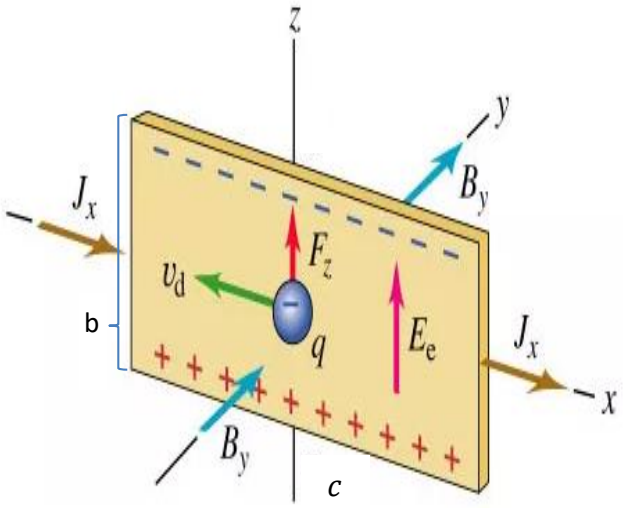
يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

عنوان التّجربة : أثر هول في المعادن

الهدف من التّجربة :

قياس معامل هول وعدد الالكترونات الحرّة في وحدة الحجم في المعادن النّبيلة (فضّة).

التّمهيد النّظري : لتكن لدينا صفيحة معدنيّة على شكل متوازي مستطيلات أبعادها $(a\ ,b\ ,c)$ كما في الشّكل (1) . لنمرّر تيّاراً كهربائيّاً وفق طول هذه الصّفيحة والموضوعة في حقل مغناطيسي ناظمي على اتّجاه التّيّار.



الشّكل (1)

تتساق حاملات الشّحنة الكهربائيّة (الثّقوب أو الالكترونات) في الصّفيحة تحت تأثير الحقل الكهربائي المشكّل على طول الصّفيحة وينشأ تيّار كهربائي (I) تعطى شدّته بالعلاقة :

$$I = n.q.v.S \quad ...(1)$$

حيث : q الشّحنة الكهربائيّة ، v سرعة انسياقها

s سطح مقطع الصّفيحة ، n تركيز حاملات الشّحنة .

بالتّالي تكون كثافة التّيار مساوية إلى $J = \frac{I}{S}$. نعوّض علاقة التّيّار بالعلاقة السّابقة :

$$J = n.q.v \quad ...(2)$$

ومنه نحصل على قيمة السّرعة لحاملات الشّحنة الكهربائيّة التّالية :

$$v = \frac{J}{n.q} \quad ...(3)$$

- نتيجة لتطبيق حقل التّحريض المغناطيسي المنتظم $\vec{B}$ على الوجهين الأمامي والخلفي للصّفيحة بشكل عمودي على سرعة الالكترونات الحرّة v فإنّها ستخضع لقوّة لورنز المغناطيسيّة والتّي تعطى بالعلاقة

$$\overrightarrow{F_B} = -q\left(\vec{v}\Lambda\overrightarrow{B}\right) \quad ...(4)$$

- بما أنّ $\overrightarrow{F_B}$ عموديّة على $\vec{v}$ و $\overrightarrow{\mathrm{B}}$ ستتحرّك الالكترونات الحرّة نحو الأعلى ويحصل لدينا تجمّع للشّحنات السّالبة في هذه المنطقة وتصبح نتيجة لذلك المنطقة السّفليّة مشحونة إيجاباً ، ويتولّد نتيجة لذلك حقل كهربائي داخل الصّفيحة جهته من الأسفل للأعلى عندها سوف تخضع الالكترونات الّتي تحاول الانتقال إلى المنطقة السّفليّة لقوّة معاكسة للسّابقة :

$$F_e = -e.E_z \quad ...(5)$$

- يحصل توازن للشّحنات عندما تتساوى القوّتان (الكهربائيّة ، والمغناطيسيّة) :

$$q.v_d.\mathrm{B} = e.E_z \quad ...(6)$$

حيث : E_z : الحقل الكهربائي النّاشئ بالاتّجاه z .

B : حقل التّحريض المغناطيسي.

e ، v_d : سرعة الالكترون الجريّة وفق المحور x ، وشحنته على التّرتيب.

- يدلّ وجود الحقل الكهربائي E_z على نشوء فرق في الكمون بين المنطقتين العلويّة والسّفليّة من الصّفيحة ، يُدعى هذا الكمون المتشكّل بِـ **كمون هول** وفق العلاقة :

$$V_H = E_z.b = v_d.\mathrm{B}.b \quad ...(7)$$

بتّعويض قيمة السّرعة (العلاقة 1) في العلاقة السّابقة:

$$V_H = \frac{I}{n.q.S}.\mathrm{B}.b \quad ...(8)$$

حيث مساحة سطح مقطع الصّفيحة S تعطى بالعلاقة :

$$S = b.c$$

$$\Rightarrow V_H = \frac{I}{n.q.b.c}.\mathrm{B}.b$$

$$V_H = \frac{I}{n.q.c}.\mathrm{B} \quad ...(9)$$

تدعى العلاقة الأخيرة بِـ **مفعول هول** للمعادن.

ويُدعى المقدار $\frac{1}{n.q}$ حيث $q = e$ بِـ **ثابت هول** .

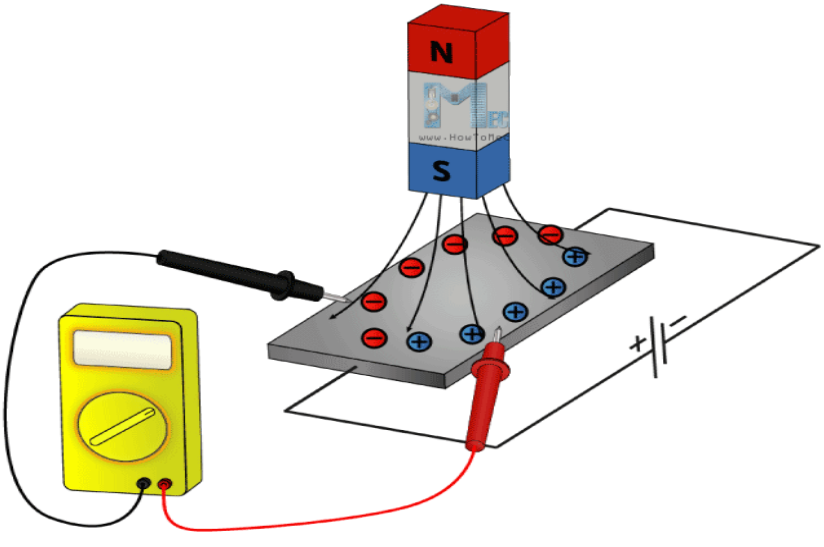
الأجهزة والأدوات :

منبعان للتّغذية (DC) - مقياسا آمبير - معدّلتان لكلّ منهما مقاومة توصلان على التّفرّع – عيّنة على شكل صفيحة (متوازي مستطيلات) من معدن الفضّة - مقياس ميكرو فولت - أسلاك توصيل .

الجزء العملي :

1- نصل الدّارة كما في الشّكل (2).

2- نطبّق تيّار شدّته $(I = 2\ A)$ ثمّ ندرس تغيّرات كمون هول بتغيّر تيّار الصّفيحة وتنظيم القيم في الجدول التّالي:



الشّكل (2)

علماً أنّ $(e = 1.67 \times 10^{-19}\text{c}\ ,\ n = 10^{28}\,\text{e/m}^2\ \ ,\ \ c = 0.25\ \text{mm})$:

B	0.5	1	1.5	2	2.5
$V_H(\mu\text{V})$					

3- أعد الخطوة السّابقة بتطبيق تيّار شدّته $(I = 3\ A)$.

4- ارسم الخطّ البياني لتحوّلات كمون هول بتابعيّة حقل التّحريض المغناطيسي $V_H = f(B)$.

5- احسب ميل هذا المستقيم وقارنه بالعلاقة (9) لحساب ثابتة هول عند كلّ قيمة موافقة للتّيّار .

6- فسّر فيزيائيّاً النّتائج التّي حصلت عليها.

تفكير ناقد : هل يمكن دراسة تأثير هول في أنصاف النّواقل والعوازل و إذا أمكن ذلك ما الفرق بين تلك الدّراسة ودراسته في المعادن ؟؟

انتهت التّجربة

إشراف: أ.د . حسن سليمان .

إعداد المدرّسين:

أ. إيناس أحمد .

أ. فخر عبّاس .

أ. ميّاس جنيد.