

## القسم الخامس Part Five

### الكهرومغناطيسية والإلكترونيات *Electromagnetic and Electronics*

23- مميزات الثنائي البلوري

*Characteristics of crystal diode*

24- النسبة بين شحنة الإلكترون ( $e$ ) وكتلته ( $m$ )

*Measurement of the ratio ( $e/m$ )*

25- قياس القوة الدافعة الكهربائية الناشئة عن حلقة مغلقة تتحرك في

مجال مغناطيسي

*Measuring the induction (e.m.f) in a conductor loop moved through a magnetic field*

26- راسم الاهتزازات المهبطي - قياس الفولتية المتناوبة

*The cathode ray oscilloscope - Measurement of a.c. voltages*

27- رسم المجال المغناطيسي

*Magnetic field planing*

28- حساب المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي

*Magnetic field due to an electric current*

obeikandi.com

اسم التجربة : مميزات الثنائي البلوري

*Experiment Name: Characteristics of crystal diode***Experiment Theory****(23.1) نظرية التجربة**

نفيدنا النظرية الذرية التي تفسر البنية الذرية للمادة، بأن إلكترونات الذرة تتوزع في مدارات أساسية، تنقسم بدورها إلى مدارات ثانوية، كما نفيد بأن هناك مناطق ممنوعة بين المدارات الأساسية والثانوية على حد سواء وفي حالة وجود أي من الإلكترونات لأسباب طارئة في أي من المناطق الممنوعة فإنها تعود بعد ذلك إلى أماكنها الأصلية إما بأن تمتص كمية من الطاقة أو تشع كمية من الطاقة وفي الحالتين تجعلها تعود إلى وضعها الأصلي، كما أن هذه النظرية تؤكد بأن عدد إلكترونات الذرة وعلى وجه الخصوص إلكترونات التكافؤ هي التي تحدد الخواص الكهربائية للعنصر، إضافة إلى كونها بعيدة عن النواة وتتمتع بمناطق محظورة كبيرة.

وهذه النظرية أيضاً تنطبق على المواد شبيهة الموصلية (*Semi Conductors*)، ولعل من أشهرها السليكون (*Silicon*) والذي يمتلك أربعة عشرة إلكترونات منها أربعة في مدار التكافؤ وهو المدار الثالث (*Covalent Orbit*) والعنصر الآخر الشهير هو الجيرمانيوم (*Germanium*) والذي يمتلك اثنتان وثلاثون إلكترونات منها أربعة في مدار التكافؤ، وهو المدار الرابع، ولعل من أهم مميزات هذه المواد هو أنها تكون نصف موصلة في درجة حرارة الغرفة

(room temperature)، بينما تكون موصلة (Conductors) في درجات الحرارة العالية. ومن الممكن أن تكون على نوعين، مواد شبه موصلة موجبة (*Positive type crystal*) وهي عادة يتم الحصول عليها بتطعيم أي من المواد شبه الموصلة بعناصر ثلاثية التكافؤ، أي تمتلك ثلاث إلكترونات في مدارها الأخير، تشكل أوامر تساهمية مع ثلاثة من إلكترونات التكافؤ في المواد شبه الموصلة (*Covalent bond*) ويبقى موضع الإلكترون الرابع على شكل فجوة (*hole*). لأنه لا يجد إلكترونات آخر يرتبط به، ولهذا يبقى الإلكترون الرابع مستعداً لاستقبال إلكترونات آخر وهذا ما يولد حالة حركية ينشأ عنها تياراً. أما النوع الثاني فهي المواد شبه الموصلة السالبة (*Negative type crystal*) وهي عادة يتم الحصول عليها بتطعيم السليكون أو الجيرمانيوم بعناصر خماسية التكافؤ، أي تمتلك خمسة إلكترونات في مدارها الأخير، تشكل أوامر تساهمية مع الأربعة إلكترونات للمادة شبه الموصلة ويبقى الإلكترون الخامس شبه سائب ومتحفز للحركة عندما تتوفر له الظروف المؤاتية.

إن الثنائي البلوري (*Crystal diode*) والذي هو محط اهتمامنا في هذه التجربة، يتكون من بلورة من النوع السالب وثانية من النوع الموجب، يفصل بينهما حاجزاً يطلق عليه الجهد الحاجز (*Barrier Potential*)، وكما يلاحظ من اسمه، فإنه يعمل على منع مرور الإلكترونات والفجوات من جهة إلى أخرى مما يؤدي إلى تجمع هذه الناقلات عند حدود وصلة البلورتين مشكلاً ما يسمى بمنطقة الاستنزاف (*Depletion layer*)، وهي طبقة رقيقة السماكة تكونها الإلكترونات من جهة البلورة السالبة والفجوات من جهة البلورة الموجبة، وهذه الوصلة من البلورتين يطلق عليها وصلة  $p-n$ ، أو (*p-n Junction*).

## Experiment Goal

## (23.2) الهدف من التجربة

- 1- معرفة خصائص الفولتية والتيار في الاتجاه الأمامي للثنائي  $p-n$   
(Forward biased)
- 2- معرفة خصائص الفولتية والتيار في الاتجاه العكسي للثنائي  $p-n$   
(Reverse biased)

## Apparatus

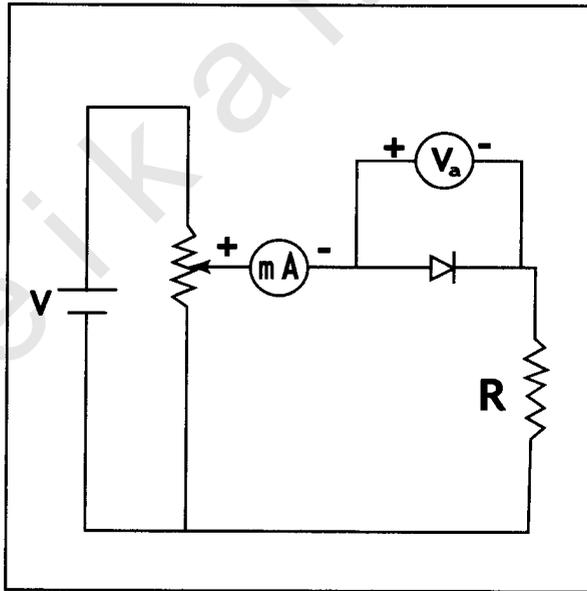
## (23.3) الأجهزة المستخدمة

مزودة قدرة من النوع (D.C Power supply) متغير الفولتية، ثنائي بلوري ( $p-n$  Junction)، مقاومة (Resistance)، فولت ميتر (Voltmeter)، أميتر (Ammeter) يقرأ بتدرجات المايكروميتر.

## Procedure & Calculations

## (23.4) طريقة العمل والحسابات

- 1- أربط الدائرة كما هو مبين في الشكل الآتي :



(شكل 23.1)

2- ابدأ من التدریجة صفر للفولتیة ولاحظ مقدار التیار علی الأمیتر.

3- ابدأ بالتغییر البطیء والتدریجی للفولتیة، ثم سجل قراءة التیار لكل تدریجہ لتحصل علی الجدول (23.1).

No	$V_a$ Volts	$I_a$ mA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

(جدول 23.1)

4- غیر مواضع قطبیه مصدر الفولتیة، بحیث تربط السلك الواصل إلى القطب الموجب فی المرة الأولى بالقطب السالب والسلك الواصل إلى القطب السالب بالقطب الموجب للبطارية.

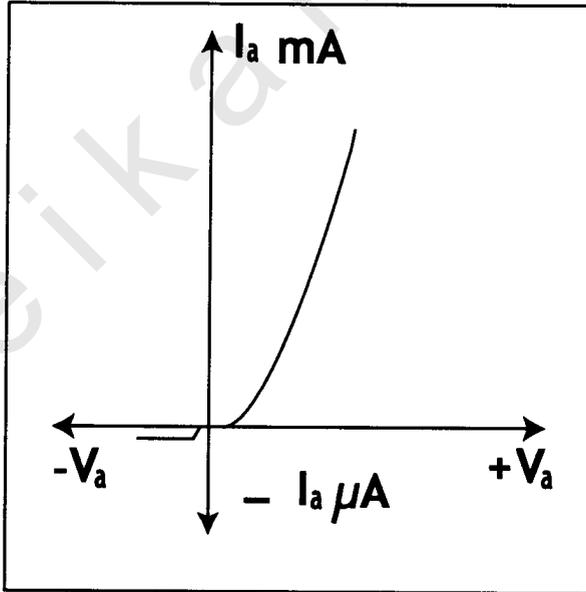
5- ابدأ من التدریجة صفر للفولتیة ملاحظاً مقدار التیار كما فعلت فی المرة الأولى.

6- ابدأ بالتغییر البطیء والتدریجی للفولتیة، ثم سجل قراءات التیار لكل تدریجہ لتحصل علی الجدول (23.2)، (لاحظ أن قراءات التیار ستكون برتبة المایکروأمیر).

No	$V_a$ Volts	$I_a$ $\mu A$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

(جدول 23.2)

7- ارسم على ورقة بيانية المنحنى ( $V_a - I_a$ ) مراعيًا مقدار التيار لكل من الحالتين. وسوف تحصل على الشكل (23.2) :



(شكل 23.2)

- 1- خذ نقطة على المنحنى البياني في الاتجاه الأمامي، وأخرى في الاتجاه العكسي، ثم أوجد مقاومة الثنائي البلوري لكلا الحالتين.
- 2- هل تعتقد بأن قانون أوم ينطبق على الثنائي البلوري؟ لماذا؟
- 3- من المنحنى الخاص بالاتجاه الأمامي، لاحظ أن التيار يبدأ بالزيادة عند مقدار محدد للفولتية، ماذا تعني لك هذه الفولتية؟ وضح ذلك بالتفصيل. هل لهذه الفولتية علاقة بالجهد الحاجز؟ وضح ذلك.
- 4- أوجد حسابياً نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.



اسم التجربة : النسبة بين شحنة الإلكترون ( $e$ ) وكتلته ( $m$ )

*Experiment Name: Measurement of the ratio ( $e/m$ )*

### *Experiment Theory*

### (24.1) نظرية التجربة

لقد أثبت العالم تومسون *J.J Thomson* في العام الميلادي 1897 أن الذي يؤدي إلى توهج جدران الأنبوب المفرغ في الهواء - في تجربته التي تحتوي على أنبوبة تومسون والتي سنوضحها فيما بعد - هو تحديداً جسيمات تحمل شحنة كهربائية سالبة عرفت بعد ذلك بالإلكترونات *electrons*، وقد تمكن هذا العالم من قياس النسبة بين شحنة الإلكترون وكتلته، والتي يطلق عليها الشحنة النوعية أو النسبية للإلكترون ( $e$ ) والتي تسمى الشحنة الأولية، وذلك لأن كتلة الإلكترون ( $m$ ) معروفة.

أما أنبوبة تومسون المفرغة من الهواء فتحتوي على فتيلة *Filament* يتم توصيلها بتيار كهربائي مناسب لتسخينها حتى تتطلق الإلكترونات منها بعد ذلك باتجاه شق ضيق تمر خلاله متوجهة إلى جدار الأنبوبة المقابل والتي تحتوي على القطب الموجب *Anode* ذي فولتية موجبة تشد الإلكترونات نحوها، يتم بعد ذلك تسليط مجال مغناطيسي منتظم ( $B$ ) بواسطة ملفات هيلمولتز *Helmholtz Coils* وبشكل عمودي على الإلكترونات المتجهة إلى جدار الأنبوبي وبسرعة ( $v$ )، عندئذٍ سوف تنشأ قوة مغناطيسية ( $F_B$ ) *Magnetic Force* تؤثر على خط الإلكترونات

المستقيم وتجعله يأخذ مساراً دائرياً *Closed Circular Track*، هذه القوة هي عبارة عن:

$$F_B = Be\mathcal{G} \quad \dots \dots (1)$$

حيث :

(B) هي شدة المجال المغناطيسي

(e) شحنة الإلكترون

(\mathcal{G}) سرعة الإلكترون

واتجاه هذه القوة يكون عمودياً على متجه سرعة الإلكترونات؛ ولذا فإن تأثيرها يصبح كتأثير القوة المركزية *Centripetal Force*، أي أن:

$$F_B = ma = \frac{m\mathcal{G}^2}{r} \quad \dots \dots (2)$$

ومن المعادلتين (1) و (2) نجد أن:

$$Be\mathcal{G} = \frac{m\mathcal{G}^2}{r}$$

$$\left(\frac{e}{m}\right) = \frac{\mathcal{G}}{Br} \quad \dots \dots (3)$$

إلا أن الطاقة الحركية التي يمتلكها الإلكترون الخاضع لتأثير فولتية المهبط *Anode* (V) تساوي :

$$\frac{1}{2}m\mathcal{G}^2 = eV$$

$$\mathcal{G}^2 = \frac{2eV}{m}$$

$$g = \left( \frac{2eV}{m} \right)^{\frac{1}{2}} \dots \dots (4)$$

وبتعويض المعادلة ( 4 ) في المعادلة رقم ( 3 ) نجد أن :

$$\left( \frac{e}{m} \right) = \frac{2V}{(Br)^2} \dots \dots (5)$$

حيث :

( B ) شدة المجال المغناطيسي

( V ) هي فولتية المهبط

( r ) نصف قطر المسار الدائري

وهي المعادلة التي نستخدمها لغرض إيجاد النسبة (e/m).

### Experiment Goal

### (24.2) الغرض من التجربة

تحديد النسبة بين شحنة الإلكترون (e) وكتلته (m).

*Estimation of the specific charge (e/m) for electrons.*

### Apparatus

### (24.3) الأجهزة المستخدمة

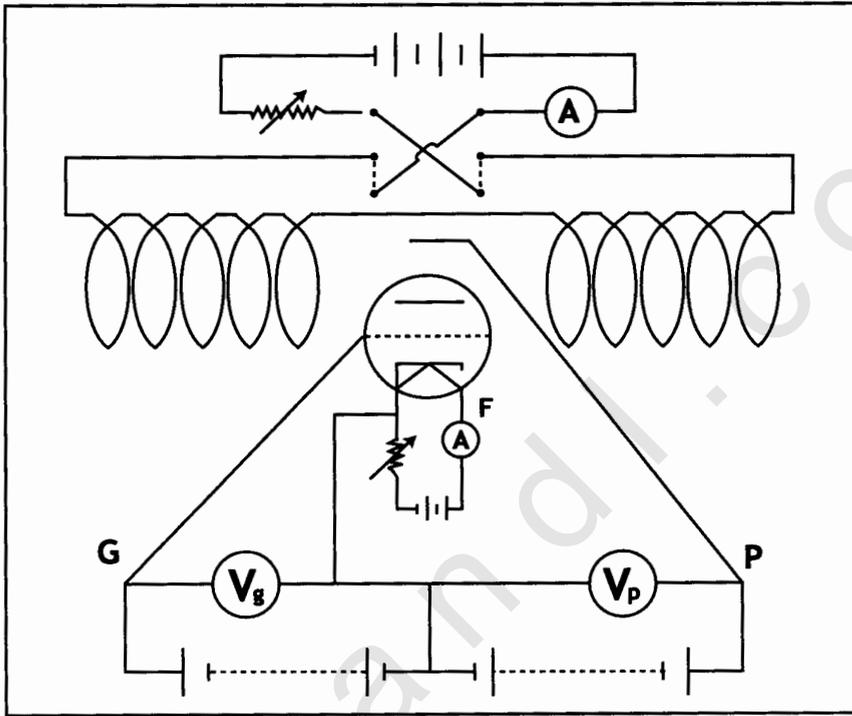
أنبوبة تومسون ذات ثلاثة أقطاب لتوليد حزمة من الإلكترونات Thomson

Tube، ملف هيلمولتز Helmholtz، جهازي قياس تيار متناوب ومستمر

Ammeters، مقاومتان متغيرتان، مجموعة من مزودات القدرة (d.c) ذوات

مقاومات متغيرة Power Supplies.

1- نربط الدائرة الكهربائية على النحو التالي :



(شكل 24.1)

2- نسمح للتيار المستمر بالمرور خلال الفتيلة لمدة دقيقتين حتى تسخن، ثم تبدأ الإلكترونات بالانبعاث.

3- نسلط الفولتية المستمرة ( $d.c$ ) بين المصعد والمهبط لتمكين الإلكترونات من المرور خلال ثقب في وسط الشبكة، ثم نبدأ بتغيير تيار الفتيلة وفولتية المصعد حتى نحصل على حزمة دقيقة من الإلكترونات، ثم نحدد فولتية الشبكة ( $V_g$ ) ونثبتها عند القيمة المناسبة شريطة أن لا تزيد عن فولتية المصعد.

4- نسلط القوة المغناطيسية ( $F_B$ ) على حزمة الإلكترونات حتى تأخذ الإلكترونات مساراً دائرياً بواسطة ملف هيلمولتز، ثم نثبت قيمة التيار ( $I$ ) المار في الملفات، ثم نحدد نصف قطر الدائرة التي تحدها الإلكترونات ( $r$ ). بعد ذلك نقوم بحساب شدة المجال المغناطيسي ( $B$ ) من المعادلة:

$$B = \frac{8\mu_0 I N}{\sqrt{125} R}$$

حيث :

( $N$ ) عدد لفات ملف هيلمولتز

( $I$ ) التيار المار خلال الملف

( $\mu_0$ ) نفاذية الفراغ *Permutivity of free space* وتساوي:

$$4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb / A.m}$$

( $R$ ) فهو نصف قطر ملف هيلمولتز

ثم نعوض في المعادلة ( 5 ) لحساب النسبة ( $e/m$ ).



- 1- لماذا يجب أن يكون المجال المغناطيسي ( $B$ ) عمودياً على مسار الإلكترونات في هذه التجربة.
- 2- بعد أن عرفت عملياً مقدار ( $e/m$ )، قارن هذه القيمة بالقيم التي تعودت استخدامها لكل من ( $e$ ) و ( $m$ ) للإلكترون.
- 3- إذا تعرض الإلكترون إلى سرعة مقدارها ( $v$ ) نتيجة لتأثير جهد مقداره ( $15.5 \times 10^6 V$ )، أوجد مقدار السرعة ( $v$ ).
- 4- أوجد حسابياً نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.
- 5- ما هي أهمية معرفة النسبة ( $e/m$ ) عن الإلكترون؟ هل لها علاقة بمكونات الذرة الأخرى؟ وضّح ذلك.
- 6- ما هي العلاقة الكهربائية بين شحنة الإلكترون وباقي مكونات الذرة؟ ومتى تكون الذرة متعادلة كهربائياً؟ ومتى لا تكون كذلك؟ وضّح ذلك.



اسم التجربة : قياس القوة الدافعة الكهربائية الناشئة عن حلقة مغلقة  
تتحرك في مجال مغناطيسي

**Experiment Name: Measuring the induction (e.m.f) in  
a conductor loop moved through  
a magnetic field**

### Experiment Theory

### (25.1) نظرية التجربة

عندما تتعرض حلقة مغلقة للشد بسرعة وهي واقعة تحت تأثير مجال  
مغناطيسي منتظم ( $\vec{B}$ )، وتسير بسرعة ثابتة ( $v$ )، هذا يعني أن قوة ثابتة يجب أن  
تؤثر على الحلقة المغلقة تساوي القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي على الحلقة  
وباتجاه معاكس لها انظر الشكل (25.1).

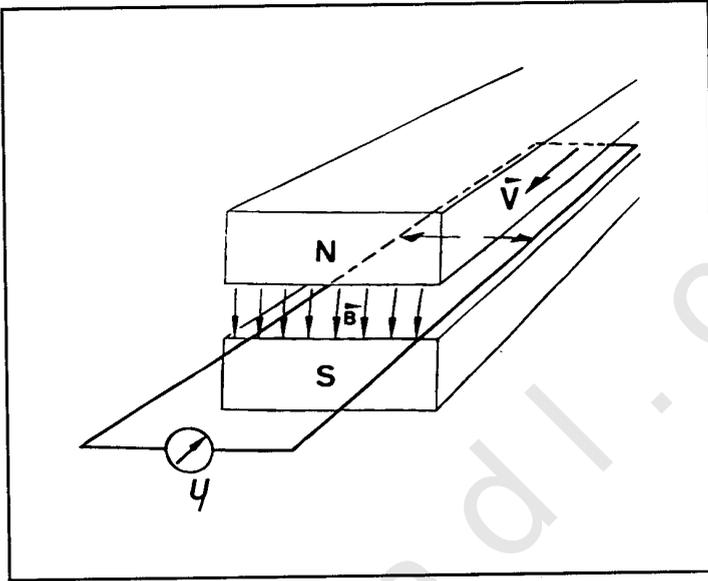
إن الهدف هنا في حقيقة الأمر هو إيجاد الطاقة اللحظية التي تؤثر على  
الحلقة بواسطة كل من المجال المغناطيسي ( $\vec{B}$ ) والتيار المار في المسار المغلق  
نتيجة حركته داخل المجال المغناطيسي، ( $i$ ) والمقدار ( $L$ ) الذي يمثل عرض  
الحلقة المغلقة.

يمكننا ذلك بدءاً من إيجاد الفيض المغناطيسي الناتج عن حركة الحلقة داخل

المجال من العلاقة الرياضية:

$$\Phi = BLX = BA$$

$$\Phi = BLX$$



(شكل 25.1)

حيث  $(L)$  هو عرض الحلقة،  $(X)$  المسافة الطويلة من الحلقة التي اعتمدها لحظة إيجاد الفيض المغناطيسي  $(\Phi)$ . إذا سوف ينشأ عن حركة الحلقة نقصان في الفيض المغناطيسي يرافقه نشوء للقوة الدافعة الكهربائية  $(\xi)$  والتي تساوي :

$$\xi = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d}{dt}(BLX)$$

$$= BL \frac{dX}{dt}$$

$$\xi = BL \vartheta$$

## Experiment Goal

(25.2) الهدف من التجربة

قياس القوة الدافعة الكهربية كتابع لكل من المجال المغناطيسي ( $\vec{B}$ ) وعرض الحلقة المغلقة ( $L$ )، وسرعة الحلقة داخل المجال ( $\omega$ ).

## Apparatus

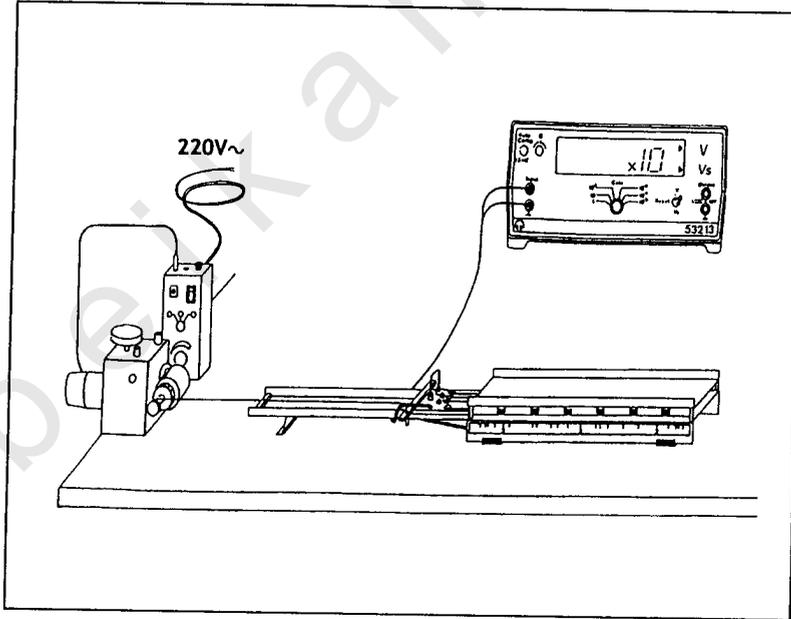
(25.3) الأدوات المستخدمة

أجهزة الحث الكهرومغناطيسي *Induction apparatus* (انظر الصورة) مكونة من صفيحتين متوازيتين يمر بينهما مجال مغناطيسي، مجموعة من الحلقات الموصلة *Conducting Loops*، موتور صغير لتحريك الحلقة داخل المجال المغناطيسي *Electric motor*، فولتمتر (*micro voltmeter*).

## Procedure

(25.4) طريقة العمل والحسابات

1- اربط الدائرة كما هو موضح في الشكل (25.2) أدناه.



(شكل 25.2)

2- استعمل الحلقة رقم ( 1 )، ثم ابدأ تدريجياً بزيادة سرعة حركتها داخل المجال المغناطيسي ، وفي كل مرة سجل مقدار قراءة الفولتميتر مستخدماً الجدول (25.1):

No	$v$ m/s	$\xi$ Volt
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

(جدول 25.1)

3- استعمل الحلقتين الثانية والثالثة مكرراً القراءات نفسها في الخطوة ( 2 ).

4- يمكنك الآن رسم خط بياني يبين سرعة تحرك الحلقة المغلقة داخل المجال المغناطيسي على المحور السيني، وقراءة الفولتميتر على المحور الصادي (والذي يعبر عن القوة الدافعة الكهربائية)، لكل حلقة من الحلقات الثلاثة.

5- قم الآن بالتحقيق العملي لقانون القوة الدافعة الكهربائية ( $\xi$ ) المحتثة لكل من الحالات الثلاثة.

$$\xi = BLv$$

- 1- ما هي علاقة قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي ، بالقوة الدافعة الكهربائية التي تأكدت من وجودها عملياً في هذه التجربة ؟ وضح ذلك.
- 2- ماذا تتوقع أن يحدث في القانون ( $\mathcal{E} = BLv$ ) إذا كانت الحلقة المغلقة على شكل سلك عرضه قليل جداً ؟ وضح ذلك.
- 3- هل يؤثر اتجاه المجال المغناطيسي على مقدار القوة الكهربائية المحتثة؟ وضح ذلك.
- 4- أوجد حسابياً نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.



obeikandi.com

اسم التجربة : راسم الاهتزازات المهبطية  
قياس الفولتية المتناوبة

**Experiment Name : The cathode ray oscilloscope  
measurement of a.c. voltages**

**Experiment Theory**

**(26.1) نظرية التجربة**

يعتبر جهاز راسم الأشعة (الاهتزازات) المهبطية (Cathode ray oscilloscope) واختصاراً يشار إليه بالأحرف الثلاثة (C.R.O.) جزءاً أساسياً في المعامل (المختبرات) التي تهتم بدراسة دوائر التيار المتناوب (a.c. Circuits)، وهو الذي يمكننا من مشاهدة الفولتيات المتناوبة على شاشته بدقة ووضوح في الوقت ذاته دون تغيير.

إن وصف هذا الجهاز الهام بشكل تخطيطي هو التعبير المباشر عن حقيقة تركيبه الداخلي، انظر الشكل (26.1) لتلاحظ الأجزاء الآتية:

(C)-1 هو عبارة عن المهبط (Cathode) الذي يتم تسخينه بواسطة المسخن (Heater) (H).

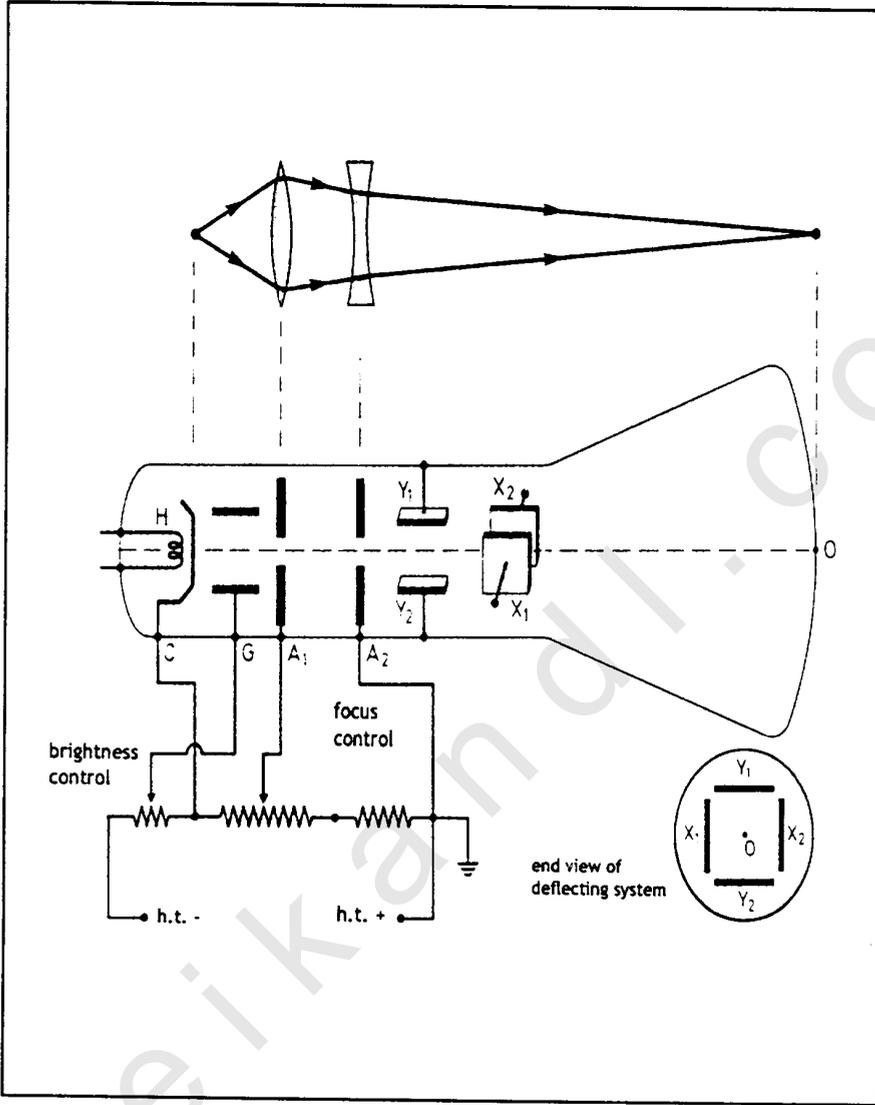
2-  $(A_1)$  و  $(A_2)$  هما عبارة عن مهبطين (*Two anodes*) تستخدمان لتسريع وتعجيل الإلكترونات المنطلقة من المهبط، وطبيعي جداً أن تكون فولتيتيهما موجبتان وذلك لجذب الإلكترونات ذات الشحنة السالبة. وهما تعملان تماماً كعدستين مقعرة (*Concave*) ومحدبة (*Convex*)، انظر الشكل (26.1)، وذلك كي يصل سيل الإلكترونات إلى النقطة ( $O$ ) مركزاً وحاداً.

3- المكونات ( $C, G, A_1, A_2$ ) تعمل جميعها على جعل حزمة أو سيل الإلكترونات المنطلقة من الكاثود نقطة مضيئة (*Bright Spot*) على الشاشة المفلورة، وغالباً ما تسمى بالبندقية الإلكترونية (*Electron Gun*).

4-  $(X_1, X_2)$  وهما الصفيحتان المسؤولتان عن حرف النقطة المضيئة عن موقعها في منتصف الشاشة المفلورة أفقياً (*Horizontally*)، وذلك بتحريك حزمة الإلكترونات ذاتها.

5-  $(Y_1, Y_2)$  وهما الصفيحتان المسؤولتان عن حرف النقطة المضيئة عن موقعها في منتصف الشاشة عمودياً (*Vertically*)، أيضاً بتحريك حزمة الإلكترونات ذاتها.

ومن الممكن التعرف على الشكل التخطيطي لموقعيهما  $(X_1, X_2)$  و  $(Y_1, Y_2)$  بمعاينة الجزء الذي يبين الشكل الأمامي لمجموعة السيطرة على انحراف حزمة الإلكترونات (*End view of deflecting system*)، كما يظهر في مركزها نقطة تجمع الأشعة ( $O$ ).



(شكل 26.1)

### Experiment Goal

### (26.2) الغرض من التجربة

استخدام راسم الأشعة المهبطية لقياس الفولتية المتناوبة.

Measurement of a.c voltages using the cathode ray oscilloscope.

### (26.3) الأجهزة المستخدمة

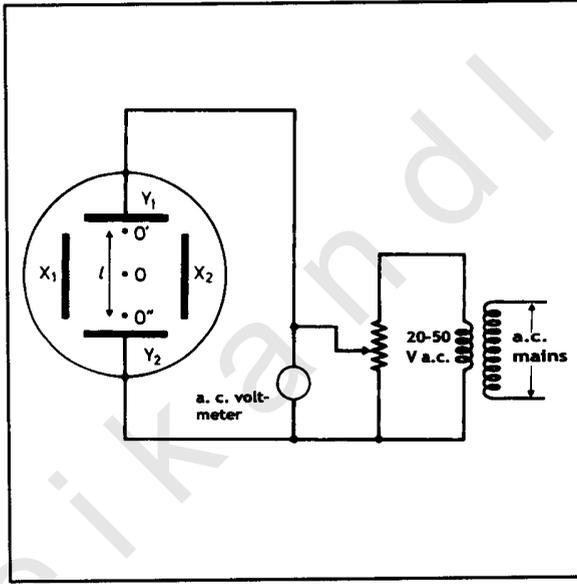
### Apparatus

راسم الأشعة المهبطية (*Oscilloscope*)، محولة كهربائية من 20 – 50  
(*a.c transformer*) volt، جهاز قياس فولتية (*a.c voltmeter*)، أسلاك  
توصيل (*Connection wires*).

### (26.4) طريقة العمل

### Procedure

1- أربط الدائرة الكهربائية كما هو موضح بالشكل (26.2).



(الشكل 26.2)

2- ضع مفتاح المؤقت الأساسي (*Time base*) على الوضع *off*- حتى تحصل  
على نقطة مضيئة على الشاشة المفلورة، وإذا لم تظهر النقطة المضيئة شغل  
المفتاح الخاص بالبحث عن الشعاع الإلكتروني (*Beam finder*) حتى تحصل  
على الخط المستقيم أو النقطة المضيئة.

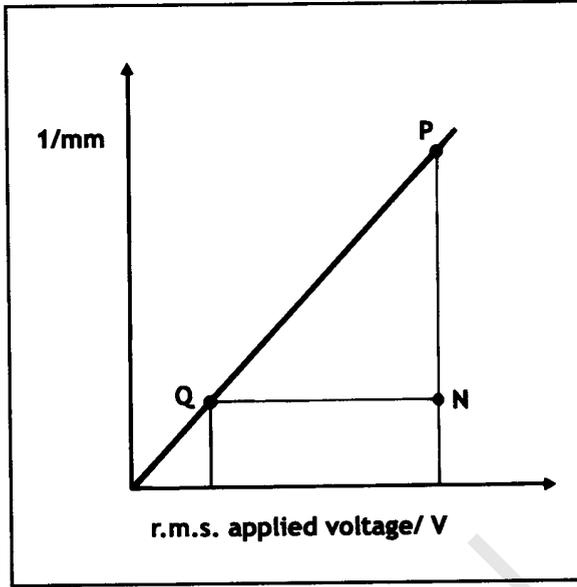
3- اربط مقداراً مناسباً من الفولتية المستمرة وذلك من خلال التحكم بالمقاومة المتغيرة الموصولة مع المحولة بالصفحتين  $(Y_1, Y_2)$  حتى يظهر أمامك الخط العمودي  $(O'O'')$ .

4- خذ الآن فكرة عملية عن مدى علاقة طول هذا الخط العمودي مع مقدار الفولتية المتناوبة، ثم خذ ست أو سبع قراءات بين أصغر طول لهذا الخط وأكبر طول له مقاساً بالملي متر، مستخدماً الجدول (26.1) :

No	Length (mm)	r.m.s Voltage (Volt)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

(جدول 26.1)

5- ارسم خطأً بيانياً بين كل من طول الخط العمودي  $(O'O'')$  مقاساً بالملي متر على المحور الصادي ( $y-axis$ ) ومقدار الفولتية التي يقرأها الفولتمتر مقاسه بالفولت على المحور السيني ( $x-axis$ ) لتحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل، انظر الشكل (26.3).



(شكل 26.3)

6- أوجد ميل الخط المستقيم ( $Slope = PN / QN$ ) ومنه أوجد حساسية انحراف راسم الأشعة المهبطية مقاسة بوحدة ( $mm/r.m.s\ Volt$ ).

7- أوجد القيمة القصوى (العظمى للجهد) من العلاقة ( $Maximum\ Voltage$ ).

$$V_{max} = 0.5 V_{r.m.s}$$

8- أوجد القيمة الفعالة للجهد ( $Effective\ Voltage$ ).

$$V_{eff} = 0.707 V_{max}$$



- 1- هل يمكنك استخدام راسم الأشعة المهبطية لقياس الفولتية المستمرة ( d.c Voltages )؟ وضّح ذلك.
- 2- هل هناك علاقة بين مبدأ عمل راسم الأشعة المهبطية والصمام الثلاثي (Triode)؟ وضّح ذلك.
- 3- ناقش شكل الخط البياني الذي حصلت عليه ، ثم بيّن لماذا يمر بنقطة الأصل.
- 4- ما هو الفرق الرئيسي بين الفولتميتر العادي وراسم الأشعة المهبطية حيث استخدمناه لقياس الفولتية المترددة؟ وضّح ذلك.
- 5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.



obeikandi.com

Experiment No ( 27 )

تجربة رقم ( 27 )

اسم التجربة : رسم المجال المغناطيسي

*Experiment Name: Magnetic field planing*

Experiment No ( 28 )

تجربة رقم ( 28 )

اسم التجربة : حساب المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي

*Experiment Name: Magnetic Field Due to an Electric Current*

*Experiment Theory*

نظرية التجربة (27.1 & 28.1)

سنقدم هنا النظرية المشتركة للتجربتين الخاصتين بالمجال المغناطيسي. أفاد العالم أورستد (*Orested*) أنه إذا مر تيار كهربائي خلال سلك معدني فإن مجالاً مغناطيسياً (*Magnetic field*) يتولد حوله، واستدل على ذلك من خلال انحراف إيبرة بوصلة (*Compass*) مجاورة للسلك كما أنه وجد أن السلك إذا كان طويلاً ومستقيماً فإن إيبرة البوصلة تستقر بوضع يكون طولها مماساً لدائرة مركزها مركز السلك، وهذا يشير إلى أن المجال المغناطيسي المتولد عن مرور التيار يكون على شكل دائرة حول السلك، أما العالم أمبير (*Ampere*) فقد وجد عملياً أن مقدار شدة المجال المغناطيسي ( $\vec{B}$ ) على مسافة ( $r$ ) من سلك طويل

\* ملاحظة : هذه النظرية مشتركة بين التجربتين (27) و (28).

يحمل تياراً كهربائياً ( $I$ ) يتناسب عكسياً مع ( $r$ ) وطردياً مع ( $I$ ) أي أن :

$$B \propto \frac{I}{r}$$

$$B = k \frac{I}{r}$$

حيث ( $k$ ) هو ثابت التناسب، وقد وجد عملياً أنه يساوي ( $\frac{\mu_0}{2\pi}$ ) حيث ( $\mu_0$ ) تمثل

النفاذية المطلقة للفراغ : *Permeability Constant*

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H / m}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r}$$

ويمكن تحديد اتجاهه باستخدام قاعدة اليد اليمنى حيث يشير الإبهام إلى اتجاه التيار وبقية أصابع اليد إلى اتجاه المجال المغناطيسي.

يمكننا عملياً رسم خطوط المجال المغناطيسي بدلالة تأثيره على إبرة مغناطيسية، حيث إن الإبرة المغناطيسية (مغناطيس صغير جداً) سوف تصطف في اتجاه المجال المغناطيسي مشيراً قطبها الشمالي إلى اتجاه المجال المغناطيسي، ومن المستحسن استخدام برادة الحديد بدلاً من البوصلة لخفة وزنها، كما أن جزيئات الحديد تتمغنط بسهولة وتعمل كل منها عمل إبرة مغناطيسية صغيرة، ولهذا تجد أنها تترتب على شكل خطوط تمثل خطوط المجال المغناطيسي المؤثر.

## Experiment Goal

(27.2 & 28.2) الغرض من التجربة

التجربة الأولى : رسم خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن سلك عمودي يسري خلاله.

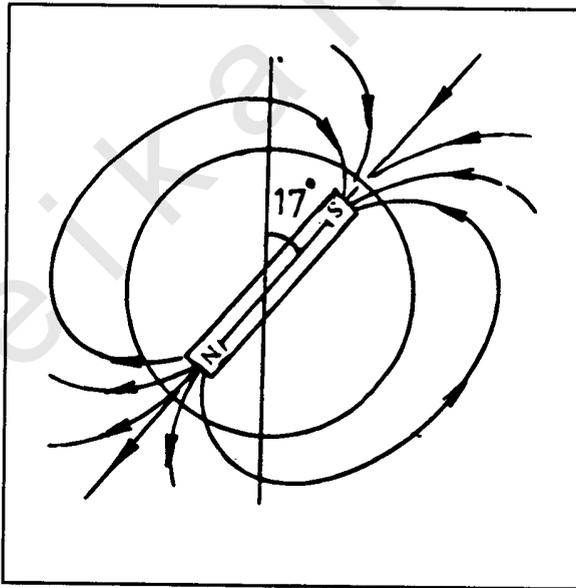
To plot the magnetic field lines round a current in a vertical wire.

التجربة الثانية : إيجاد المركبة الأفقية لشدة المجال المغناطيسي.

## Important Note

ملاحظة هامة

إن للأرض مجالاً مغناطيسياً يشبه إلى حد كبير المجال الذي يولده مغناطيس كبير داخل الأرض ينحرف محوره بزيادة مقدارها ( $17^\circ$ ) عن محور دوران الأرض إذا اعتبرنا محور دوران الأرض هو المحور الصادي في مجمل محاور متعامدة، انظر الشكل (27.1).  
وستتناول تجربتين من تجارب المجال المغناطيسي ذي الصلة بالتيار الكهربائي.



(شكل 27.1)

**Apparatus**

مجهز قدرة مستمر (*d.c power supply*)، مقاومة متغيرة (*rheostat*)، مقياس تيار مناسب (*ammeter*)، سلك معدني لإمرار التيار الكهربائي (*metallic wire*)، قطعة من الكرتون (*carton Piece*)، أسلاك توصيل (*connecting wires*).

**First Experiment :**

(27.4) التجربة الأولى :

**Magnetic Field Planing**

رسم المجال المغناطيسي

**Procedure**

(27.5) طريقة العمل

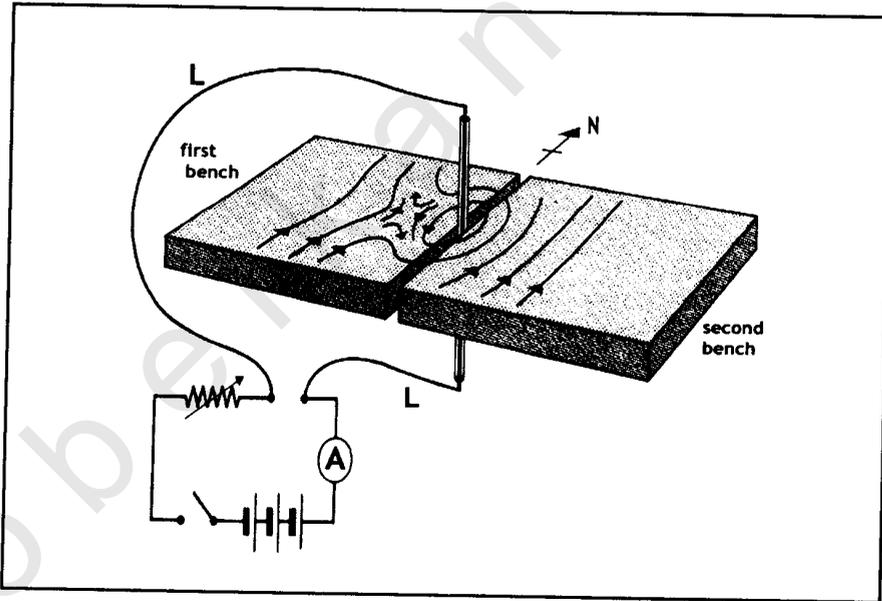
- 1- استعمل منضدة خالية من الأسلاك التي تحمل تياراً كهربائياً وبعيدة عن المواد القابلة للتمغنط ( الأنابيب، النوافذ المعدنية المصنوعة من الحديد ).
- 2- قم بتثبيت السلك النحاسي ويفضل أن يكون قطره (3-5 ملم) وهو داخل الأنبوبة بوضع عمودي على الأفق (يفضل استخدام حامل وماسك من الخشب)، انظر الشكل (27.2).
- 3- أدخل ورقة سميكة من الكرتون إلى منتصف الأنبوبة الزجاجية وثبتها بشكل يتعامد مع الأنبوبة.
- 4- قم بتوصيل الدائرة الكهربائية كما هو مبين في الشكل (27.2) مفتوحة واستخدم بوصلة لتحديد خط الزوال المغناطيسي (*N.S*).
- 5- أغلق الدائرة وغيّر المقاومة (ريوستات) حتى تحصل على تيار مقداره (*I*) أمبير على الورقة برفق وباستمرار حتى تتمكن جزيئات الحديد من الاهتزاز.

6- بعد ذلك سوف نلاحظ كيف تصطف جزيئات برادة الحديد حول السلك على شكل دوائر منتظمة ومتحدة المركز مع السلك ، وفي المناطق الأبعد فالأبعد من السلك تكون الدوائر مشوهة بسبب تأثير المجال المغناطيسي للأرض. ارسم خطوط المجال المغناطيسي متتبعاً أثر برادة الحديد، ثم عين نقطة التعادل.

7- استخدم الآن بوصلة بدلاً من برادة الحديد لرسم خطوط المجال المغناطيسي ثم عين اتجاه المجال المغناطيسي باستخدام قاعدة اليد اليمنى.

8- اعكس اتجاه التيار وكرر الخطوات (7,8).

9- اعد التجربة عندما تكون قيمة التيار ( 2 ) أمبير بدلاً من ( 1 ) أمبير.



(شكل 27.2)

إن القطب المغناطيسي القريب من القطب الشمالي للأرض هو بالحقيقة قطب مغناطيسي جنوبي لأنه يجذب القطب الشمالي لأبرة البوصلة، كما أن اتجاه المجال المغناطيسي للأرض يكون موازياً لسطح الأرض بالقرب من خط الاستواء وعمودياً على سطح الأرض في المناطق القريبة من القطبين، أما في بقية المناطق الأخرى فيكون اتجاه المجال مائلاً بزاوية مع الأفق تدعى بزاوية الميل، وهي تختلف باختلاف المناطق المحصورة بين خط الاستواء والقطبين، وعندما تتساوى شدة المجال المغناطيسي في نقطة معينة مع شدة المجال المغناطيسي للأرض، فإن تلك النقطة تدعى نقطة التعادل لأن محصلة القوى المغناطيسية بها تكون صفراً.

في تجربتنا هذه إذا ما تساوت المركبة الأفقية لشدة المجال المغناطيسي الأرضي مع شدة المجال المغناطيسي الذي يولده التيار المار في سلك عمودي تحصل على نقطة التعادل على مسافة (  $r$  ) من السلك وبقياس شدة التيار (  $I$  ) والمسافة (  $r$  ) وباستخدام المعادلة :

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r}$$

نحصل على مقدار المركبة الأفقية لشدة المجال المغناطيسي (  $B$  ) في المختبر .

## Second Experiment :

(28.4) التجربة الثانية :

حساب المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي

### Calculating of Magnetic Field Intensity (B)

#### Procedure

(28.5) طريقة العمل

- 1- استخدم الدائرة السابقة في التجربة الأولى.
- 2- خذ تياراً مقداره (3 أمبير)، ثم ذر برادة الحديد واستخدم الطريقة نفسها في التجربة الأولى حتى تحصل على خطوط المجال المغناطيسي.
- 3- ارسم المجال المغناطيسي حول السلك.
- 4- ارسم المجال المغناطيسي حول السلك باستخدام البوصلة واستمر في تضييق المساحة التي تتضمن نقطة التعادل حتى تتمكن من تحديدها بصورة دقيقة، ولفرص التأكد من صحة الموقع مرر البوصلة من شمالها إلى جنوبها.
- 5- قم بقياس المسافة الفاصلة بين السلك النحاسي ونقطة التعادل ( $r$ ).
- 6- احسب شدة المجال المغناطيسي ( $B$ ) باستخدام المعادلة :

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r}$$

- 1- عَرّف نقطة التعادل.
- 2- لماذا يكون شكل الدوائر الخاصة بالمجال المغناطيسي منتظماً كلما اقترب من السلك ومشوهاً كلما ابتعد عنه ؟
- 3- لماذا يكون القطب المغناطيسي الشمالي قريباً من القطب الجغرافي الجنوبي للأرض وكذلك العكس.
- 4- أوجد حسابياً نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

