التجربة ١

تحقيق قانون كولوم

Coulomb

نظرية التجربة

تهدف هذه التجربة إلى دراسة العلاقة بين المسافة بين شحنتين والقوة الناتجة بينهما حسب قانون كولوم الذي يعطي قيمة القوة حسب العلاقة التالية :

$$F = K \frac{q_1 q_2}{d^2} \quad \text{.....} \quad (١,١)$$

حيث q_1 هي قيمة إحدى الشحنتين و q_2 قيمة الشحنة الأخرى. و K ثابت يسمى ثابت كولوم $9\times10^9\ \mathrm{Nm^2/C^2}$ و d هي المسافة بين الشحنتين. من قانون كولوم فإن القوة التي تكون بين الشحنتين تتناسب طردياً مع قيمة كل من الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما.

تعتمد هذه التجربة على استخدام ما يسمى ميزان كولوم لحساب القوة بين شحنتين حيث يتم تعليق كرة مشحونة بسلك الميزان المحسوب له مسبقاً ثابت الالتواء ثم عندما تقترب من هذه الكرة كرة أخرى مشحونة بشحنة مماثلة في الإشارة نجد أن الكرة المعلقة تنفر مبتعدة عنها مما يسبب التواء للسلك بزاوية يتم تحديدها بلف السلك في اتجاه معاكس حتى ترجع الكرة إلى وضعها الأول قبل التأثير عليها. فبمعرفة الزاوية التي لفها السلك واستخدام ثابت الالتواء لسلك يمكن معرفة القوة التي أثرت على الكرة المعلقة

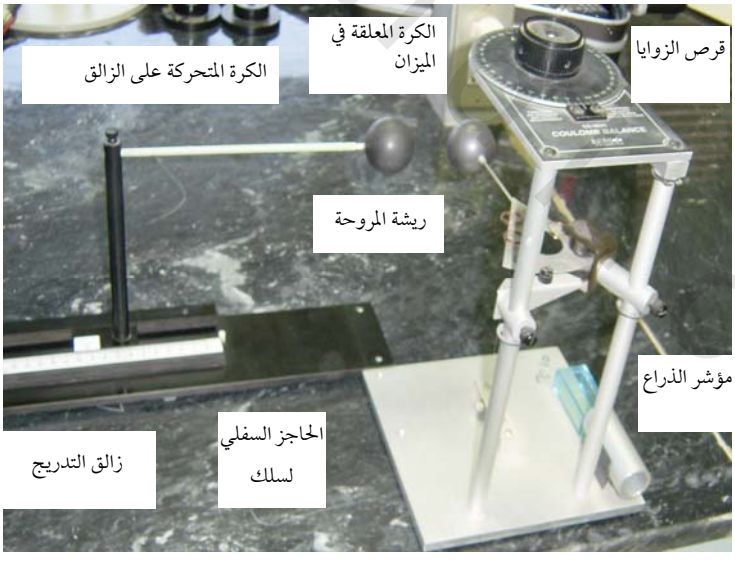
obeikandi.com

بالسلك. وبتحديد المسافة بين الكرتين المشحونتين وحساب القوة من درجة الالتواء نلاحظ العلاقة بين المسافة والقوة. وإذا ما رسمت القوة F على المحور الصادي ومقلوب مربع المسافة بين الشحنتين ($1/d^2$) على المحور السيني فإن العلاقة تظهر على شكل خط مستقيم ميله يساوي حاصل ضرب قيمة الشحنتين في ثابت كولوم:

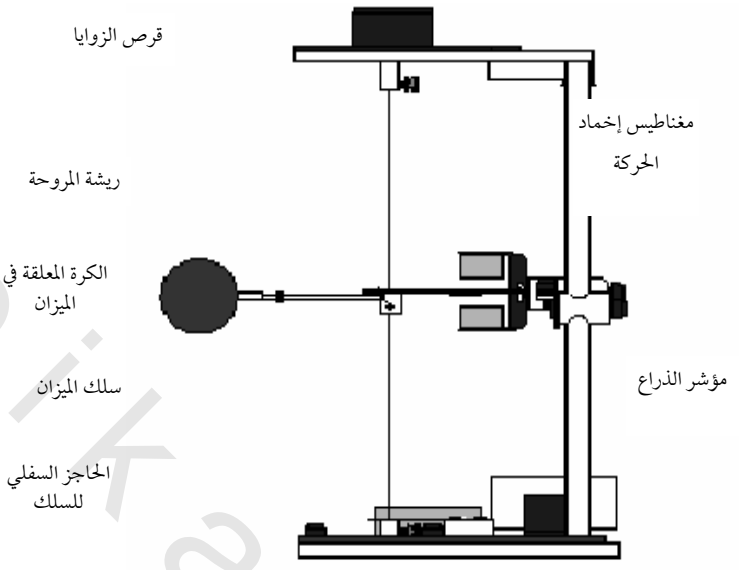
$(Slope) = Kq_1q_2$ الميل.....(١,٢)

الشكل رقم (١,١) والصورة رقم (١,١) يوضحان ميزان كولوم.

يستخدم في الميزان مغناطيس لإخماد الاهتزاز لذلك يضبط موضع ذراع المغناطيس بحيث تكون ريشة المروحة في المنتصف بين المغناطيسين. كما توجد حلقات من النحاس تشبك في ريشة المروحة و يضبط موضعها بشكل يجعل الريشة أفقية. وكذلك يجعل ارتفاع مؤشر الذراع المقابل للريشة على نفس مستوى الريشة.



الصورة رقم (١,١) توضح ميزان كولوم.



الشكل رقم (١,١). يوضح ميزان كولوم.

حساب ثابت الالتواء

إن ثابت الالتواء لسلك عادةً ما يعبر عنه بالعزم اللازم للف السلك لزاوية واحدة ومن ثم فإنه يعطى بالنيوتن متر لكل درجة. ولكن عند استخدام ميزان كولوم في هذه التجربة فإن ذراع العزم يكون قيمة ثابتة عند إيجاد ثابت الالتواء وبعد التأثير بالشحنة لحساب القوة. وثابت العزم هو المسافة بين مركز الكرة المشحونة المعلقة إلى سلك الالتواء. وعلى ذلك للتسهيل فإن ثابت الالتواء للميزان يعبر عنه بالقوة لكل درجة حسب المعادلة التالية :

$$F = T\theta \quad \text{.....} \quad (١,٣)$$

حيث θ زاوية الالتواء وT هي ثابت الالتواء.

تصحيح زاوية التواء السلك

عند تحقيق قانون كولوم يمكننا اعتبار الكرتين عندما تكون المسافة بينهما كبيرة مقارنة بحجم الكرتين بأنهما نقطتان مشحونتان points charge . ولكن عندما تكون المسافة بين الكرتين صغيرة مقارنة بحجمهما فإن القوة بين الكرتين سوف تكون أقل مما لو عوملت الكورتان كنقطتين مشحونتين. وسبب ذلك أن الشحنة تتوزع على سطح الكرة بانتظام لذلك عند المسافات الكبيرة بين الكرتين يمكن اعتبار الشحنة وكأنها عند مركز الكرة ولا يمكن ذلك عند المسافات الصغيرة.

ولنتخلص من هذا الاختلاف مع تغير المسافة بين الكرتين يتم تصحيح قيمة الزاوية من خلال ضربها في مقلوب معامل التصحيح B الذي يحسب بالمعادلة التالية :

$$B=(1-4\frac{a^3}{d^3}) \quad \text{.....} \quad (١,٤)$$

حيث a هو نصف قطر الكرة. ومن ثم فإن الزاوية المصححة θ_{co} تساوي :

$$\theta_{co}=\theta\times\frac{1}{B}=\theta\times\frac{1}{(1-4\frac{a^3}{d^3})} \quad \text{.....} \quad (١,٥)$$

أجزاء التجربة

ميزان كولوم Coulomb Balance ,أوزان صغيرة بالملي جرام, مصدر للشحن خارجي (مولد فان دي جراف), كرة معزولة لنقل الشحنة من مصدر الشحنة.

ملاحظات : يجب أخذها في الاعتبار أثناء التجربة

١- يجب وضع الجهاز أثناء التجربة بعيداً عن التيارات الهوائية.

٢- ينبغي أن يكون الميزان أثناء التجربة على طاولة مصنوعة من عازل مثل الخشب أو البلاستك ؛ لعدم تجمع شحنة على الطاولة تؤثر على التجربة.

obeikandl.com

٣- إبعاد الجهاز كذلك عن كل ما يمكن أن يشحن أو تتكون عليه شحنة بالحث تؤثر على التجربة.

٤- أثناء إجراء التجربة يجب الوقوف مباشرة خلف الميزان(الجهة المعاكسة للكرة) على أبعد مسافة ممكنة لتقليل تأثير الشحنات التي قد تتواجد أو تتجمع على ملابس مجرى التجربة مع تجنب الاقتراب من الكرتين بعد شحنها.

٥- إجراء كامل التجربة في أسرع وقت ممكن بعد الشحن.

خطوات التجربة

أ) حساب ثابت الالتواء للسلك Torsion Constant

لحساب ثابت الالتواء لسلك في ميزان الالتواء يتم ما يلي :

١- ضع الميزان على جانبه مع استخدام الإسناد الجانبي للميزان ووضع الأنبوب المرفق بالتجربة لإسناد الكرة عند نزولها إلى أسفل كما في الشكل رقم (١,٢) والصورة رقم (١,٢).

٢- صفّر ميزان الالتواء وذلك بتحريك قرص الزوايا إلى الصفر ثم اجعل مؤشر ريشة المروحة ينطبق على مؤشر الذراع وذلك بلف السلك في الاتجاه المناسب من الأسفل بواسطة الحاجز السفلي لسلك الالتواء.

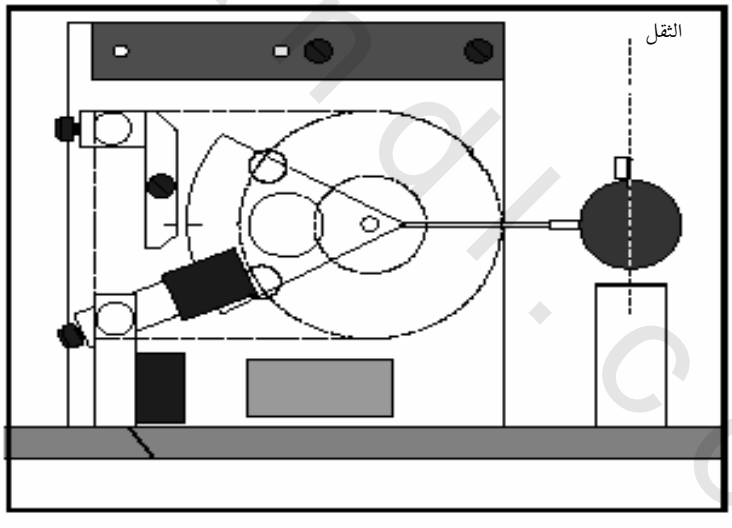
٣- ضع الكتلة 20mg على منتصف سطح الكرة ثم قم بتدوير قرص الزاوية حتى ينطبق مؤشر ريشة المروحة مع مؤشر الذراع مرة أخرى كما كانا سابقاً قبل وضع الكتلة. سجل الزاوية والكتلة في الجدول رقم (١,١).

٤- كرر الخطوات السابقة عند 40mg ,50mg, 70mg وسجل القيم في الجدول رقم (١,١). ثم أكمل الجدول وذلك بحساب مقدار القوة المؤثرة للثقل الموضوع وكذلك قيمة ثابت الالتواء حسب المعادلة رقم (١,٣).

٥- احسب متوسط ثابت الالتواء من الجدول رقم(١,١).

obeikandl.com

الصورة رقم (١,٢) توضح وضع الجهاز لحساب ثابت الالنواء.



الشكل رقم (١,٢). يوضح وضع الجهاز و أجزاءه لحساب ثابت الالنواء.

ب) تأثير المسافة بين الكرتين المشحونتين على القوة بينهما

١- اضبط الجهاز وذلك بتصفير تدريج الزوايا على الصفر وكذلك بجعل مؤشر ريشة المروحة على مؤشر الذراع. استخدم القدمة لقياس نصف قطر إحدى الكرتين a (الكرتين لهما نفس القطر).

٢- اجعل الكرة المعلقة في الميزان والكرة على زالق التدريج تماماً ملتصقتين ثم اضبط موضع الكرة على التدريج بحيث يساوي قطر الكرة 2a (المسافة بين مركزي الكرة) ثم ثبت لوح الزالق المدرج بحيث لا يتحرك على طول التجربة.

٣- أبعد الكرة التي على الزالق عن الكرة المعلقة 20cm ثم خذ شحنة بواسطة كرة معزولة من مولد فان دي جراف ولامس بها الكرة التي على الزالق وبعد ذلك خذ شحنة مرة أخرى من مولد فان دي جراف ولامس بها الكرة المعلقة على الميزان.سوف تلاحظ التنافر بين الكرتين.

٤- لف قرص الزوايا حتى ينطبق مؤشر ريشة المروحة على مؤشر الذراع ثم سجل المسافة والزاوية في الجدول رقم (١,٢).

٥- كرر الخطوات السابقة عند مسافات أقصر من خلال تقريب الكرة التي على الزالق وسجل الزاوية المناظرة لإرجاع الكرة المعلقة ثم سجل المسافات والزوايا المناظرة في الجدول رقم (١,٢).

٦- أكمل الجدول رقم (١,٢) وذلك بحساب معامل التصحيح B لكل مسافة ثم احسب الزاوية المصححة وبعد ذلك القوة بضرب الزاوية المصححة في ثابت الالتواء T .

٧- ارسم العلاقة بين القوة على المحور الصادي والمسافة d على المحور السيني.

٨- ارسم العلاقة بين القوة على المحور الصادي ومقلوب مربع المسافة ($1/d^2$) على المحور السيني ثم أوجد قيمة حاصل ضرب الشحنتين q_1q_2 من ميل الخط المستقيم حسب المعادلة رقم (١,٢).

obeikandl.com

النتائج و القياسات

الجدول رقم (١,١)

ثابت الالتواء (T) N/degree	الزاوية (θ) degree	القوة F N	الكتلة (m) mg

متوسط قيمة ثابت الالتواء T :

نصف قطر الكرة (a) :

الجدول رقم (١,٢).

القوة (F) N	المصححة θ_{co} الزاوية	الزاوية θ	معامل التصحيح B	مربع مقلوب المسافة m^{-2}	المسافة (d) m

ميل الخط المستقيم :

قيمة حاصل ضرب الشحنتين q_1q_2 :

obeikandi.com

الأسئلة

١- ما هي نوعية التناسب بين قيمة الشحنات على الكرتين والقوة التي سوف تحصل بينهما؟

كيف تثب ذلك عملياً؟

٢- كيف تحصل على قوة تجاذب بين الكرتين؟

٣- ماذا تحتاج أن توجد في هذه التجربة لكي تحسب ثابت كولوم عملياَ؟

٤- إذا كان المتغير لديك إحدى الشحنتين مع ثبوت المسافة بين الكرتين والشحنة الأخرى فماذا يعطيك معدل تغير القوة بالنسبة لقيمة الشحنة المتغيرة (الميل) وكيف تحصل عليه بالرسم؟

٥- كيف يكون توزيع الشحنة على الكرة ولماذا؟

٦- احسب الانحراف المعياري Standard deviation والخطأ المعياري Standard error لقيمة ثابت الالتواء.

obeikandl.com

obeikandl.com

التجربة ٢

استخدامات جهاز متعدد القراءات (الملتيميتر Multimeter)

الهدف من التجربة

الهدف من هذه التجربة التأكد من معرفة كيفية استخدام جهاز متعدد القراءات الملتميتر Multimeter ومعرفة الرموز الفيزيائية الخاصة باستخداماته.

إن هذا الجهاز يسمى بجهاز متعدد القراءات أو القياسات (والترجمة اللفظية له متعدد العدادات) لأنه يستخدم لقياس مجموعة من القياسات المختلفة مثل الجهد والتيار والمقاومة وكذلك يستخدم في التأكد من سلامة توصيل الدوائر الكهربائية. فهو يسمى جهاز فولت ميتر(عداد الجهد الكهربائي) عندما يستخدم لقياس فرق الجهد و أميتر عندما يستخدم لقياس التيار و أوم ميتر عندما يستخدم لقياس المقاومة وهكذا....وهناك حديثاً أجهزة منها متطورة تستطيع قياس تردد فرق الجهد والسعة للمكثفات إلى حدود معينة. لذلك يعتبر هذا الجهاز من الأجهزة الأساسية الأولية التي يجب على الطالب أن يتدرب على استخداماتها في مجال القياسات الكهربائية .

توضح الصورة رقم (٢,١) جهاز الملتيميتر حيث يختلف شكل الجهاز من شركة مصنعة إلى أخرى وكذلك تختلف في عدد الوظائف ومدى دقة القياس.

obeikandl.com

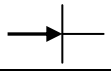
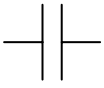
الصورة رقم (٢,١). توضح جهاز متعدد القراءات.

كيفية اختيار نوعية القياس

هناك خيارات متعددة للجهاز يتم تحديدها حسب ما يراد قياسه وذلك من خلال معرفة الرموز الموضوعة على الجهاز وهي كما يلي :

الرمز	معناه
V ، ~	لقياس فرق الجهد(V) المتردد AC (~) (Alternating Current) .
V ، ⎓	لقياس فرق الجهد(V)المستمر DC (⎓) (Direct Current).
A ، ~	لقياس شدة التيار(A) المتردد (~) بالأمبير.
A ، ⎓	لقياس شدة التيار(A) المستمر(⎓) بالأمبير.

obeikandl.com

Ω	لقياس قيمة المقاومة ومعرفة قيمتها بوحدة أوم (Ω).
	لإصدار صوت يدل على توصيل الدائرة الكهربائية بين طرفي الملتميتر .
Hz	لقياس التردد للجهد الكهربائي (محدد في بعض الأجهزة حتى قيمة 200KHz)
	يستخدم هذا الرمز لاختبار الموحدات بقياس فرق الجهد لوصلة الموحد.
	رمز المكثف ويستخدم لقياس سعة المكثفات .
mA	لقياس التيارات الصغيرة حتى أقل من 1A.
10A	لقياس التيارات من 1A إلى 10A.

(ملاحظة : هذه الرموز ليست لجميع الأجهزة بل هو مثال لجهاز معين)

طريقة تشغيل الجهاز وتوصيله

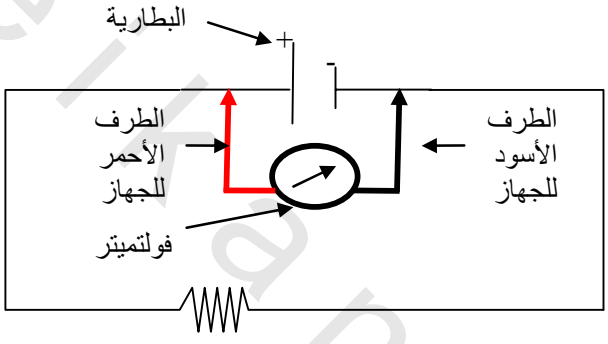
للجهاز سلكان أحدهما أحمر اللون والآخر أسود اللون ومن المستحسن توصيل السلك ذي اللون الأحمر بالقطب الموجب (+) الأحمر اللون في الجهاز والسلك ذي اللون الأسود بالطرف الأسود الذي عادة ما يكون مكتوباً عليه Com وهو اختصار لكلمة مشترك (Common) . وهناك طرف للجهاز مكتوب عليه10A وهذا الطرف يوصل فيه سلك ذو اللون الأحمر في حالة قراءة التيار من 1A - 10A ولذلك ليس من العادة توصيل الطرف الأحمر بهذا الطرف إلا في حالة استخدام متعدد القراءات كأميتر والتيار يكون من 1A- 10A . وتختلف أطراف توصيل الجهاز من جهاز إلى أخر حسب الشركة المصنعة.

obeikandl.com

كيفية قياس فرق الجهد وشدة ا لتيار الكهربائي

قياس فرق الجهد

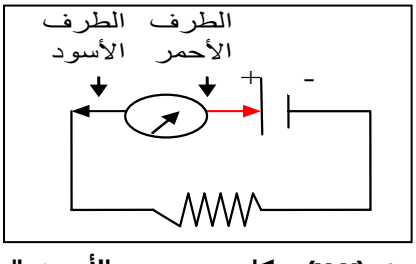
يوصل الجهاز على التوازي مع النقطتين اللتين يراد قياس فرق الجهد بينهما أو معرفة قيمة المقاومة المطلوبة بعد اختيار رمز ما يراد قياسه مثال ذلك قياس فرق الجهد بين طرفي بطارية كما في الشكل رقم (٢,١) :



الشكل رقم (٢,١). شكل يوضح موضع الفولتميتر في الدائرة الكهربائية.

قياس شدة التيار الكهربائي

عند قياس التيار الكهربائي في دائرة كهربائية يجب توصيل جهاز متعدد القراءات (الملتيميتر) في الدائرة على التوالي كما هو مبين في الشكل رقم (٢,٢).



الشكل رقم (٢,٢). شكل يوضح موضع الأميتر في الدائرة الكهربائية.

obeikandl.com

الأجهزة المستخدمة

جهاز قياس متعدد القراءات, مقاومات متنوعة مختلفة القيمة, مكثفات متنوعة مختلفة القيمة,أسلاك توصيل متنوعة , منبع جهد كهربائي متردد ومستمر, قاطعة توصيل كهربائي (fuse).

خطوات العمل

قياس فرق الجهد المتردد ومعرفة مقدار التردد

هناك منبعان للجهد المتردد لطاولة المعمل هما المنبع A والمنبع B قم بتحديد أيهما 110V أو 220V . (يجب ملاحظة أن تختار رمز V وبعد ذلك رمز ~ (أي متردد) ، بعد ذلك قس التردد الخارج من المنبعين A و B (بعد اختيار الرمز Hz). وبعد ذلك دون النتائج في الجدول التالي :

المنبع المتردد	فرق الجهد v	التردد Hz
المنبع A		
المنبع B		

قياس فرق الجهد المستمر(V)ومعرفة قطبي البطارية والتحقق من قانون توصيل البطاريات

ما هو مقدار فرق الجهد بين طرفي البطارية A و B ؟

حدد قطبي البطارية الموجب من السالب (إذا وصل القطب الموجب للبطارية على الطرف الموجب للملتميتر تكون قراءة الملتميتر موجبة).

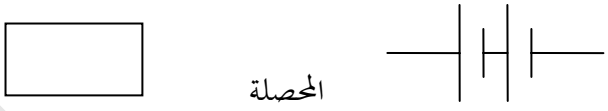
ثم دون النتائج في الجدول التالي :

obeikandl.com

البطارية	الجهد V	القطب A	القطب B
A			
B			

ما مقدار محصلة توصيل البطاريتين على الوضعين التاليين؟

• الوضع الأول:



• الوضع الثاني:

التأكد من التوصيل

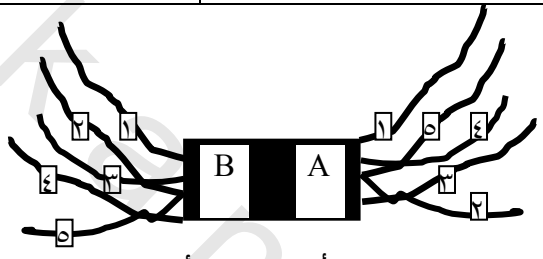
للتأكد من التوصيل يتم اختيار الرمز في الملتيميتر ثم الاختيار بينه وبين المقاومة من خلال الإزار المرسوم عليه هذا الرمز. حيث يعطي الجهاز صوت جرس عندما يكون هناك اتصال بين طرفيه.

• لديك حزمة من الأسلاك مربوطة من الوسط كما في الشكل رقم (٢,٣) ويوجد من ضمن هذه المجموعة أسلاك مقطوعة (غير موصلة للكهرباء). من هذه المجموعة أوجد الأسلاك غير الموصلة للتيار الكهربائي (المقطوعة). سوف يكون للسلك غير المقطوع رقمان في الطرف A والطرف الآخر B . أما السلك المقطوع فلن يكون له طرف آخر.

obeikandl.com

دون أرقام الأسلاك المتصلة في الجدول التالي :

رقم السلك في الطرف A	رقم السلك في الطرف B



الشكل رقم(٢,٣). يوضح أطراف حزمة الأسلاك المتصلة من الوسط.

• يوجد لديك قاطعان (fuses) هما رقم (١) ورقم(٢) أيهما صالح للاستعمال(القاطع الصالح هو الذي يعطي الجهاز صوت جرس دلالة على أنه متصل بين طرفية من الداخل) :

إذاً القاطع الصالح للاستخدام هو رقم : ☐

إيجاد قيمة المقاومة والتحقق من قانوني التوصيل على التوالي والتوازي

لقياس قيمة المقاومات يتم اختيار رمز المقاومة Ω في الجهاز .

• توجد مقاومات تم التمييز بينها بوضع أرقام عليها أوجد قيم المقاومات المجهولة . ثم دون النتائج في الجدول التالي :

obeikandl.com

رقم المقاومات	قيمة المقاومة(Ω)

• صِل جميع المقاومات على التوالي ومن ثم أوجد المحصلة الكلية لها تجريبياً(عملياً).

إذاً المحصلة الكلية للمقاومات على التوالي هي : أوم.

• صِل جميع المقاومات على التوازي ومن ثم أوجد المحصلة الكلية لها تجريبياً(عملياً).

إذاً المحصلة الكلية للمقاومات على التوازي هي : أوم.

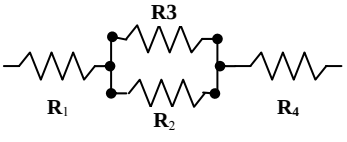
• أوجد قيمة توصيل جمع المقاومات على التوالي والتوازي نظرياً.

ومن ثم قارن النتيجة التي حصلت عليها نظرياً بالقيمة التي حصلت عليها عملياً ، حيث إن :

قانون التوصيل على التوازي هو : $\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \ldots \frac{1}{r_n}$ فالمحصلة هي : أ وم

وقانون التوصيل على التوالي هو : $R = r_1 + r_2 + r_3 + \ldots . r_n$ فالمحصلة هي : أوم

• صِل بعض المقاومات على التوازي والتوالي بحيث تكون محصلتها تقريباً 118.2 أوم. إذاً قيم المقاومات هي (، ، ،). موصلة كالتالي :



obeikandl.com

إيجاد سعة المكثفات

لقياس سعة المكثف يتم وضع قرص الجهاز على الشكل ⊣ ⊢

• توجد مجموعة من المكثفات مجهولة القيمة وضع عليها أرقام للتمييز بينها أوجد قيم جميع المكثفات المعطاة لك . ثم دون نتائجك في الجدول التالي :

رقم المكثف	السعة (F)

• صل جميع المكثفات على التوازي ، ومن ثم أوجد محصلتها عملياً .

محصلة المكثفات على التوازي عملياً تساوي : .....

• صل جميع المكثفات على التوالي ، ومن ثم أوجد محصلتها عملياً .

محصلة المكثفات على التوالي عملياً تساوي : .....

• أوجد قيمة محصلتها على التوالي والتوازي نظرياً ثم قارنها بالقيمة العملية ، حيث إن :

قانون التوصيل على التوالي هو : $\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+...\frac{1}{C_n}$

محصلة المكثفات على التوالي نظرياً تساوي : فاراد

وقانون التوصيل على التوازي هو : $C = C_1 + C_2 + C_3 + ... C_n$

محصلة المكثفات على التوازي نظرياً تساوي : فاراد

obeikandl.com

الأسئلة

١- ما معنى الرموز التي توجد على جهاز متعدد القراءات؟

٢- حدد إشارة الأقطاب التي يستخدم لها عادة اللون الأحمر والأسود أو الأزرق.

٣- إذا اتصلت مقاومتان أو مكثفان على التوالي هل يتصل كل منهما بالآخر بطرف واحد أم بطرفين ؟

٤- إذا اتصلت مقاومة أو مكثف على التوازي هل يتصل كل منهما بالآخر بطرف واحد أم بطرفين؟

٥- ما هي قيمة المقاومة بين طرفي سلك أو موصل يتوقع وجود قطع فيه؟

٦- ما هو قانون التوصيل على التوالي والتوازي للمقاومات والمكثفات؟

٧- ما الفرق بين توصيل الأميتر والفولتميتر في الدائرة؟ اشرح ذلك عملياً.

obeikandl.com

التجربة ٣

تحقيق قانون أوم والتوصيل على التوالي والتوازي للمقاومات من خلال قيمة الجهد والتيار

نظرية التجربة

توجد الإلكترونات الحرة في المواد جيدة التوصيل الكهربائي وسميت بالحرة لحريتها في الحركة داخل هذه المواد .وإذا ما وضعت هذه المواد أو المادة بين طرفي فرق جهد كهربائي ويرمز له (V) فإن هذه الإلكترونات تتحرك تحت تأثير الجهد الكهربائي. وحركة هذه الإلكترونات (الشحنة السالبة) تعرف بالتيار الكهربائي ويرمز له (I) وهو مقدار هذه الشحنة الكهربائية التي تمر في وحدة الزمن ويتناسب التيار الكهربائي (I) مع فرق الجهد المطبق على طرفي المادة الموصلة مع ثبوت خواص المادة ودرجة الحرارة :

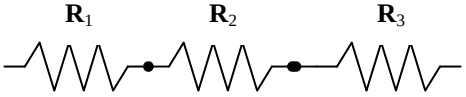
$$V \ \alpha \ I$$

وبإزالة التناسب بوضع ثابت تناسب بين المتغيرين فإننا نحصل على قانون أوم وهو :

$$V \ = \ R \ I$$

حيث هذا الثابت R يعرف بمقاومة الموصل وتعرف وحدة المقاومة بالأوم Ω.

وإذا ما تم توصيل المقاومات على التوالي كما في الشكل التالي :

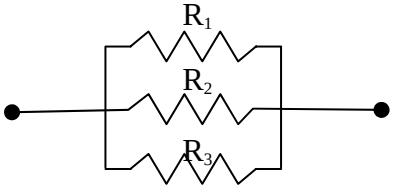


obeikandi.com

فإنه يمكن التعبير عن المقاومات بمقاومة واحدة مكافئة R تكون قيمتها كما يلي :

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

أما إذا تم توصيل المقاومات على التوازي كما في الشكل التالي :



فإنه يمكن التعبير عن المقاومات بمقاومة مكافئة R تكون قيمتها كما يلي :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

وفي هذه التجربة يمكن التحقق من قانون أوم وذلك بإيجاد قيمة المقاومات. ثم يتم التحقق من قانون التوصيل على التوالي والتوازي وذلك من خلال توصيلها وإيجاد المقاومة المكافئة لهذا التوصيل سواء على التوالي أو على التوازي .

إن إيجاد قيمة المقاومة عملياً يكون بتغيير فرق الجهد المطبق على المقاومة وتسجيل التيار المناظر له أو العكس تغيير التيار وتسجيل فرق الجهد. و برسم فرق الجهد على المحور الصادي والتيار على المحور السيني وأخذ الميل للخط المستقيم الناتج نحصل على المقاومة حيث الميل (المقاومة) هو معدل تغير فرق الجهد بالنسبة للتيار:

$$V = RI$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{V_2 - V_1}{\mathrm{I}_2 - \mathrm{I}_1} = R$$

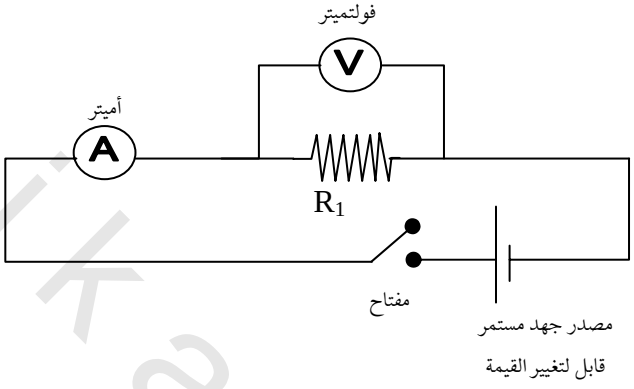
الأدوات المستخدمة

مصدر جهد مستمر قابل لتغيير القيمة ، مقاومات مختلفة القيمة ، أميتر ، فولتميتر ، أسلاك توصيل (لوحة توصيل).

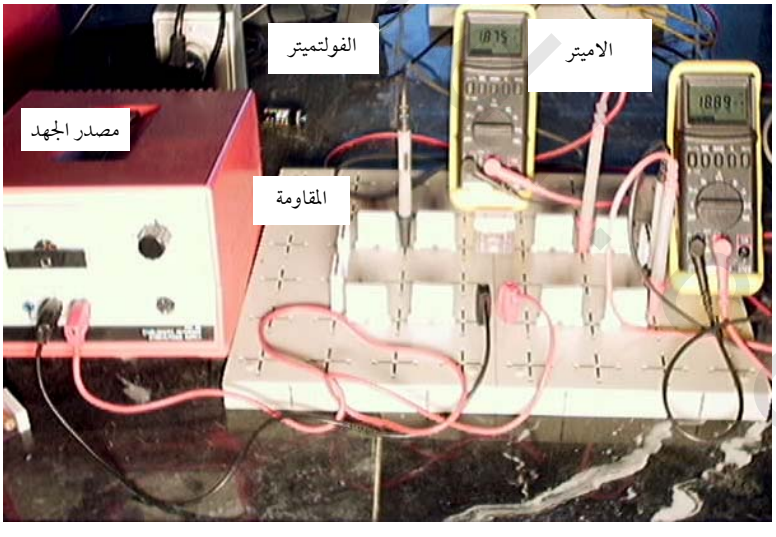
oberikanor.com

خطوات التجربة

١- صل الدائرة الكهربائية كما في الشكل رقم (٣,١) وما يتضح لك من الصورة رقم (٣,١) استخدم المقاومة R_1 لإيجاد قيمتها في الدائرة .



الشكل رقم (٣,١). يوضح توصيل الدائرة الكهربائية للتجربة.



الصورة رقم (٣,١). توضح الأجهزة وتوصيل الدائرة الكهربائية.

obeikandl.com

٢- ارفع مقدار الجهد من مصدره المستمر مقداراً مناسباً وسجل الجهد والتيار المار في الدائرة في الجدول رقم (٣,١) .

٣- كرر الخطوة رقم (٢) بزيادة الجهد وتسجيل مقدار الجهد والتيار في الجدول رقم (٣,١).

٤- ارسم علاقة بيانية بين الجهد على المحور الصادي والتيار على المحور السيني . ثم احسب ميل الخط المستقيم الذي هو عبارة عن قيمة المقاومةR_1 .

٥- غير المقاومة R_1 بالمقاومة R_2 ثم احسب قيمتها بنفس الطريقة السابقة التي استخدمتها لإيجاد R_1 مسجلاً قيم فرق الجهد والتيار في الجدول رقم (٣,٢).

٦- قم بتوصل المقاومتين R_1 و R_2 على التسلسل(التوالي) ثم أوجد قيمة المقاومة المكافئة لهما عن طريق تغيير الجهد المطبق عليهما وتسجيل فرق الجهد والتيار كما سبق في الجدول رقم (٣,٣) ثم ارسم و أوجد الميل الذي هو عبارة عن قيمة المقاومة المكافئة لهما R_S .

٧- قم بتوصيل المقاومتين على التوازي ثم أوجد القيمة المكافئة لهما بنفس الطريقة السابقة. سجل قيم فرق الجهد والتيار في الجدول رقم (٣,٤) ثم ارسم وأوجد الميل الذي هو عبارة عن قيمة المقاومة المكافئة R_P .

القياسات والنتائج

الجدول رقم (٣,١).

التيار (A)	فرق الجهد (V)

الجدول رقم (٣,٢).

التيار (A)	فرق الجهد (V)

الجدول رقم (٣,٣).

التيار (A)	فرق الجهد (V)

الجدول رقم (٣,٤).

التيار (A)	فرق الجهد (V)

obeikandi.com

R_1 = Ω

R_2 = Ω

القيمة النظرية عند توصيل R_1 و R_2 على التوالي هي :

$R_S = R_1 + R_2 =$ Ω

القيمة العملية الناتجة لتوصيل R_1 و R_2 على التوالي هي :

$R_S =$ Ω

القيمة النظرية لتوصيل R_1 و R_2 على التوازي هي :

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{} + \frac{1}{}$$

$R_p =$ Ω

القيمة العملية لتوصيل R_1 و R_2 على التوازي هي :

$R_P =$ Ω

إجراء التجربة بواسطة الوسيط البيني (interface) والكمبيوتر

يمكن إجراء هذه التجربة بواسطة الكمبيوتر والوسيط البيني(interface) مما يسهل سرعة الحصول على النتائج والرسم المباشر على الكمبيوتر كما إن الوسيط البيني يحتوي على مصدر الجهد المستمر والفولتميتر و الأميتر . ويوضح الشكل رقم(٣,٢) والصورة رقم (٣,٢) توصيل الدائرة باستخدام الوسيط البيني.

خطوات التجربة بالكمبيوتر

١- صل الدائرة الكهربائية للتجربة كما في الشكل رقم (٣,٢) وما يتضح لك من الصورة (٣,٢) .لاحظ توصيل القناة A التي خصصت لقياس التيار(أميتر) يمكن توصيلها مباشرة إلى مصدر الجهد كما في الشكل رقم (٣,٢) ويمكن توصيلها بلوحة

obeikandl.com

التوصيل بشرط ألا يكون بين قطبيها سلك توصيل كما في الصورة رقم (٣,٢) وكلا التوصيلتين صحيح وهما في حقيقة الأمر توصيل واحد.

٢- في هذه التجربة اختر في برنامج الوسيط البيني القناة B كفولتميتر واختر القناة A كأميتر و كذلك خيار إظهار قيمة الفولت والتيار يدوياً. وخذ الجهد على المحور الصادي والتيار على المحور السيني.

٣- أولاً أوجد قيمة R_1 بتوصيلها في الدائرة لوحدها فقط . زد قيمة الجهد تدريجياً وأمر الكمبيوتر بتسجيل الجهد و التيار عند كل زيادة حتى تحصل على خط مستقيم مرسوم مباشرة بين الجهد والتيار. أوجد ميل هذا الخط المستقيم وهو قيمة المقاومةR_1 .

٤- أوجد قيمة المقاومة R_2 بنفس الخطوات السابقة.

٥- قم بتوصيل R_1 و R_2 على التوالي وضعهما في الدائرة وأوجد قيمة المقاومة المكافئة لهما كذلك بتكرار الخطوة رقم (٣) .

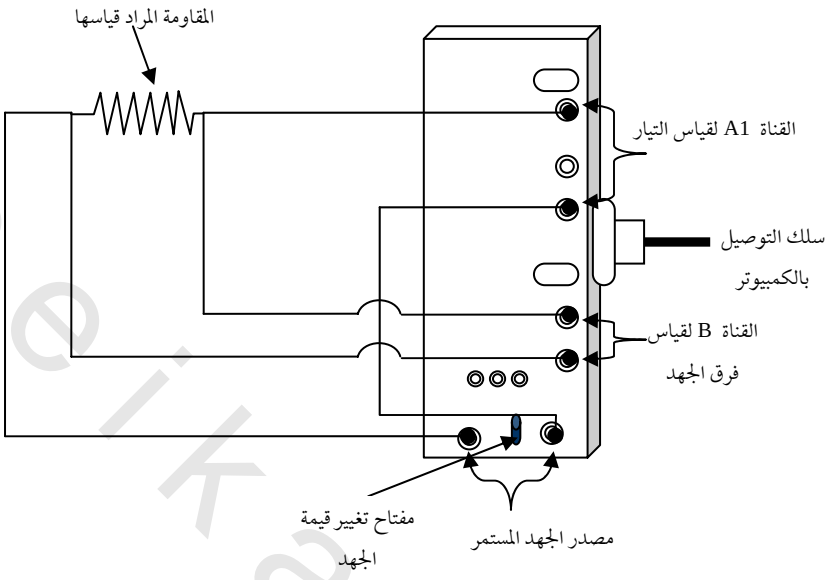
٦- قم بتوصيل R_1 و R_2 على التوازي في الدائرة و أوجد قيمة المقاومة المكافئة لهما بنفس الطريقة السابقة.

ملاحظة

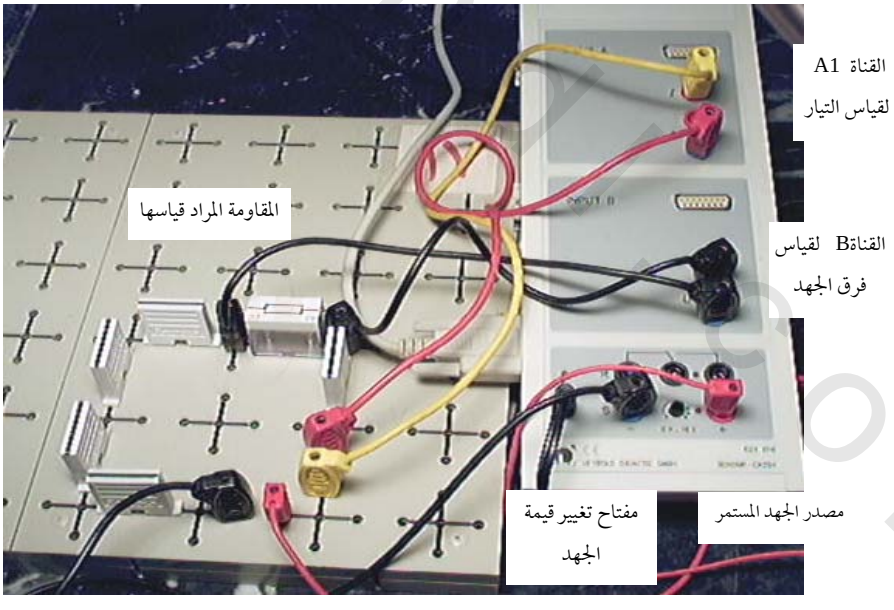
١- يمكن حساب الميل مباشرة من الرسم بتحديد النقاط على الرسم وإيجاد الفرق بينهما بواسطة برنامج التشغيل.

٢- يجب مراعاة قيم المقاومات عند اختيارها بحيث لا تكون كبيرة جداً وذلك لصغر مقدار التيار الخارج من مصدر الجهد الخاص بالوسيط البيني.

obeikandl.com



الشكل رقم (٣,٢). يوضح توصيل الوسيط البيني في التجربة.



الصورة رقم (٣,٢). توضح توصيل الوسيط البيني في التجربة.

الأسئلة

١- كيف تستطيع من قانون أوم أن توجد قيمة المقاومة عملياً؟

٢- ما هو قانون التوصيل على التوالي والتوازي للمقاومات؟

٣- إذا وصلت مقاومتين على التوالي هل يتصل كل منهما بالأخر بطرف واحد أم بطرفين ؟

٤- إذا وصلت مقاومتين على التوازي هل يتصل كل منهما بالآخر بطرف واحد أم بطرفين؟

٥- ماذا يحدث لقيمة التيار مع زيادة قيمة المقاومة وثبوت قيمة الجهد من المصدر ؟ لاحظ ذلك عملياً ثم فسره نظرياً.

٦- كيف يكون توصيل الأميتر و الفولتميتر في الدائرة ؟

٧- أي من الأميتر و الفولتميتر ذو مقاومة صغيرة جداً أو مقاومة كبيرة واشرح تأثير ذلك على الدائرة الكهربائية والنتائج العملية؟

٨- إذا اعتبرنا أن قيم التوصيل على التوالي والتوازي نظرياً هي القيم الصحيحة فاحسب قيمة الخطأ المطلق والمئوي للقيم التي حصلت عليها في التوصيلين عملياً؟

obeikandi.com

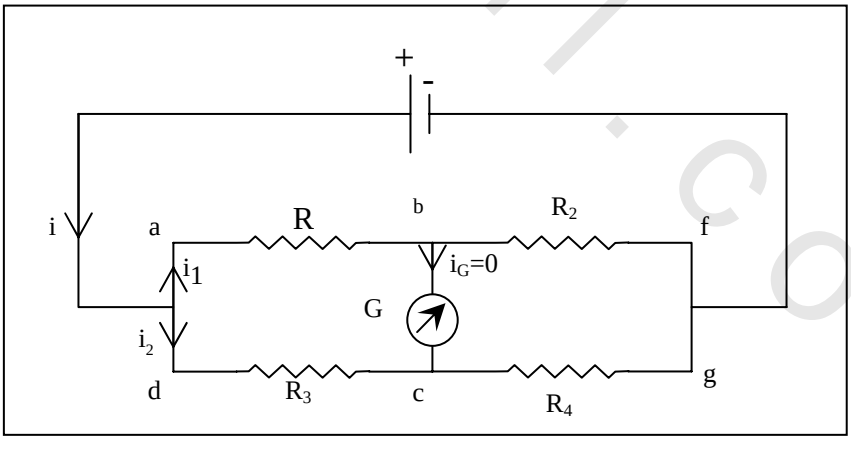
التجربة ٤

تعيين قيمة مقاومة مجهولة وتحقيق قانوني التوالي والتوازي باستخدام القنطرة المترية

Metre- Wire Bridge

فكرة التجربة

القنطرة المترية هي إحدى التطبيقات العملية لقنطرة ويتستون Wheatstone Bridge. عند اتزان قنطرة ويتستون الذي يستدل عليه من عدم انحراف مؤشر الجلفانومتر(التيار المار بالجلفانومتر صفر) يمكن كتابة معادلة كيرشوف للدائرة الكهربائية في الشكل رقم (٤,١) كما يلي:



الشكل رقم (٤,١).

obeikandl.com

أولاً : للعروة abcd عندما i_G يساوي صفراً :

$$i_1 R_1 - i_2 R_3 = 0 \quad \text{.....(٤,١)}$$
$$i_1 R_1 = i_2 R_3$$

ثانياً : للعروة bfgc عندما i_G يساوي صفراً :

$$i_1 R_2 - i_2 R_4 = 0 \quad \text{.....(٤,٢)}$$
$$i_1 R_2 = i_2 R_4$$

لاحظ أن التيار i_1 يظل ثابتاً على المقاومتين R_1 و R_2 ويدل على ذلك قراءة الجلفانومتر وهي صفر. وكذلك بالنسبة للتيار i_2 يظل ثابتاً على المقاومتين R_3 وR_4.

بقسمة معادلة رقم (٤,١) على معادلة رقم (٤,٢) نحصل على :

$$\frac{i_1 R_1}{i_1 R_2} = \frac{i_2 R_3}{i_2 R_4} \quad \text{.....(٤,٣)}$$
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

فبمعرفة أي ثلاث مقاومات يمكن حساب قيمة المقاومة المجهولة الرابعة وفي حالة القنطرة المترية كما في الشكل رقم (٤,٢) فإن R_3 و R_4 هي عبارة عن مقاومة لجزء من سلك حيث إن :

$$R_3 = \rho \frac{L_1}{A} \quad \text{.....(٤,٤)}$$

$$R_4 = \rho \frac{L_2}{A} \quad \text{.....(٤,٥)}$$

حيث ρ المقاومة النوعية للسلك و A مساحة مقطع السلك و L_1 و L_2 هما الجزءان من السلك الذي حدث عندهما الاتزان كما في الشكل رقم (٤,٢). وبالتعويض عن قيمة R_3 وR_4 من المعادلتين (٤,٤) و (٤,٥) في المعادلة (٤,٣) نحصل على المعادلة التالية :

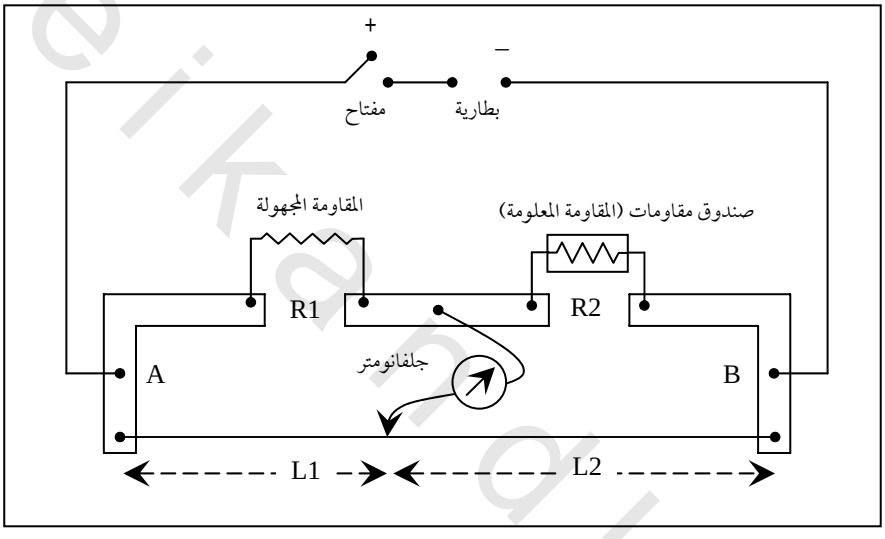
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \quad \text{.....(٤,٦)}$$

obeikandl.com

ويستنتج من العلاقة (٤,٦) أنه بمعرفة نقطة الاتزان و إحدى المقاومتين ولتكن R_2 يمكن حساب قيمة R_1 .

الأجهزة المستخدمة

قنطرة مترية ، مصدر تيار مستمر ، صندوق مقاومات ، مقاومات مجهولة ، مفتاح توصيل ، جلفانومتر ، أسلاك توصيل .



الشكل رقم (٤,٢).

أ) تعيين قيمة مقاومة مجهولة

خطوات العمل

١- صل الدائرة الكهربائية على النحو الموضح كما في الشكل رقم (٤,٢) وما يتضح لك من الصورة رقم (٤,١) لإيجاد قيمة المقاومة المجهولة R_1 .

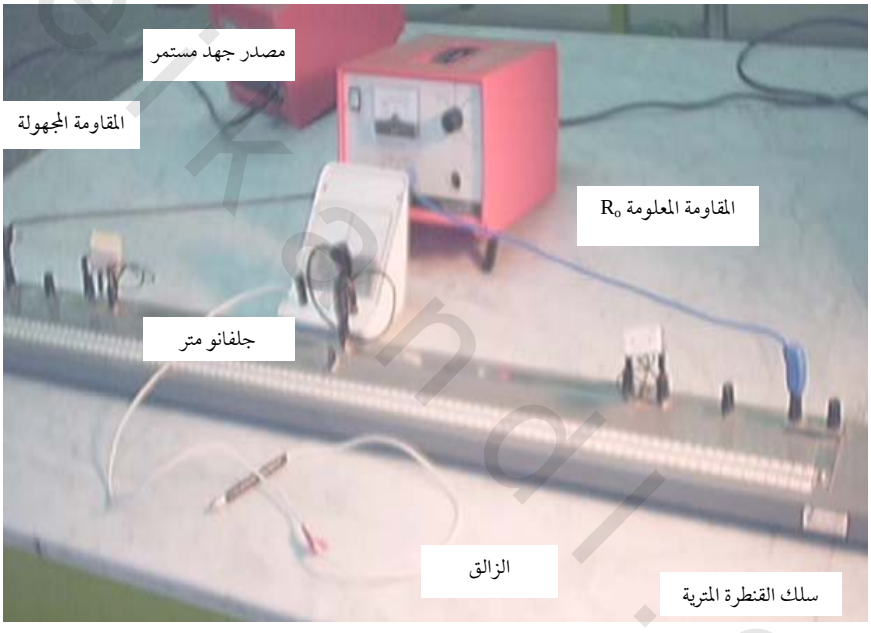
٢- حرك الزالق على سلك القنطرة المترية حتى يصل إلى حالة الاتزان ويستدل عليها من عدم انحراف مؤشر الجلفانومتر .

obeikandl.com

٣- يقاس بعد الزالق عن الطرف A وليكن L_1 (سم) ، وكذلك بعده عن الطرف B وليكن L_2 (سم).

٤- بمعرفة قيمة المقاومة R_o المعلومة احسب قيمة المقاومة R_1 من العلاقة (٤,٦) .

٥- كرر الخطوات ١-٤ لحساب قيمة المقاومة المجهولة الثانية .



الصورة رقم (٤,١). توضح القنطرة المترية وتوصيل الدائرة الكهربائية.

obeikandl.com

القياسات والنتائج

١ - حساب المقاومة المجهولة الأولى

بعد نقطة الاتزان عن A : $L_1 =$ cm

بعد نقطة الاتزان عن B : $L_2 =$ cm

قيمة المقاومة المعلومة : $R_0 =$ Ω

المقاومة المجهولة الأولى $R_1 = R_0 \bullet \frac{L_1}{L_2} =$

$R_1 =$ Ω

٢ - حساب المقاومة المجهولة الثانية

بعد نقطة الاتزان عن A : $L_1 =$ cm

بعد نقطة الاتزان عن B : $L_2 =$ cm

قيمة المقاومة المعلومة : $R_0 =$ Ω

المقاومة المجهولة الثانية $R_2 = R_0 \bullet \frac{L_1}{L_2} =$

$R_2 =$ Ω

obeikandl.com

ب) تحقيق قانون التوصيل على التوالي

١- صل المقاومتين المحسوبتين R_1 و R_2 على التوالي و ضعهما محل المقاومة المجهولة في الدائرة الكهربية الموضحة في الشكل رقم (٤,٢).

٢- أوجد نقطة الاتزان و ارصد النتائج على النحو التالي:

بعد نقطة الاتزان عن A: $L_1 =$ cm

بعد نقطة الاتزان عن B: $L_2 =$ cm

قيمة المقاومة المعلومة: $R_0 =$ Ω

القيمة العملية للتوصيل على التوالي: $R_s = R_0 \bullet \frac{L_1}{L_2} =$

$R_s =$ Ω

التحقق من النتيجة العملية نظرياً

حيث إن المقاومتين R_1 و R_2 وصلتا على التوالي فان:

$R = R_1 + R_2$

$R_s =$ + = Ω

ج) تحقيق قانون التوصيل على التوازي

١- صل المقاومتين المحسوبتين R_1 و R_2 على التوازي و ضعهما محل المقاومة المجهولة في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل رقم (٤,٢).

٢- أوجد نقطة الاتزان و ارصد النتائج على النحو التالي:

obeikandl.com

بعد نقطة الاتزان عن A : $L_1 =$ cm

بعد نقطة الاتزان عن B : $L_2 =$ cm

قيمة المقاومة المعلومة : $R_0 =$ Ω

القيمة العملية للتوصيل على التوازي : $R_P = R_0 \bullet \frac{L_1}{L_2} =$

$R_P =$ Ω

التحقق من النتيجة العملية نظرياً

بما أن المقاومتين R1 و R2 وصلتا على التوازي فإن :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{\quad} + \frac{1}{\quad}$$

$R_P =$ Ω

obeikandl.com

الأسئلة

١- ما هو قانون التوصيل على التوالي والتوازي للمقاومات؟

٢- إذا وصلت مقاومتين على التوالي هل يتصل كل منهما بالآخر بطرف واحد أم بطرفين ؟

٣- إذا وصلت مقاومتين على التوازي هل يتصل كل منهما بالآخر بطرف واحد أم بطرفين؟

٤- ما هو تأثير مساحة مقطع السلك وطوله على قيمة مقاومته؟

٥- من معادلات التجربة ما هي وحدة المقاومة النوعية للسلك؟

٦- ما هو سبب انحراف مؤشر الجلفانومتر عن اليمين أو اليسار؟

obeikandl.com

التجربة ٥

تجربة مولد فان دي جراف
The Van de Graaff Generator

نظرية التجربة

يستخدم مولد فان دي جراف للحصول على جهد عالي في نطاق ملايين الفولتات . حيث يستخدم الجهد العالي في إجراء التجارب الذرية أو المتعلقة بالأشعة السينية. و تكمن أهمية الجهد العالي في تعجيل الشحنات وذلك لأن الشحنة q عندما تقع تحت تأثير جهد عالي v فإنها تكتسب طاقة حركة (KE) مقدارها يعطى بالعلاقة :

$$KE = q \cdot v$$

فمن العلاقة السابقة يظهر مدى تأثير مقدار الجهد على طاقة الشحنة.

و يقوم أساس عمل المولد على مبدأ انتقال الشحنات من موصل إلى آخر و تجمعها على السطوح الخارجية للموصل .

والشكل رقم (٥,١) يوضح نموذجاً مبسطاً للمولد حيث يتركب من كرة مجوفة مثبتة على عامود عازل يرتكز على قاعدة موصلة متصلة بالأرض . وهناك حزام من مادة عازلة يمر فوق بكرتين عازلتين بحث يمكن إدارة البكرة السفلى بواسطة محرك كهربائي.

يأخذ الحزام العازل الشحنات من الأسفل من مصدر الشحنات ليقوم بتوصيلها إلى الكرة المجوفة فتتوزع الشحنات على سطحها الخارجي. ومصدر الشحنات في المولد تكون بطريقتين هما :

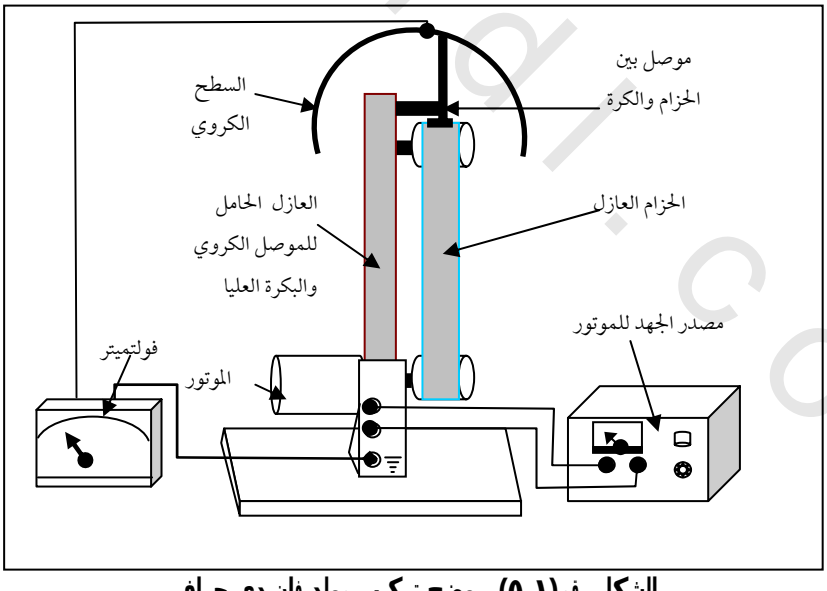
obeikandi.com

• استخدام مصدر جهد خارجي وأخذ أحد أطرافه (الموجب أو السالب) حسب نوع ما يراد تجميعه من الشحنات ليمر عليه الحزام العازل الذي يقوم برفع هذه الشحنات إلى الموصل الكروي وتستخدم هذه الطريقة غالباً للتجارب المتقدمة.

• طلاء البكرة السفلى بمادة تكون شحنات عندما يمر عليها الحزام أو وضع حاجز يحتك به الحزام في طريقه إلى أعلى وتتكون الشحنات نتيجة الاحتكاك وتستخدم إحدى هاتين الطريقتين غالباً في التجارب التوضيحية للطلاب.

ولتقليل حدوث الشرر في الهواء المحيط من الكرة عند الجهود العالية جداً يتم وضع الجهاز في ضغط عالي من النتروجين.

ولكي ندرس معدل تجمع الشحنة على السطح الشبه كروي نفترض للتسهيل أن السطح الذي تتجمع عليه الشحنة شبه كروي نصف قطره R وإن مجموع الشحنة المتجمعة قيمتها q وحسب قانون جاوس فإن جميع النقاط خارج السطح الكروي لها نفس قيمة المجال وكأن الشحنة تجمعت في مركز الجسم الكروي. واعتماداً على ذلك فإن فرق الجهد عند سطح الموصل يكون كالتالي :



الشكل رقم(٥,١). يوضح تركيب مولد فان دي جراف.

$$V = \frac{K \cdot q}{R} \quad \text{.....} \quad (٥,١)$$

حيث K هو ثابت كولوم ويساوي $9\times10^{9}\,Nm^{2}C^{-2}$ و q هي الشحنة المتجمعة على الكرة و R هو نصف قطر الكرة .

وبقياس الجهد على الكرة المشحونة يمكن حساب قيمة زيادة الشحنة المتجمعة عليها مع مرور الزمن والتي تزيد بزيادة الزمن عند ثبوت سرعة الموتور.

الأجهزة المستخدمة

مولد فان دي جراف به محرك (موتور) متصل بالبكرة السفلية مع مصدر جهد للمحرك . ساعة إيقاف . جهاز قياس جهد عالي (kV).

خطوات العمل

١- صل السطح الشبه كروي لجهاز فان دي جراف بجهاز قياس الجهد. لاحظ أقطاب التوصيل (الطرف الموجب لجهاز قياس الجهد يتصل مع السطح الشبه كروي) كما يتضح لك من الشكل رقم (٥,١) والصورة رقم (٥,١).

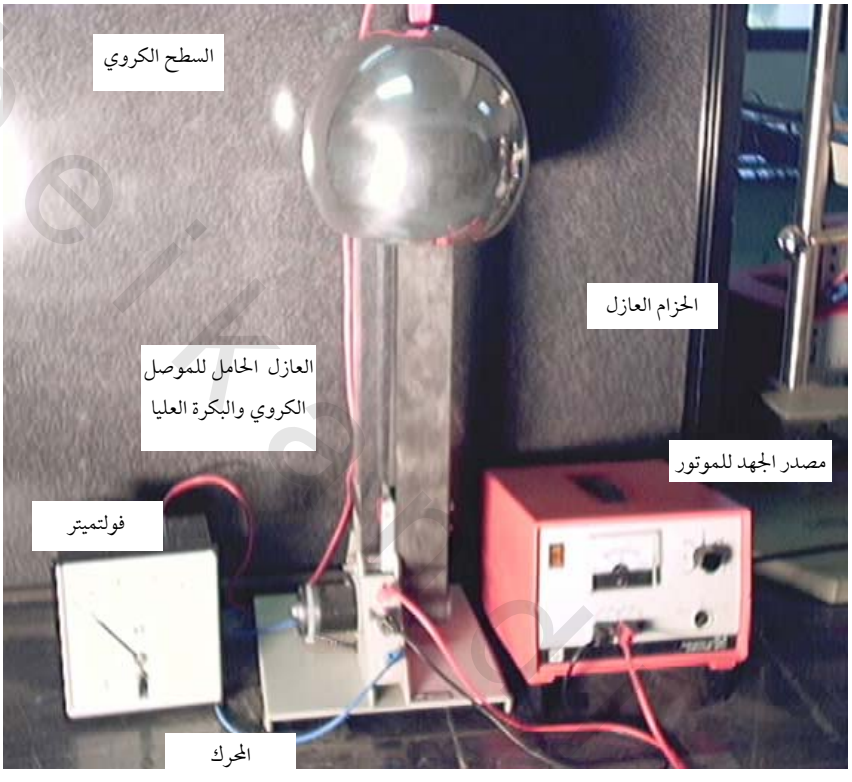
٢- احسب نصف قطر الكرة قبل البدء في التجربة .

٣- ادر المحرك (الموتور) على سرعة **منخفضة** وذلك من خلال التحكم في مقدار جهد المحرك (انتبه لمدى الجهد المحدد للموتور).

٤- سجل معدل زيادة الجهد مع الزمن كل دقيقة في الجدول رقم (٥,١) ثم احسب الشحنة المتراكمة من المعادلة رقم (٥,١) .

٥- ارسم العلاقة بين الشحنة المتراكمة والزمن حيث الزمن على المحور السيني والشحنة على المحور الصادي.

obeikandi.com



الصورة رقم (٥,١). توضح أجزاء وتوصيل تجربة فان دي جراف.

القياسات والنتائج

الجدول رقم (٥,١).

فرق الجهد (V) V	الزمن (t) S	الشحنة (q) C

obeikandl.com

الأسئلة

١- ما هو تأثير سرعة المحرك على معدل زيادة الجهد؟ كيف يمكن لك إثبات ذلك عملياً؟

٢- كيف تتوقع توزيع الشحنة على كرة جهاز فان دي جراف؟ ولماذا؟

٣- في ماذا يستخدم مولد فان دي جراف؟

٤- كيف تولدت الشحنة المتراكمة على كرة مولد فان دي جراف؟

٥- هل تتواجد شحنة على السطح الداخلي لكرة مولد فان دي جراف؟

٦- كيف توجد من الرسم معدل تراكم الشحنة مع الزمن؟

obeikandl.com

التجربة ٦

المقارنة بين سعتي مكثفين باستخدام جلفانومتر قذفي

Ballistic Galvanometer

فكرة التجربة

تعتمد فكرة التجربة على دراسة العلاقة بين شحنة المكثف وفرق الجهد بين لوحيه وذلك باستخدام جلفانومتر قذفي. فعندما يشحن مكثف سعته C فاراد إلى فرق جهد قدره V فولت فإن مقدار شحنة المكثف Q بالكولوم تتناسب مع فرق الجهد طردياً حسب العلاقة التالية :

$$Q = V \cdot C \quad \text{..... (٦,١)}$$

وعندما يكون لدينا مكثف ولتكن سعته C_1 ويتم تفريغ شحنته Q_1 من خلال الجلفانومتر القذفي فإن الانحراف المصحح θ_A للجلفانومتر يتناسب مع مقدار الشحنة المفرغة Q_1 أي أن :

$$Q_1 \quad \alpha \quad \theta_A$$

وبالتعويض عن الشحنة بدلالة السعة وفرق الجهد الذي من خلاله تم شحن المكثف وليكن V_1 نحصل على العلاقة :

$$C_1 \cdot V_1 \quad \alpha \quad \theta_A \quad \text{..... (٦,٢)}$$

obeikandl.com

فإذا شحن مكثف آخر سعته C_2 إلى نفس فرق الجهد V_1 ثم فرغت شحنته Q_2 خلال الجلفانومتر القذفي وكان الانحراف المصحح θ_B للمكثف الثاني فإن:

$$C_2 . V_2 \alpha \theta_B \quad \text{.....} \quad (٦,٣)$$

بقسمة المعادلة رقم (٦,٢) على المعادلة رقم (٦,٣) نحصل على المعادلة:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{\theta_A}{\theta_B} \quad \text{.....} \quad (٦,٤)$$

ومن خلال المعادلة رقم (٦,٤) وبمعرفة قيمتي زاويتي الانحراف θ_A و θ_B للجلفانومتر يمكن معرفة النسبة بين سعتي المكثفين ومن ثم إذا عرفت سعة أحد المكثفين يكون من السهل معرفة سعة المكثف الآخر.

نستطيع إجراء هذه التجربة باستخدام سلك مقياس الجهد Potentiometer وذلك لتغيير الجهد المستخدم في شحن المكثف مع ثبات الجهد من المصدر. وكذلك نستطيع إجراء هذه التجربة بتغيير الجهد من المصدر مباشرة.

إجراء التجربة باستخدام سلك مقياس الجهد

الأجهزة المستخدمة

مصدر جهد كهربائي مستمر، جلفانومتر قذفي، مكثفان، مفتاح عاكس، فولتميتر، سلك مقياس الجهد. مجموعة أسلاك توصيل.

خطوات العمل

١- صل الدائرة كما هو في الشكل رقم (٦,١) مع جعل مفتاحي التوصيل في الدائرة A و B في حالة عدم توصيل.

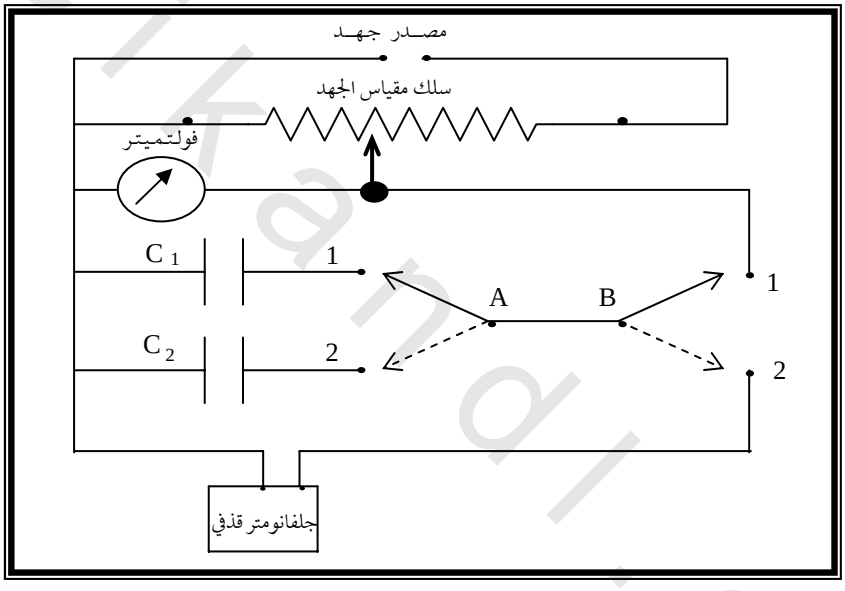
٢- خذ جهداً مناسباً واجعله ثابتاً طوال التجربة على سلك مقياس الجهد ومن ثم خذ طولاً مناسباً من سلك مقياس الجهد L وإبدأ في شحن المكثف الأول C_1 وذلك بجعل المفتاح A في الوضع 1 والمفتاح B في الوضع 1 أيضاً لبضع ثواني ثم ارفع سلك الشحن عن سلك مقياس الجهد.

٣- قم بعملية تفريغ شحنة المكثف الأول خلال الجلفانومتر القذفي وذلك بتحريك المفتاح B إلى الوضع 2 و سجل الانحراف الأول لمؤشر الجلفانومتر القذفي

obeikandi.com

وليكن θ_1 وكذلك الانحراف الثاني في نفس الجهة وليكن θ_2 ومن ثم ثبت حركة البقعة الضوئية بالضغط على مفتاح التصفير وذلك لإرجاع البقعة على صفر التدريج.

٤- كرر الخطوتين ٢ و٣ السابقتين بالنسبة للمكثف الثاني C_2 باستخدام نفس فرق الجهد وأيضاً على نفس الطول من سلك مقياس الجهد وذلك بجعل المفتاح A في الوضع 2 أما المفتاح B فيجعل في الوضع 1 بالنسبة للشحن وفي الوضع 2 بالنسبة للتفريغ وسجل الانحراف الأول وليكن θ_3 وكذلك الانحراف الثاني وليكن θ_4 في نفس الجهة.



الشكل رقم (٦,١).

٥- كرر الخطوات ٢ و٣ و٤ باستخدام أطوال مختلفة من سلك مقياس الجهد وفي كل مرة سجل الطول L والانحراف الأول والثاني للمكثف الأول θ_1 و θ_2 وكذلك الانحراف الأول والثاني للمكثف الثاني θ_3 و θ_4 واحسب الانحراف المصحح θ_A بالنسبة للمكثف الأول C_1 والانحراف المصحح θ_B بالنسبة للمكثف الثاني C_2 من العلاقتين التاليتين :

obeikandl.com

(أ) الانحراف المصحح للمكثف الأول :

$$\theta_A = \theta_1 + \frac{\theta_1 - \theta_2}{4}$$

(ب) الانحراف المصحح للمكثف الثاني :

$$\theta_B = \theta_3 + \frac{\theta_3 - \theta_4}{4}$$

٦- دون النتائج في الجدول رقم (٦,١).

٧- ارسم علاقة بيانية بين θ_A على المحور الرأسي(الصادي) وبين θ_B على المحور الأفقي (السيني) ومن هذه العلاقة استنتج النسبة بين المكثفين وذلك من حصولك على ميل الخط المستقيم الناتج.

القياسات والنتائج

الجدول رقم (٦,١).

الطول L [cm]	المكثف الأول			المكثف الثاني		
	$\theta 1$	$\theta 2$	θA	$\theta 3$	$\theta 4$	θB

obeikandl.com

قيمة ميل الخط المستقيم =

النسبة بين سعتي المكثفين =

$$\frac{C_1}{C_2} =$$

من العلاقة البيانية السابقة يمكننا أن نوجد قيمة مكثف مجهول السعة وذلك بعد حصولنا على الرسم البياني ومن معرفة سعة أحد المكثفين يمكننا تعيين سعة المكثف الآخر .

إذا علمت إن سعة المكثف الأول هي ..... فما هي سعة المكثف الثاني؟

إجراء التجربة باستخدام مصدر جهد مستمر متغير القيمة (مع عدم استخدام سلك مقياس فرق الجهد)

يتم في هذه الطريقة تغيير فرق الجهد المطبق على المكثفين مباشرة من مصدر الجهد ويتم الاستغناء عن سلك مقياس الجهد ويمكن استخدام لوحة توصيل لتسهيل وتوضيح التوصيل بين أجزاء التجربة.يوضح الشكل رقم (٦,٢) توصيل الدائرة كما في الصورة رقم (٦,١).

تتم عملية شحن المكثف C_1 بوصل النقطتين B و S ويتم نقل الشحن إلى المكثفC_2 بفصل التوصيل بين النقطتين B وS والتوصيل بين النقطتين E وD. ويتم تفريغ المكثفين بفصل التوصيل بين النقطتين R وS والتوصيل بين النقطتين S وF.

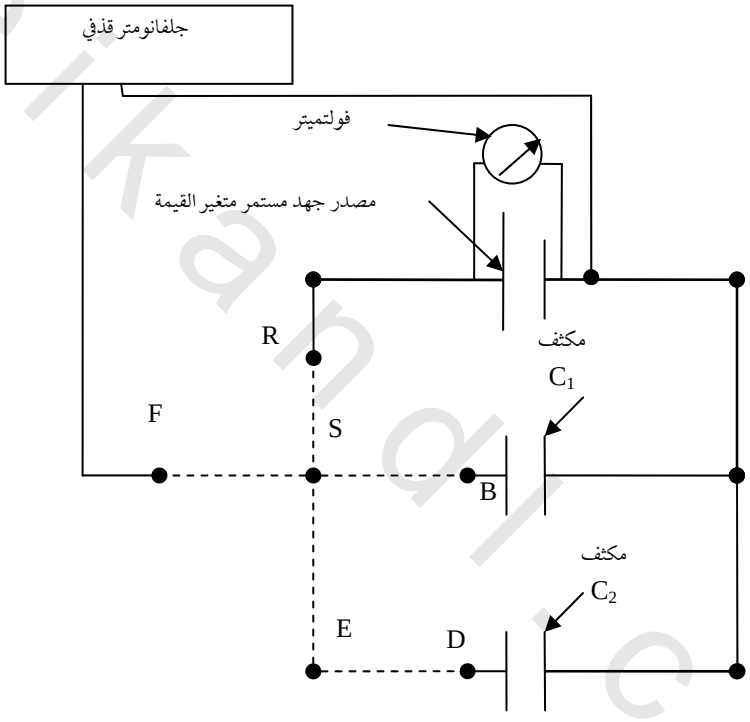
خطوات التجربة

١- صل الدائرة كما في الشكل رقم (٦,٢) اختر فرق جهد مناسب من مصدر الجهد وقم بشحن المكثف C_1 مدة زمنية ثابتة ولتكن دقيقة فرغ المكثف C_1 خلال الجلفانومتر وسجل الانحراف المصحح θ_A كما شرح في الجزء الأول.

obeikandl.com

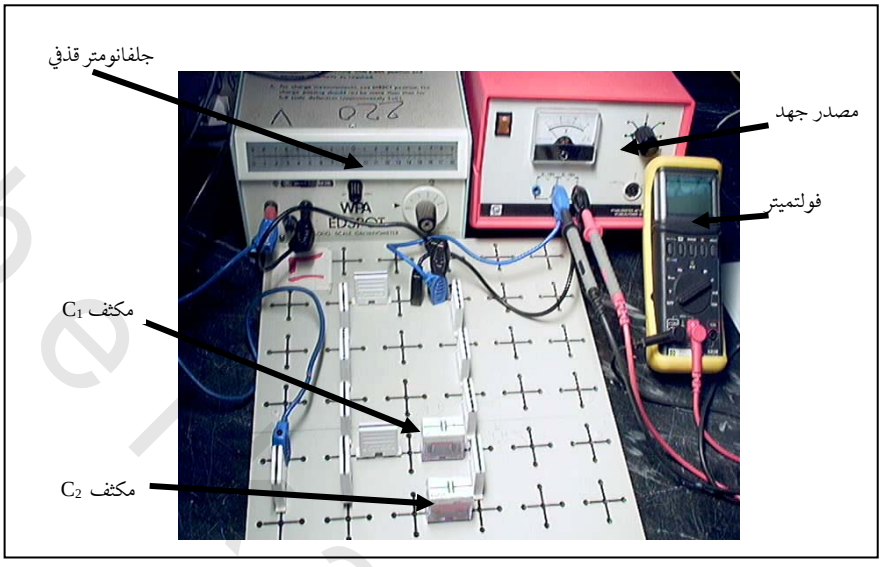
٢- على نفس الجهد السابق افصل المكثف C_1 وصل المكثف C_2 في الدائرة . بعد الشحن لنفس الفترة الزمنية السابقة فرغ المكثف C_2 خلال الجلفانومتر وسجل الانحراف المصحح θ_B .

٣- كرر الخطوتين ١و٢ عند فروق جهود أخرى من مصدر الجهد ثم سجل النتائج في الجدول رقم (٦,٢) .



الشكل رقم (٦,٢)

obeikandl.com



الصورة رقم (٦,١). توضح دائرة تجربة المقارنة بين مكثفين بواسطة جلفانومتر قذفي وجهد مستمر متغير القيمة.

القياسات والنتائج

الجدول رقم (٦,٢).

الطول L [cm]	المكثف الأول			المكثف الثاني		
	$\theta 1$	$\theta 2$	θA	$\theta 3$	$\theta 4$	θB

openanalysis.com

قيمة ميل الخط المستقيم =

النسبة بين سعتي المكثفين = $\frac{C_1}{C_2} =$

الأسئلة

١- كيف تستطيع أن تحسب سعة مكثف عملياً إذا استطعت معرفة قيمة الشحنة المتراكمة علية مع قيمة الجهد؟

٢- إذا عرفت قيمة أحد المكثفين كيف تحسب قيمة المكثف الآخر حسب نتيجة التجربة؟

٣- هل توصيل المكثف على التوالي أم على التوازي مع مصدر الجهد أثناء الشحن ؟

٤- هل توصيل المكثف على التوالي أم على التوازي مع الجلفانومتر أثناء التفريغ ؟

٥- لماذا يستخدم المكثف في الدوائر الكهربائية؟

obeikandl.com

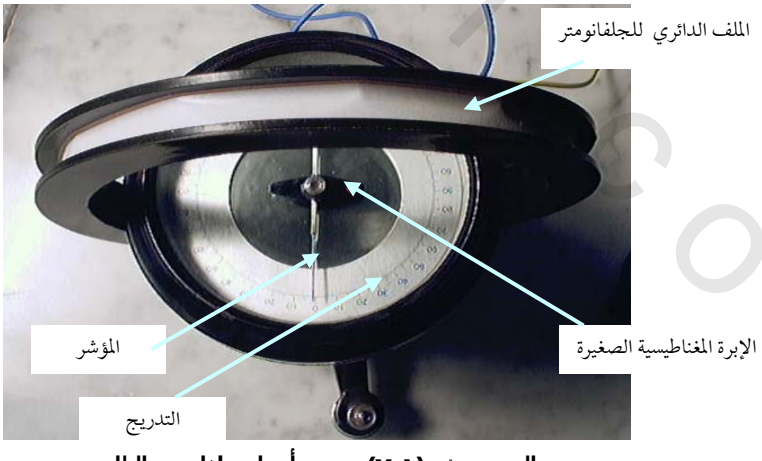
التجربة ٧

دراسة عمل جلفانو متر الظل

Tangent Galvanometer

فكرة التجربة

يعمل جهاز جلفانو متر الظل على إعطاء مدى شدة التيار الكهربائي (I) من خلال التأثير المغناطيسي الناتج من التيار الكهربائي المار في ملفاته. وتوضح الصورة رقم (٧,١) تركيب الجلفانومتر. وهو يتكون من ملف دائري الشكل وتوجد إبرة مغناطيسية قصيرة في منتصف الملف تتحرك على محور في مستوى عمودي على مستوى الملف. ويوجد مؤشر من الألمنيوم طويل مقارنة بالإبرة الصغيرة المغناطيسية يتحرك طرفاه على التدريج لقياس زاوية الانحراف. وهذا المؤشر مثبت بشكل عمودي على الإبرة الصغيرة.



الصورة رقم (٧,١) توضح أجزاء جلفانومتر الظل.

obeikandl.com

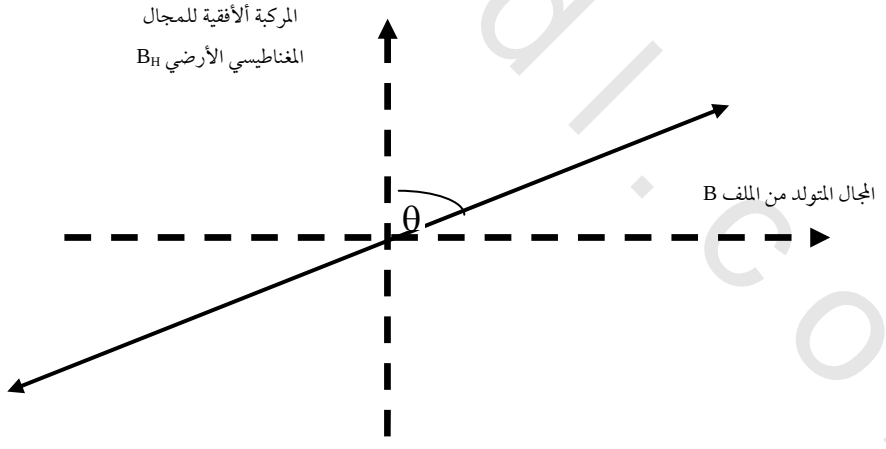
وقبل استخدام الجلفانومتر وتمرير التيار به لابد من تهيئته. وتتم تهيئته بجعل مستوى ملف الجلفانومتر في اتجاه الزوال المغناطيسي ويتم ذلك بتوجيه مستوى الملف في نفس اتجاه الإبرة الصغيرة المغناطيسية ؛ لأنها خاضعة لتأثير المجال المغناطيسي الأرضي ثم بعد ذلك يتم وضع طرفي المؤشر على الصفر التدريجي(التهيئة كما يظهر في الصورة رقم ٧,١).

عند توصيل التيار بالملف يولد مجال مغناطيسي عمودي على المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي الأرضي فتنحرف الإبرة نتيجة لوجودها تحت هذين المجالين المتعامدين بزاوية قدرها θ. وحسب الشكل رقم (٧,١) العلاقة بين المجالين :

$$B = B_H \tan\theta \quad \text{.....(٧,١)}$$

حيث B = المجال المغناطيسي الناتج من مرور التيار في الملف.

B_H = هو المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي الأرضي.



الشكل رقم (٧,١).

obeikandl.com

ويعطى المجال المغناطيسي B الناتج من الملف الدائري بالمعادلة التالية :

$$B = \frac{\mu_o NI}{2r} \quad \text{..... (٧,٢)}$$

حيث I مقدار التيار المار في الملف. μ_o النفاذية المغناطيسية . r نصف قطر الملف . N عدد لفات الملف.

بالتعويض في المعادلة رقم (٧,١) عن مقدار B من المعادلة رقم (٧,٢) فان مقدار التيار يعطى بالمعادلة :

$$I = \frac{2rB_H}{\mu_o N} tan\ \theta \quad \text{..... (٧,٣)}$$

ويمكن كتابة المعادلة رقم (٧,٣) كما يلي :

$$\boldsymbol{I} = C_g \tan\theta \quad \text{..... (٧,٤)}$$

حيث C_g ثابت يسمى معامل اختزال الجلفانومتر (reduction factor) وقيمته من المعادلتين رقمي (٧,٣) و (٧,٤) تساوي :

$$C_g = \frac{2rB_H}{\mu_o N} \quad \text{..... (٧,٥)}$$

وحسب قانون أوم ($V = I.R$) وفي حالة استخدام جلفانومتر الظل لقياس شدة التيار المار في الدائرة الكهربائية فإن فرق الجهد V يتناسب مع زاوية انحراف الجلفانومتر حسب المعادلة التالية الناتجة :

$$V = C_g.R\ tan\ \theta \quad \text{..... (٧,٦)}$$

وإذا ما تم توصيل مقاومة R_1 على التوالي مع الجلفانومتر الذي مقاومته R_o فإن المقاومة الكلية R تعطى بالمعادلة التالية :

$$R = (R_0 + R_1) \quad \text{..... (٧,٧)}$$

وبالتعويض عن قيمة R في المعادلة رقم (٧,٦) نحصل على :

$$R_1 = \frac{V\ cot\ \theta}{C_g} - R_0 \quad \text{..... (٧,٨)}$$

obeikandl.com

والعلاقة الأخيرة تمثل معادلة خط مستقيم بين متغيرين R_1 و$\cot\theta$. تقاطع هذا الخط مع محور المتغير R_1 يعطي قيمة مقاومة الجلفانومتر R_o . فالهدف من هذه التجربة إيجاد قيمة R_o من خلال تغيير قيمة R_1 المتصلة على التوالي مع الجلفانومتر.

الأجهزة المستخدمة

جلفانومتر الظل, صندوق مقاومات , مصدر جهد كهربائي , أسلاك توصيل, مقاومة متغيرة , مفتاح عاكس.

خطوات العمل

١- صل الدائرة الكهربائية على النحو المبين بالشكل رقم (٧,٢) وما يتضح لك من الصورة رقم(٧,٢) واترك الدائرة الكهربائية مفتوحة.

٢- هيئ جلفانومتر الظل للعمل بحيث تجعل الإبرة الصغيرة موازية لملف الجلفانومتر و يشير مؤشري الجلفانومتر على صفري التدريج كما في الصورة رقم (٧,١) .

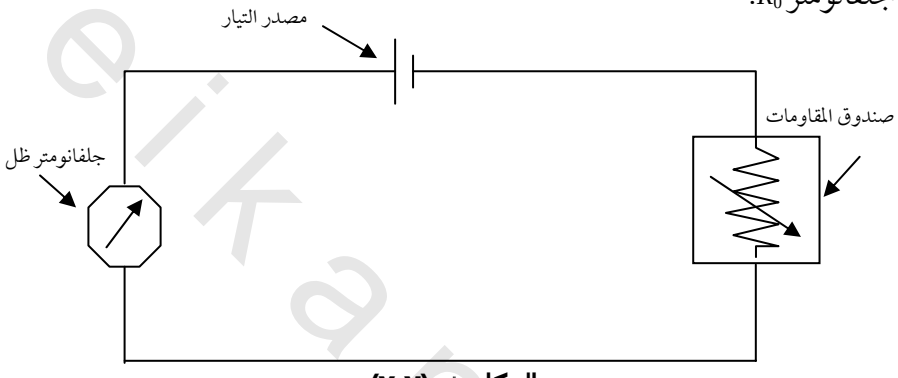
٣- ارفع من صندوق المقاومات مقاومة 10Ω و أغلق الدائرة الكهربائية أضبط مصدر التيار بحيث يحدث انحراف قدره 70^o في مؤشر الجلفانومتر عندها ثبت مصدر الجهد خلال فترة إجراء التجربة. سجل قراءة طرفي مؤشر الجلفانومتر θ_1 وθ_2 وبعد ذلك أعكس اتجاه التيار الكهربائي في الدائرة و ارصد قراءة طرفي المؤشر مرة أخرى وهما كل من $\theta 3$ و θ_4 وسجل ذلك في الجدول رقم (٧,١).

٤- غير مقاومة الصندوق بزيادة قدرها 5Ω على سبيل المثال وسجل الزوايا الأربع.

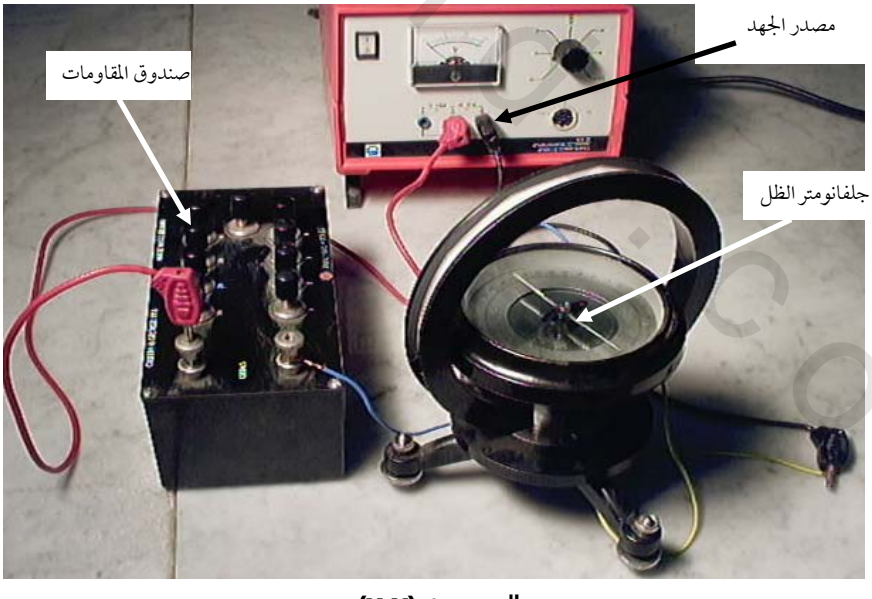
obeikandl.com

٥- كرر الخطوة رقم (٤) السابقة إلى أن تصل مقاومة الصندوق إلى 40Ω. ثم احسب متوسط الزوايا الأربع و مقلوب الظل ($cot\theta$) للمتوسط الناتج.

٦- ارسم علاقة بيانية بين R_1 على المحور الصادي و $cot\theta$ على المحور السيني سوف تحصل على خط مستقيم ,الجزء المقطوع من محوره الصادي هو مقاومة الجلفانومتر R_0.



الشكل رقم (٧,٢).



الصورة رقم(٧,٢).

الجدول رقم (٧,١).

المقاومة Ω	الانحراف		الانحراف		المتوسط θ	Cot θ
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4		
10						
15						
20						
25						
30						
35						
40						
45						

القياسات والنتائج

مقاومة جلفانومتر الظل تساوي R_0 :

$$R_0 = ...\Omega$$

الأسئلة

١- كيف تم توصيل صندوق المقاومات مع الجلفانومتر على التوالي أم على التوازي؟

٢- ماذا يحدث لقيمة التيار في الدائرة الكهربائية مع زيادة المقاومة من صندوق المقاومات ؟ فسر ذلك بالمعادلات.

٣- ماذا تعطيك قيمة الميل الناتج في هذا الرسم؟

٤- ماذا تحتاج أن تعرف لكي تحسب قيمة معامل اختزال الجلفانومتر من هذه التجربة؟

٥- ما هي علاقة التناسب بين مقاومة الجلفانومتر ومعامل الاختزال؟

obeikandl.com

التجربة ٨

استخدام جلفانومتر الظل لتعيين المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي الأرضي

فكرة التجربة

تهدف هذه التجربة إلى إيجاد المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي ألأرضي بواسطة جلفانومتر الظل وإيجاد معامل اختزال الجلفانومتر. تتم تهيئة جلفانومتر الظل بجعل مستوى ملفات الجلفانومتر في اتجاه الزوال المغناطيسي ويكون ذلك بتوجيه اتجاه مستوى الملف في نفس اتجاه الإبرة المغناطيسية الصغيرة والتي تشير إلى مستوى الزوال المغناطيسي ثم بعد ذلك يتم وضع طرفي المؤشر على صفري التدريج. فعندما يتكون مجال مغناطيسي نتيجة لمرور التيار في ملفات الجلفانومتر سيكون هذا المجال عمودياً على المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي الأرضي.(التهيئة كما تظهر في الصورة رقم ٨,١).

عند توصيل التيار بالملف يولد مجال مغناطيسياً عمودياً على المجال الأرضي فتنحرف الإبرة نتيجة لوجودها تحت هذين المجالين المتعامدين بزاوية قدرها θ وحسب الشكل رقم (٨,١) تكون العلاقة بين المجالين :

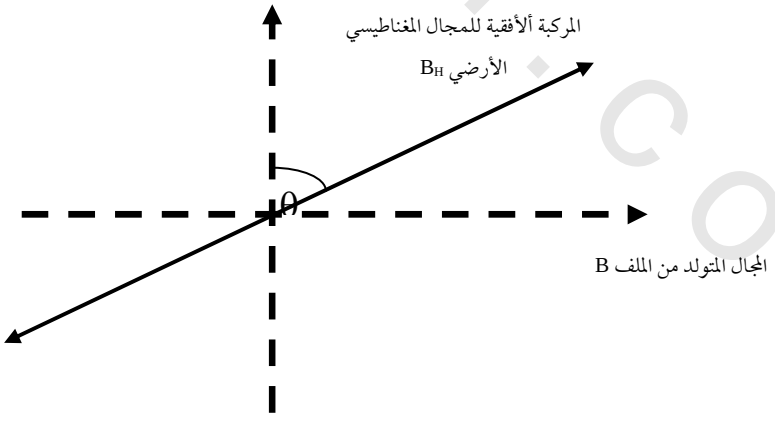
$$B = B_H \tan\theta \quad \text{.....} \quad (٨,١)$$

obeikandl.com

حيث B = المجال المغناطيسي الناتج من مرور التيار في الملف.

B_H = المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي الأرضي.

الصورة رقم (٨,١). توضح أجزاء جلفانومتر الظل.



الشكل رقم (٨,١).

obeikan.com

ويعطى المجال المغناطيسي B الناتج من الملف الدائري بالمعادلة :

$$B = \frac{\mu_o NI}{2r} \quad \text{..... (٨,٢)}$$

حيث I مقدار التيار المار في الملف. μ_o ثابت النفاذية المغناطيسية . r نصف قطر الملف . N عدد لفات الملف.

بالتعويض في المعادلة رقم (٨,١) عن مقدار B من المعادلة رقم (٨,٢) فان مقدار التيار يعطى بالمعادلة :

$$I = \frac{2rB_H}{\mu_o N} tan\,\theta \quad \text{..... (٨,٣)}$$

ويمكن كتابة المعادلة رقم (٨,٣) بالصورة التالية :

$$I = C_g \tan\theta \quad \text{..... (٨,٤)}$$

حيث C_g ثابت يسمى معامل اختزال الجلفانومتر (reduction factor) وقيمته من المعادلتين رقمي (٨,٣) و(٨,٤) تساوي :

$$C_g = \frac{2rB_H}{\mu_o N} \quad \text{..... (٨,٥)}$$

من المعادلة رقم (٨,٤) يمكن إيجاد معامل اختزال الجلفانومتر وذلك عند رسم العلاقة بين التيار (I) على المحور الصادي و ظل زاوية الانحراف على المحور السيني فالميل الناتج للخط المستقيم هو عبارة عن معامل الاختزال. بمعرفة معامل الاختزال يمكننا التعويض في المعادلة رقم (٨,٥) لإيجاد قيمة المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي الأرضي B_H.

الأجهزة المستخدمة

مصدر تيار كهربائي مستمر قابل لتغيير القيمة. جلفانومتر الظل. أميتر لقياس التيار . أسلاك توصيل.

opelkandl.com

خطوات التجربة

١- صل الدائرة كما يتضح لك من الصورة رقم (٨,٢) والشكل رقم (٨,٢).

٢- هيئ الجهاز بحيث يكون مستوى ملفه منطبقاً على مستوى الزوال المغناطيسي كما سبق شرحه في فكرة التجربة استعن بالصورة رقم (٨,١).

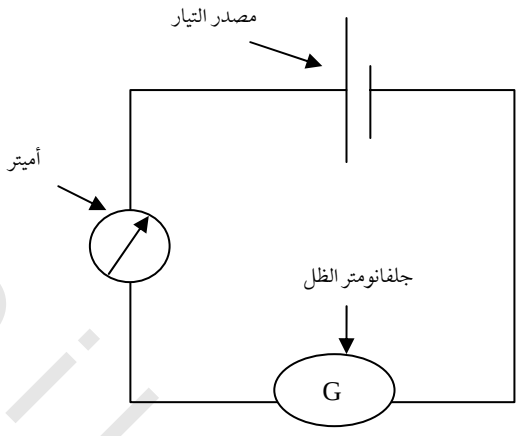
٣- قم بزيادة التيار المار في الجلفانومتر بقيم مناسبة، يحصل عندها انحراف لمؤشر الجلفانومتر وسجل قيمة التيار والقيم المناظرة للزوايا (θ_1، θ_2)، ثم اعكس التيار في الجلفانومتر من مصدر التيار (تبديل بين القطب الموجب والسالب) عند كل قراءة لتعطيك قراءتين أخريين لمؤشر الجلفانومتر ولتكن(θ_3، θ_4) واحسب متوسط القراءات ($\overline{\theta}$). ثم سجل القيم في الجدول رقم (٨,١).

٤- ارسم العلاقة بين شدة التيار (I) على المحور الصادي و ظل الزاوية ($\tan\theta$) على المحور السيني . أوجد ميل الخط البياني والذي سوف يمثل معامل اختزال الجلفانومتر C_g حسب المعادلة رقم (٨,٤).

٥- احسب مقدار قيمة المركبة الأفقية B_H حسب المعادلة رقم (٨,٥) وذلك بمعرفة معامل الاختزال C_g وعدد اللفات N ونصف قطر الملف r.

الصورة رقم (٨,٢)

obeikandl.com



الشكل رقم (٨,٢).

الجدول رقم (٨,١).

التيار (I) (A)	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	$\overline{\theta}$	$\tan\overline{\theta}$

القيم والنتائج

معامل اختزال الجلفانومتر C_g :

عدد لفات ملفات الجلفانومتر N :

نصف قطر الملف r :

المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي الأرضي B_H :

obeikandl.com

الأسئلة

١- هل توصيل الأميتر على التوالي أم على التوازي مع الجلفانومتر؟

٢- ما هو تأثير زيادة عدد لفات الملف على المجال المغناطيسي المتكون منه؟

٣- كيف تحسب معامل النفاذية المغناطيسية للفراغ من هذه التجربة إذا كنت قد عرفت مسبقاً المركبة الأفقية للمجال المغناطيسي؟

٤- ماذا يحدث لقراءة الأميتر عند عكس الأقطاب من المصدر؟

٥- كيف تستطيع إيجاد عدد لفات ملف الجلفانومتر عملياً ؟

obeikandl.com