# ظاهرة هول (MP3-4)

## الغرض من التجربة

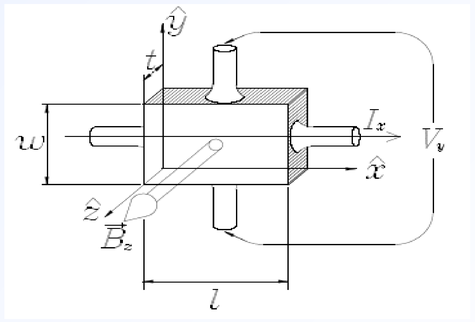
تعيين عدد كثافة حوامل الشحنات لموصل ومعامل هول

## الأجهـــزة

شريحة رقيقة من الألمونيوم- مصدر جهد تيار مستمر – فولتميتر- أميتر- مغناطيس كهربى – مجس مغناطيسى.

## نظرية التجربـــة

فى هذه التجربة سوف تستخدم ظاهرة هول فى دراسة بعض ظواهر الفيزياء الخاصة بانتقال الشحنات فى المعادن.
فعندما يمر تيار كهربى فى عينة معدنية موضوعة فى مجال مغناطيسى، فإن جهدا (يتناسب مع التيار والمجال المغناطيسى) سوف ينموعبر المادة فى الاتجاه العمودى على كل من التيار والمجال. وهذه هى الظاهرة التى تسمى ظاهرة هول، وهى تستخدم فى كثير من التطبيقات والأجهزة مثل قياسات المجال المغناطيسى، كما أن ظاهرةهول تعتبر تقنية مفيدة لتمييز خاصية النقل الكهربى للمعادن وأشباه الموصلات.
فإذا افترضنا شريحة من موصل، كالمبينة فى الشكل 1 ،طولها ($l$) فى اتجاه المحور(x) وعرضها ($w$) فى اتجاه المحور ($y$) وسمكها ($t$) فى اتجاه المحور($z$)، وافتراضا أن شحنة حاملات الشحنة فى الموصل هى (q).




شكل 1 رسم تخطيطى لتجربة هول.

(يمكن أن تكون موجبة أو سالبة أو كلاهما ، ولكنا سنعتبرها هنا بإشارة واحدة ) ، وأن عدد كثافة حامل الشحنة هى n (أى عدد الحوامل فى وحدة الحجوم) ، وأن السرعة الإزاحية لحامل الشحنة هى ($v_x$) إذا مر تيار ($I_x$) فى الاتجاه الموجب للمحور ($x$) . والسرعة الإزاحية هى سرعة متوسطة لحوامل الشحنة فى نطاق حجم الموصل، فكل حامل شحنة سيبدو أنه يتحرك بطريقة عشوائية بداخل الموصل ولكن تحت تأثير مجال كهربى خارجى سوف تكون هناك عملية انتقال لحوامل الشحنة عبر طول الموصل.
التيار ($I_x$) عبارة عن كثافة التيار ($J_x$) مضروبا فى كثافة الشحنة ($nq$) مضروبا فى السرعة الإزاحية ($v_x$)، أى أن

$$I_x = J_x wt = nqv_x wt$$

ينشأ التيار ($I_x$) نتيجة لتطبيق المجال الكهربى فى اتجاه طول الموصل. وفى الحالة التى يتناسب فيها التيار مباشرة مع المجال، فإننا نقول أن المادة تخضع لقانون أوم الذى يمكن كتابته على الصورة :

$$J_x = \sigma E_x \qquad (2)$$

حيث (σ) هى توصيلية مادة الموصل .
والآن دعنا نفترض أن الموصل قد وضع فى مجال مغناطيسى عمودى على مستوى الشريحة . سوف تتأثر حوامل الشحنة بقوة لورنتز ($qv \times B$) والتى ستعمل على انحراف الحوامل إلى أحد جوانب الشريحة. ونتيجة لهذا الانحراف فإن تراكما للشحنة سيحدث فى أحد الجوانب مما يولد مجالا كهربيا مستعرضا ($E_y$) يقاوم ويعادل قوة المجال المغناطيسى. ( استعد إلى الذاكرة أن قوة المجال الكهربى على شحنة q هى $qE$) . وعندما نصل إلى حالة الاتزان فلن يكون هناك أى سريان من الشحنات فى الاتجاه ($y$) لأن القوة الكهربية والقوة المغناطيسية يتعادلان ويتزنان فى هذا الاتجاه. ومن ثم فإن

$$E_y = v_x B_z$$

حيث ترمز ($E_y$) إلى المجال الكهربى، وتسمى *مجال هول* فى الاتجاه (y) و ($B_z$) إلى المجال المغناطيسى فى الاتجاه ($z$).
فى التجربة نقوم بقياس فرق الجهد $V_H$عبر العينة، ويسمى *جهد هول*، والذى يرتبط بمجال هول بالعلاقة

$$V_H = -E_y w \qquad (4)$$

ومن ثم ، فمن المعادلات (1) و(3) و(4) نحصل على

$$V_H = -\left(\frac{1}{nq}\right)\frac{I_x B_z}{t} \qquad (5)$$

حيث يعرف الحد الذى بين قوسين بإسم معامل هول

$$R_H = \pm \frac{1}{nq} \qquad (6)$$

ويكون معامل هول موجبا إذا كانت حوامل الشحنة موجبة، وسالبا إذا كانت حوامل الشحنة سالبة. وفى الواقع فإن قطبية الجهد ($V_H$) تعيين إشارة حوامل الشحنة. لاحظ أن وحدات معامل هول ($R_H$) فى النظام (SI) هى ($m^3/C$).
إذا كان المجال المغناطيسى ($B_z$)ثابتا، وقيس جهد هول ($V_H$) كدالة فى التيار ($I_x$) فإننا نحصل على علاقة خطية يكون ميلها

$$Slope = -\left(\frac{1}{nq}\right)\frac{B_z}{t} \qquad (7)$$

ومنها نحصل على (R ) و ($n$) لموصل

## خطوات العمـــل

1-شغل المغناطيس الكهربى واضبط ($B_z$) بالقيمة المطلوبة وذلك بتغيير التيار ($I_B$) .
2- اضبط التيار ($I_x$) إلى مستوى القيمة المرغوبة (ولكن ليس أكبر من 200 mA)
3- بعد أن تستقر قراءةالجهد، سجل الجهد
4- عد مرة أخرى إلى الخطوة (1) واستخدم قيمة جديدة للتيار، وكرر الخطوة السابقة.
5- سجل نتائجك فى جدول
6- ارسم العلاقة بين ($I_x$) و($V_{Hav}$)
7- من ميل الخط المستقيم الذى ستحصل عليه أوجد(n) من المعادلة (7)

## النتائـــج

| $Ix\ (A)$ | $V_{H1}$ | $V_{H2}$ | $V_{H3}$ | $V_{Hav} \pm \Delta V_{Hav}$ |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Edusoft
Innovate to educate