جامعة محمد بوضياف–المسيلة
كـلـيـة الـعـلـوم
قسم الفيزياء

فرع : L.M.D S.M

السنة الجامعية 2024/2023

مفعول هـول في أشباه النواقل

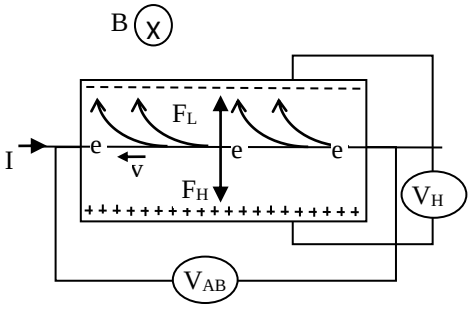
تاريخ إجراء التجربة:...../...../....
الإستاد المصحح:.....
تقرير من طرف:_

الاسم	اللقب	الفوج	العلامة
-	-	-	.....
-	-	-	.....
-	-	-	.....

الهدف: دراسة تأثير مجال تحريض مغناطيسي على تيار كهربائي يعبر مادة شبه ناقلة، بهدف تحديد طبيعة و تركيز حاملات الشحنة.

تأثير مجال تحريض مغناطيسي *B* على تيار كهربائي *I* :

الشكل 1



عند تطبيق مجال تحريض $\vec{B}$ على عينة من ناقل أو شبه ناقل متوازية السطوح (عرضها *b* و طولها *w* و سمكها *d*) يمر خلالها تيار كهربائي *I*، كما هو موضح في الشكل 1 . فان الشحنات المتحركة بالسرعة $\vec{v}$ تخضع لقوة عبارتها : $\vec{F}_L = q.\vec{v}\times\vec{B}$ تدعى قوة لورانتز. تؤدي هذه القوة الى انحراف الشحنات المتحركة لتتجمع على سطحي العينة الموازيين للمستوي المشكل ب $(\vec{B},\vec{v})$ و بالتالي ينشأ حقل كهربائي $\vec{E}$ ناتج عن التوزيع الجديد للشحن، والذي يمارس على حاملات الشحن قوة عبارتها : $\vec{F}_e = q.\vec{E}$ تدعى قوة كولومب ، اتجاه هذه القوة عكس اتجاه قوة لورنتز .

تتوقف عملية تجمُع الشحنات على السطحين عندما تتساوى قوة لورنتز مع قوة كولومب:

$$\vec{F}_L = \vec{F}_e \Rightarrow q.\vec{E} = q.\vec{v}\times\vec{B} \Rightarrow \vec{E} = \vec{v}\times\vec{B} \qquad (1)$$

– ينشأ كذلك عن الحقل الكهربائي $\vec{E}$ فرق في الكمون بين السطحين يدعى بجهد هول $U_H = E.b$.

– كثافة التيار التي تجتاز العينة هي $\vec{J} = \rho.\vec{v}$ و شدة التيا ر $I = \oint \vec{J}.d\vec{S}$ ، حيث $d\vec{S}$ يعبر عن المقطع الذي يجتازه التيار I ، و ρ الكثافة الحجمية للشحنات.

- عند اعتبار الكثافة الحجمية للشحنات ρ ثابتة و سرعتها $\vec{v}$ منتظمة فان $I = \rho.v.d.b$ ، حيث $(S = d.b)$.

و يمكن استنتاج سرعة الشحنات $v = \frac{I}{\rho.d.b}$.

- بوضع $\rho = n.e$ ، $R_H = \frac{1}{n.e}$ ، R_H يدعى ثابت هول، في الأخير يمكن كتابة جهد هول بالعبارة: $U_H = \frac{1}{n.e}\frac{B.I}{d}$

كما ان الناقلية لحاملات الشحنة تعطى بالعبارة: $\sigma = nq\mu_n + pq\mu_p$

حيث n, p (μ_n, μ_p) تركيز (حركية) الثقوب والالكترونات علئ التوالي.

إن جهد هول متناسب طردا مع شدة التيار I ومجال التحريض المغناطيسي B و عكسا مع سمك و تركيز الشحنات الحرة.

يقاس ثابت هول R_H تجريبيا لتحديد تركيز حاملات الشحنة سواءا كانت الكترونات أو ثقوب، و في حالة وجود الصنفين معا فان مفعول هول لا يظهر الا اذا كان هناك فرق في الحركية النسبية لصنفي حاملات الشحنة

تدعى هذه الظاهرة بظاهرة هول نسبة لمكتشفها سنة 1879 م، و تظهرفي جميع المواد الناقلة أو شبه ناقلة.

التحضير النظـــــري

- تصنف أشباه النواقل الى ثلاث أصناف، عرف كل صنف.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- اشرح آلية النقل في كل صنف ثم اكتب عبارة تركيز حاملات الشحنة.

.....

.....

.....

.....

- أكتب عبارة جهد هول لكل صنف.

.....

.....

.....

.....

- أكتب عبارة الناقلية لكل صنف.

.....

.....

.....

.....

- أكتب عبارة حركية حاملات الشحنة بدلالة b و w B, V_{AB}, U_H علما ان $\sigma = w/(S*R)$, حيث R مقاومة شبه الناقل.

.....

.....

.....

أكتب عبارة سرعة حاملات الشحنة (الكترونات او ثقوب) بدلالة U_H, B و d:

.....

الجزء العمـــــــــلي.

تحذير : إن أجهزة القياس "خاصة مسبار قياس التحريض المغناطيسي " وكذا العينات الهشة جدا، لذا كن حذرا في التعامل معها . إن القوة الناتجة عن التحريض المغناطيسي و المطبقة على فكي المغناطيس الكهربائي كبيرة جدا ،لذا يجب تثبيت الفكين جيدا ، و الحذر عند وضع مسبار التحريض المغناطيسي و العينات .

– يجب أن لا تتعدى شدة التيار المستعمل لتغذية شبه الناقل mA 33 $(I < 33mA)$. إنَ الخلية الحاملات لشبه الناقل و كذا بلورة شبه الناقل هشة جدا و عليه يجب التعامل معها بحذر بالغ، كما يجب عليك تثبيت فكي المغناطيس جيدا.

– أوصل عينة الجرمانيوم ذات التطعيم p ثم n بأجهزة القياس و التغذية بعد وضعها بين فكي المغناطيس الكهربائي أنظر الشكل4، (تأكد من معايرة كل أجهزة القياس قبل بدء عملية القياسات).

1– قياس جهد هول U_H بدلالة شدة التيار الكهربائي I:

قم بقياس جهد هول و V_{AB} مع تغيير شدة التيار الكهربائي و ذلك من أجل قيمة التحريض المغناطيسي $0.1T$ ، ضع النتائج في الجدول التالي:

I(**mA**)		0	5	10	15	20	25	30
Ge(n)	U_H (µv)							
B=0.1 T	V_{AB}(V)							
Ge(p)	U_H (µv)							
B=0.1 T	V_{AB}(V)							

- أرسم على ورقة ميليمترية المنحني $U_H(I)$ **(الشكل 2)**.
- أحسب ميل المنحني، ثم استنتج ثابت هول R_H اذا علمت أن سمك العينة هو $d=10^{-3}$ m:
- ميل المنحني : ..... = R_H .....
- ميل المنحني : ..... = R_H .....
- إذا علمت أن عرض العينة b =10mm و طولها w = 20mm، أحسب حركية حاملات الشحنة μ_n, μ_p :
- .....

.....

- قياس جهد هول U_H بدلالة شدة التحريض المغناطيسي B :

ثبت شدة التيار عند القيمة $I = 25mA$ ثم قم بقياس جهد هول U_H من أجل قيم متعددة لشدة التحريض المغناطيسي B، دوّن النتائج في الجدول التالي:

B(**mT**)		0	50	100	150	200	250
Ge(n), I=25mA	U_H (mv)						
Ge(p), I=25mA	U_H (mv)						

- أرسم المنحنى $U_H(B)$ على ورقة ميليمترية**(الشكل 3)**.

أحسب ميل المنحنى ثم استنتج ثابت هول R_H

- ميل المنحني : ..... = R_H .....

- ميل المنحني : ..... = R_H .....

– قارن هذا الثابت مع القيمة السابقة

.....

أحسب سرعة حاملات الشحنة v_n , v_p

.....

.....

– اعط بعض التطبيقات لهذه الظاهرة

.....

.....