جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم

قسم الفيزياء

التجارب العملية

مختبر الكهربائية ١ / المرحلة الأولى

((الفصل الأول))

الدراسة الصباحية & الدراسة المسائية

العام الدراسي (٢٠٢٤ - ٢٠٢٥) م

التجربة ((1))

((دراسة المتسعة ذات اللوحين المتوازيين))

- **الغاية من إجراء التجربة :**

1- دراسة العلاقة بين الشحنة والجهد بين طرفي متسعة ذات لوحين متوازيين يفصلهما الهواء .

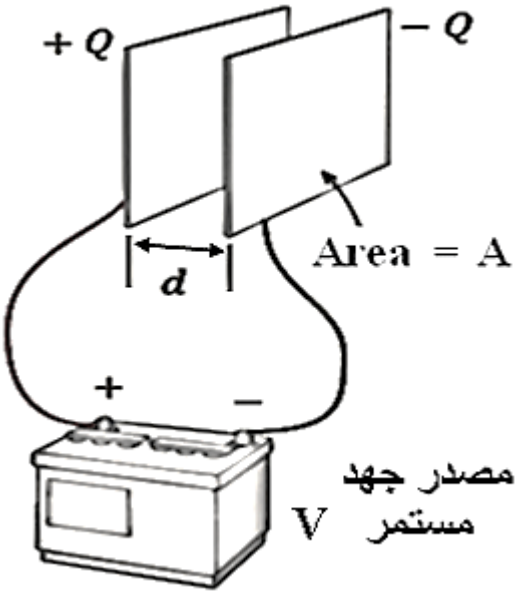
2- حساب قيمة سماحية الفراغ عملياً .

- **الأجهزة والأدوات المستعملة في التجربة :**

مجهز قدرة مستمر عالي الفولتية ، مضخم ، متسعة ذات لوحين متوازيين ، فولتميتر ، مقاومة (10 MΩ) ، أسلاك توصيل .

- **نظرية التجربة :**

تعتبر المتسعة (Capacitor) من العناصر المهمة في الدوائر الكهربائية ولها استعمالات واسعة ، وهناك العديد من أنواع المتسعات ومن ابسط تلك الأنواع هي المتسعة ذات لوحين متوازيين .



تتكون المتسعة ذات اللوحين المتوازيين من لوحين موصلين لهما نفس الشكل والمساحة (A) يوضعان بصورة بحيث يوازي احدهما الآخر وتفصلهما مسافة (d) . عند توصيل طرفي المتسعة بأي مصدر جهد مستمر تنشأ تدريجيا شحنة كهربائية على اللوحين المتوازيين حيث يشحن اللوح المتصل بالقطب الموجب بشحنة موجبة (+ Q) ويشحن اللوح المتصل بالقطب السالب بشحنة سالبة (− Q) ، وتستمر الزيادة في الشحنة إلى ان يصبح الجهد على طرفي المتسعة مساويا لجهد المصدر ، كما هو موضح بالشكل المجاور . عند فصل مصدر الجهد فان اللوحين يبقيان محافظين على الشحنة التي اكتسباها ، ولهذا يمكن اعتبار المتسعة أداة قادرة على تخزين الشحنة .

إن النسبة بين الشحنة (Q) وفرق الجهد (V) بين طرفي أي متسعة هي قيمة ثابتة تسمى سعة المتسعة (Capacitance) ويرمز لها بالرمز (C) ، لذا تعرف سعة أي متسعة رياضيا بالصيغة الآتية :

$$C = \frac{Q}{V}$$

إن وحدة السعة في النظام العالمي للوحدات (SI) هي وحدة الشحنة على وحدة الجهد وتسمى فاراد (F) ، والفاراد الواحد كمية كبيرة جدا ، وعمليا يتم التعامل من أجزاء الفاراد مثل المايكرو فاراد ($\mu F = 10^{-6}$ F) والنانو فاراد ($nF = 10^{-9}$ F) والبيكو فاراد ($PF = 10^{-12}$ F) .

ان قيمة سعة أي متسعة (C) تعتمد على طبيعة المتسعة ذاتها ، ففي حالة المتسعة ذات اللوحين المتوازيين التي يفصل بين لوحيها الفراغ فان سعة المتسعة (C_o) تتناسب طرديا مع مساحة اللوحين (A) وتتناسب عكسيا مع المسافة الفاصلة بين اللوحين (d) ويعبر عنها رياضيا بالصيغة :

$$C_o = \epsilon_o \frac{A}{d}$$

ويمكن ان تكتب هذه العلاقة بالشكل الآتي :

$$\epsilon_o = C_o \frac{d}{A}$$

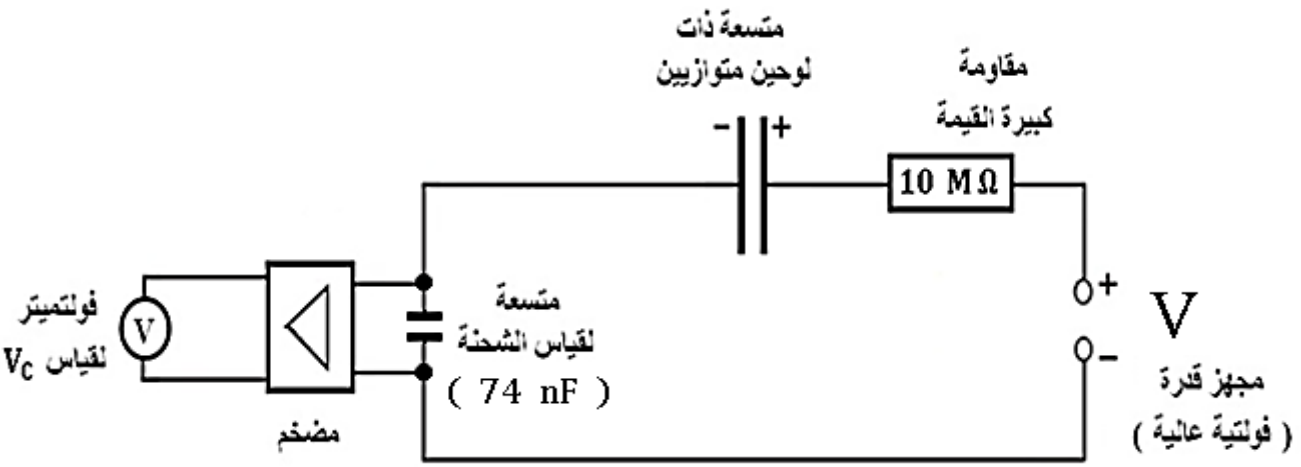
حيث (ϵ_o) تمثل سماحية الفراغ (Permittivity of space) وقيمتها النظرية (القيمة الدقيقة) تساوي :

$$\epsilon_o = 8.85 \times 10^{-12} \quad \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

ملاحظة : **عند اجراء التجربة في المختبر فإن الذي يفصل بين لوحي المتسعة هو الهواء وليس الفراغ ولكن للتقريب سوف يتم فرض انه الذي يفصل بين اللوحين هو الفراغ لذلك يمكن عملياً في المختبر استعمال المعادلات أعلاه عند اجراء التجربة في المختبر .**

• طريقة العمل :

1- اربط الدائرة الكهربائية للتجربة كما هو موضح بالشكل التالي :

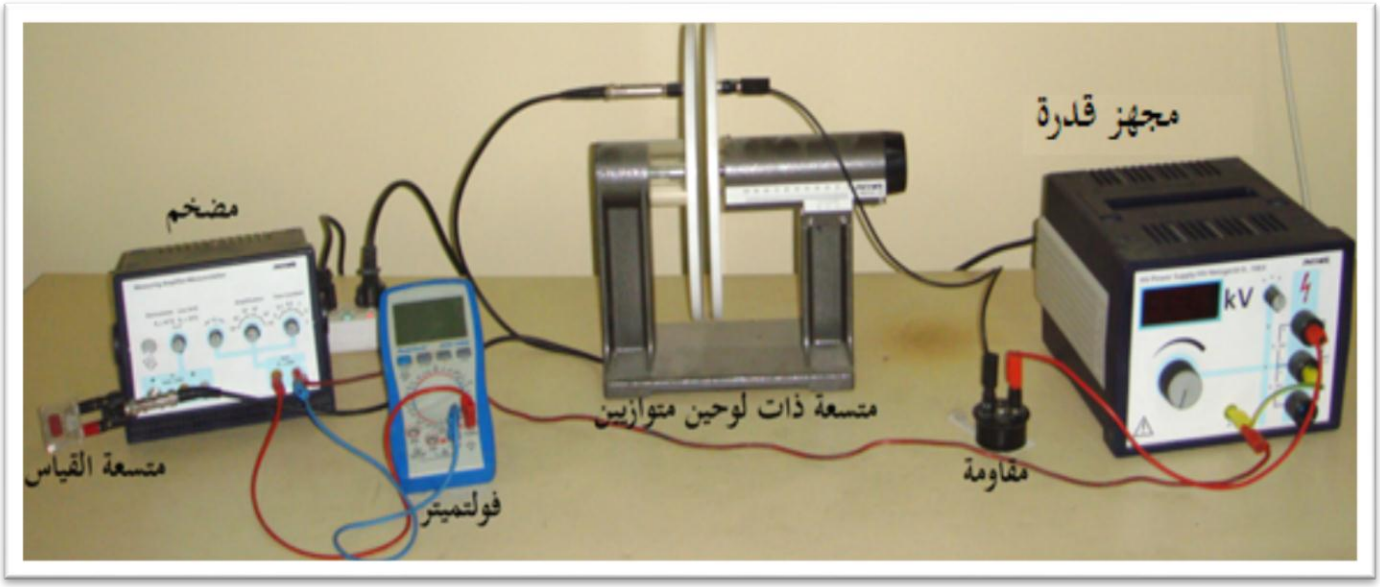


((الدائرة الكهربائية))

إن دراسة المتسعة ذات اللوحين المتوازيين تتطلب دراسة العلاقة بين الشحنة وفرق الجهد على طرفي المتسعة ، يتصل القطب الموجب لمصدر الجهد العالي بأحد ألواح المتسعة ، ويعمل الجهد العالي الموجب للبطارية على جذب الإلكترونات من ذلك اللوح مما يؤدي إلى تولد شحنة موجبة عليه ومع مرور الزمن يزداد عدد الألكترونات المنتقلة فتزداد تدريجيا شحنة اللوح تدريجيا واللوح المقابل يشحن بالحث بشحنة سالبة ويرافق نمو الشحنة تولد فرق جهد بين اللوحين ويستمر الحال إلى أن يصبح فرق الجهد على طرفي اللوحين مساويا لجهد المصدر عندها تتوقف حركة الإلكترونات ويحدث الاتزان ، إن المقاومة (10 MΩ) وضعت لضرورات السلامة للعاملين على التجربة ،

إن المنظومة المكونة من (المضخم ، المتسعة $74\ nF$ ، الفولتميتر) وضعت لأجل قياس شحنة المتسعة قيد الدراسة ، وكما يلاحظ من الشكل أن متسعة القياس مربوطة على التوالي مع المتسعة ذات اللوحين المتوازيين ، ومن خواص ربط المتسعات على التوالي هو تساوي شحنة المتسعات للمجموعة ، وبالتالي فان الشحنة التي ستحملها متسعة القياس تساوي شحنة المتسعة ذات اللوحين المتوازيين ، إن سعة متسعة القياس معلومة و تساوي ($74\ nF$) وبالتالي يمكن قياس شحنتها في حالة قياس فرق الجهد بين طرفيها ويتم قياس فرق الجهد عن طريق الفولتميتر الذي يربط بمتسعة القياس عبر المضخم ويقتصر دور المضخم على منع تأثير مقاومة الفولتميتر على القياس . وعندها فان قيمة الشحنة (Q) تساوي حاصل ضرب السعة (C) في فرق الجهد (V) حسب العلاقة ($Q = C\,V$) ، في حالة كون السعة تقاس بالفارد (F) والجهد يقاس بالفولت (V) فان الشحنة المقاسة ستكون بوحدة الكولوم (C) .

ان الصورة الآتية توضح وضعية الأجهزة بعد إكمال ربط الدائرة الكهربائية :



2- اضبط المسافة بين اللوحين المتوازيين عند قيمة معينة ($d = 10\ mm$) .

3- من مجهز القدرة ثبت الجهد عند أول قيمة مدونة في الجدول التالي ، وقس فرق الجهد الذي يسجله الفولتميتر ، ثم أوجد الشحنة التي تقابلها وثبت النتائج في الجدول .

4- كرر الخطوة السابقة بتغير قيمة الجهد وحسب قيمة الجهد المثبتة في الجدول .

$V \times 10^3$ (V)	V_c (V)	$Q = C\ V_c$ $Q = 74 \times V_c \times 10^{-9}$ (C)

5- ارسم البياني بين فرق الجهد (V) على المحور السيني والشحنة (Q) على المحور الصادي كما في الشكل .

6- احسب الميل (Slope) والذي يمثل سعة المتسعة ذات اللوحين المتوازيين .

7- احسب سماحية الفراغ عملياً باستعمال العلاقة الآتية :

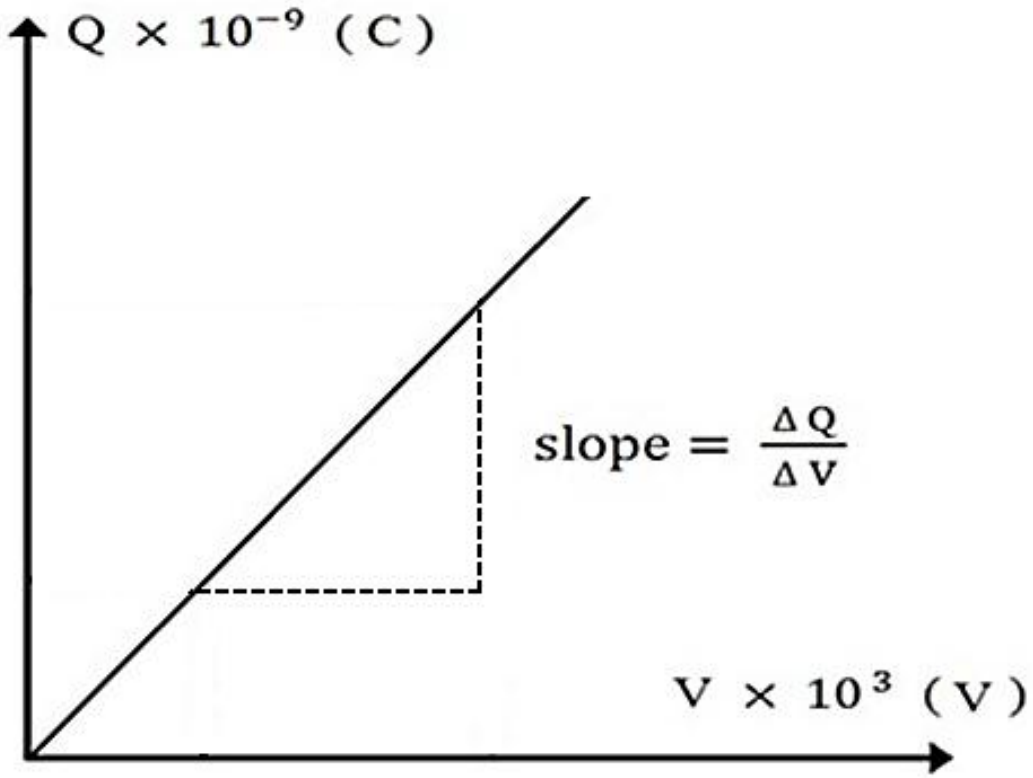
$$\epsilon_o = \text{Slope} \times \frac{d}{A}$$

حيث (d) هي المسافة بين اللوحين ($d = 10\ mm = 10 \times 10^{-3}\ m$)

(A) هي مساحة اللوح ($A = 0.0531\ m^2$)

8- احسب النسبة المئوية للخطأ عند حساب سماحية الفراغ عملياً اذا علمت ان القيمة الدقيقة (القيمة النظرية) لسماحية الفراغ تساوي .

$$\epsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}\ \frac{C^2}{N.m^2}$$



- **الأسئلة :**

س١ : كيف كان شكل الرسم البياني الذي رسمته في هذه التجربة ؟ وماذا تستنتج منه ؟ وماذا يمثل الميل (slope) في هذه التجربة ؟ .

س ٢ : كيف تمت عملية حساب شحنة المتسعة ذات اللوحين المتوازيين عملياً في هذه التجربة في المختبر ؟ وضح ذلك بالتفصيل .

س ٣ : ما التغير الذي سيحدث على قيمة كلٍ مما يأتي في حالة اعادة عمل التجربة وبنفس الخطوات ونفس طريقة العمل المذكورة في هذه التجربة ما عدا تغيير قيمة المسافة بين اللوحين المتوازيين (d) الى قيمة أصغر من القيمة المعطاة في هذه التجربة مع ذكر السبب عند الاجابة على كل نقطة مما يأتي ؟ .

أ - قيمة شحنة المتسعة ذات اللوحين المتوازيين (Q) .
ب - قيمة ميل البياني (Slope) .
ج - قيمة سعة المتسعة (C) .

س ٤ : اثبت ان وحدة سماحية الفراغ (ϵ_o) تساوي : $\frac{C^2}{N \cdot m^2} = \frac{F}{m}$

(ملاحظة : اثبث ان الطرف الأيسر يساوي الطرف الأيمن)

- **المناقشة :**

رتب كتابة المناقشة بإسلوب علمي من خلال النقاط الآتية :

١ - تحقيق الغاية او الهدف من اجراء هذه التجربة عملياً في المختبر .

٢ - اهم ما يتعلق بطريقة العمل والأساس النظري الذي تستند عليه عملية اجراء التجربة (تكتب بشكل مختصر باسلوب الطالب في ثلاثة او اربعة اسطر فقط) .

٣ - النتائج اوالقراءات والحسابات التي تم الحصول عليها (مع ملاحظة ان هذا الجزء من المناقشة مهم جداً وذلك لانه من خلاله يتم معرفة نوع العلاقة بين المتغيرات الداخلة في التجربة ومدى تأثير زيادة او نقصان او تأثير التغير المنتظم في قيمة متغير ما على المتغير الآخر او على قيمة الكمية المطلوب قياسها وغير ذلك) .

٤ - الرسم البياني (وهذا الجزء ايضاً مهم كونه يتعلق بالنتائج التي يتم الحصول عليها وفيه يتم توضيح شكل البياني الذي تم الحصول عليه واسباب عدم مرور الخط بجميع النقاط مثلا او لماذا كون الرسم يبدأ من نقطة الاصل (0 , 0) او لماذا لا يبدأ الرسم من نقطة الاصل او وجود قطع مع المحاور في الرسم وقيمة الميل وغير ذلك) .

٥ - اسباب الخطأ في التجربة (في هذا الجزء يتم ذكر أهم اسباب الخطأ في التجربة وكيف يتم علاجها او تقليل نسبة الخطأ في التجربة مع ذكر قيمة النسبة المئوية للخطأ في التجربة في حالة حسابها وهل هي مقبولة او غير مقبولة ضمن الحدود المسموح بها عند اجراء هذه التجربة في المختبر) .

٦ - يمكن اضافة الاستنتاجات او اي نقاط اخرى للمناقشة بما ينسجم مع الاسلوب العلمي لإعداد التقرير وكتابة المناقشة ويمكن اضافة اقتراحات تتعلق بهذه التجربة .

التجربة ((2))

((تحقيق قانون أوم))

- **الغاية من إجراء التجربة :**

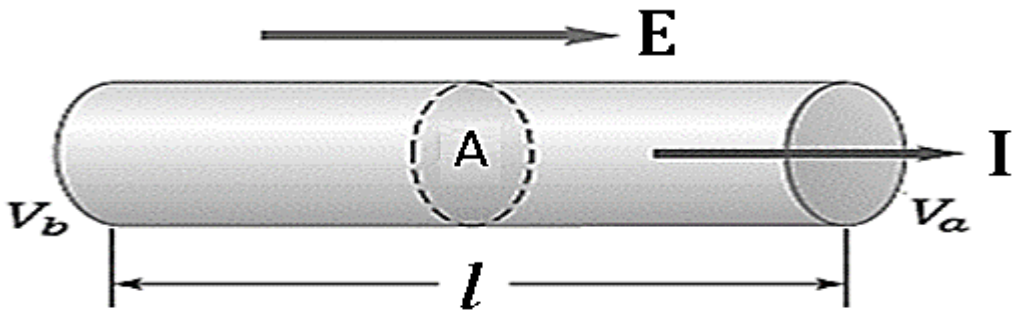
1- دراسة العلاقة بين فرق الجهد والتيار المار عبر مقاومة أومية وتحقيق قانون أوم .
2- حساب قيمة مقاومة مجهولة بيانياً .

- **الأجهزة والأدوات المستعملة في التجربة :**

مجهز قدرة مستمر ، مقاومة متغيرة (تستعمل كمجزء جهد) ، مقاومة ، فولتميتر ، امتير ، لوح توصيل ، أسلاك توصيل .

- **نظرية التجربة :**

في حالة الكهربائية الساكنة (Electrostatic) تكون الإلكترونات داخل الموصل في حالة سكون (اتزان) ويكون المجال داخل الموصل مساويا للصفر ، ولكن عند تسليط فرق جهد خارجي على طرفي الموصل ينشأ مجال كهربائي يعمل على تحريك الكترونات المادة وينشأ نتيجة لذلك تيار داخل الموصل ، ويعرف كثافة التيار (J) (Current density) بأنه التيار المار لوحدة المساحة ويعرف بالعلاقة ($J = \frac{I}{A}$) الشكل التالي يوضح موصل طوله (l) ومساحة مقطعه (A) .



عند تسليط فرق جهد على طرفي مادة ما تتحرك الإلكترونات داخل الموصل وينشأ مجال كهربائي ، وجد لبعض المواد إن كثافة التيار (J) متناسبة خطيا مع شدة المجال الكهربائي (E) داخل المادة ، ويعبر عن ذلك بالعلاقة الآتية :

$$J = \sigma E$$

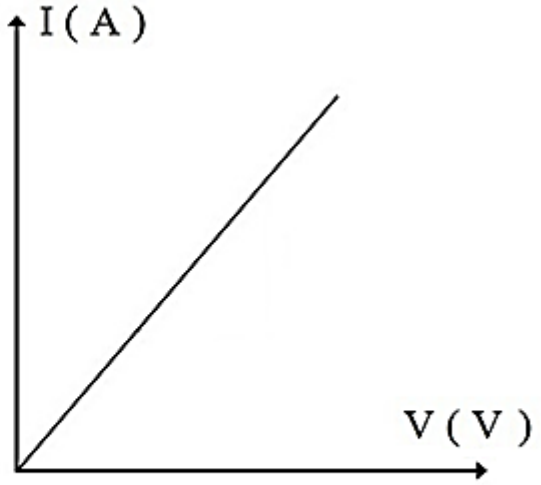
حيث (σ) هو ثابت تناسب يسمى الموصلية (conductivity) , إن العلاقة الأخيرة تسمى قانون أوم (Ohm's Law) ، والذي ينص على (أن النسبة بين كثافة التيار إلى شدة المجال الكهربائي هو مقدار ثابت و لا يعتمد على المجال المسبب لسريان التيار) ، تسمى المواد التي تخضع لقانون أوم بمواد أومية (ohmic) والمواد التي لا تخضع لقانون أوم تسمى مواد لا أومية (non ohmic) .

إن الإعاقة التي تبديها المادة لحركة الإلكترونات تسمى بالمقاومة (Resistance) والتي تعرف على أنها النسبة بين فرق الجهد المسلط إلى التيار المار ويرمز له بالرمز (R) حيث :

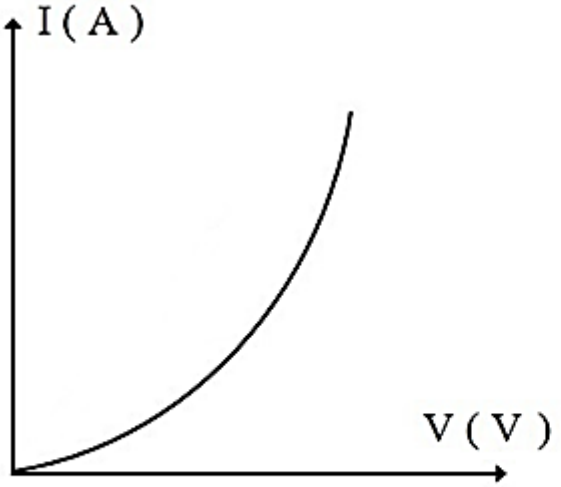
$$R = \frac{\Delta V}{I}$$

إن وحدة المقاومة (R) في النظام العالمي للوحدات هي (فولت لكل أمبير) وتسمى أوم (ohm) ويرمز لها بالرمز (Ω) أي ان $\left(\Omega = \frac{V}{A} \right)$.

في حالة المواد التي تخضع لقانون أوم (مواد أومية) تكون العلاقة بين التيار المار وفرق الجهد المسلط علاقة خطية ، بينما تكون العلاقة بين التيار المار وفرق الجهد المسلط للمواد التي لا تخضع لقانون أوم (مواد لا أومية) علاقة غير خطية ، كما هو موضح بالشكل الأتي :



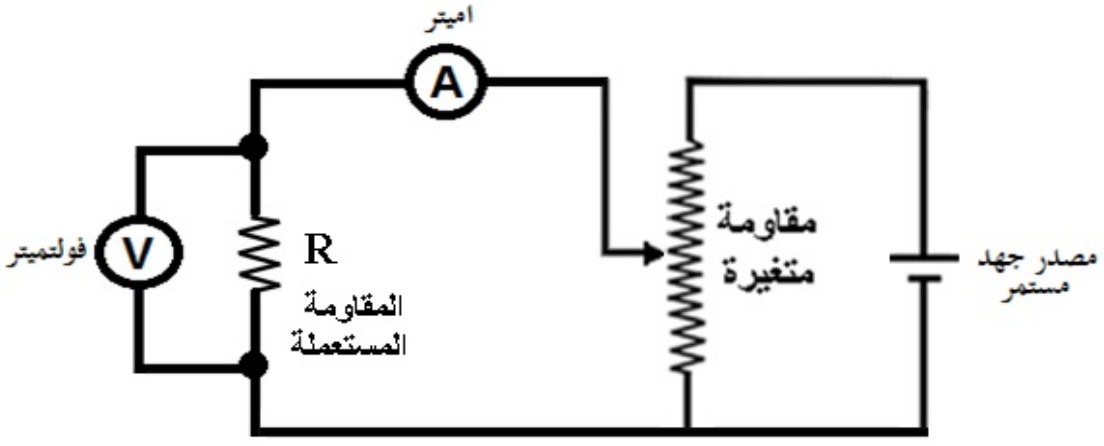
العلاقة بين التيار وفرق الجهد لمقاومة
تخضع لقانون اوم (مقاومة اومية)



العلاقة بين التيار وفرق الجهد لمقاومة
لا تخضع لقانون اوم (مقاومة لا اومية)

- **<u>طريقة العمل :</u>**

1- اربط الدائرة الموضحة بالشكل الآتي :



((الدائرة الكهربائية))

2- تضم الدائرة عدة عناصر ، مجهز القدرة وظيفته تجهيز الدائرة بالفولتية المستمرة ، أما الاميتر فوظيفته قياس التيار المار في الدائرة ويربط على التوالي مع العنصر المراد قياس التيار المار عبره ، الفولتميتر وظيفته قياس الفولتية بين طرفي العنصر ويربط على التوازي مع طرفي العنصر ، المقاومة المتغيرة تستعمل كمجزء جهد وهي في هذه التجربة عبارة عن مقاومة سلكية متغيرة (تسمى ريوستات Rheostat) .

3- باستعمال الريوستات غير فرق الجهد المسلط على طرفي المقاومة بخطوات و سجل التيار المار ثم سجل النتائج في جدول كما في الجدول الآتي :

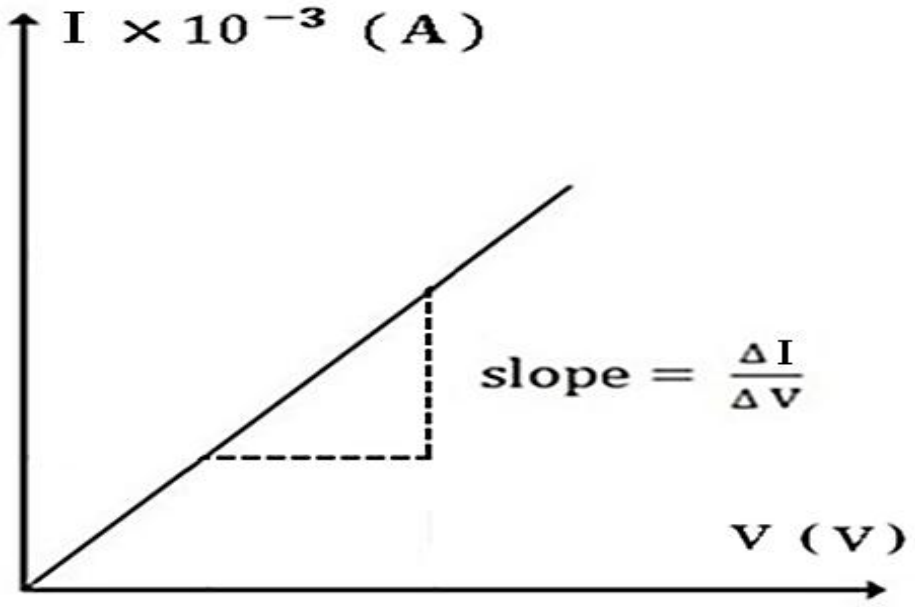
4- ارسم بياني بين قيم الفولتية (V) على المحور السيني وقيم التيار المقابل (I) على المحور الصادي كما في الشكل الاتي .

5- أوجد ميل البياني (Slope) ومنه أوجد قيمة المقاومة عملياً باستعمال العلاقة :

$$R = \frac{1}{\text{Slope}}$$

6- أوجد النسبة المئوية للخطأ عند حساب قيمة المقاومة (R) عملياً (حيث انه القيمة الدقيقة (القيمة النظرية) للمقاومة المستعملة في التجربة معلومة وتعطى للطالب في المختبر عند اجراء التجربة) .

V (V)	I (mA)	$I \times 10^{-3}$ (A)



• الأسئلة :

س١ : وضح ماذا يمثل ميل البياني الذي رسمته في هذه التجربة وما الفائدة من معرفته ؟ .

س٢ : ما هو التغيير الذي سيطرأ على رسمتك البيانية في هذه التجربة في حالة استبدال المقاومة التي استعملتها بمقاومة أومية ذات قيمة أصغر من المقاومة المستعملة في هذه التجربة ؟ وضح ذلك .

س٣ : ما التغير الذي سيحدث على قيمة كلٍ مما يأتي في حالة اعادة عمل التجربة وبنفس الخطوات ونفس طريقة العمل المذكورة في هذه التجربة ما عدا إستعمال مقاومة اومية قيمتها أكبر من قيمة المقاومة المستعملة في هذه التجربة ، مع ذكر السبب عند الإجابة على كل نقطة مما يأتي ؟ .

أ - قيمة ميل البياني (Slope) .

ب - قيمة التيار المار (I) في المقاومة والمقابلة لكل قيمة من قيم الفولتية (V) المذكورة في جدول القراءات .

س٤ : لو اعطيت لك مقاومتان في المختبر إحداهما (اومية) والاخرى (لا اومية) اشرح كيف يمكنك عملياً التمييز بينهما من خلال دراستك لهذه التجربة ؟ .

• المناقشة :

رتب كتابة المناقشة بإسلوب علمي من خلال النقاط الآتية :

١ - تحقيق الغاية او الهدف من اجراء هذه التجربة عملياً في المختبر .

٢ - اهم ما يتعلق بطريقة العمل والأساس النظري الذي تستند عليه عملية اجراء التجربة (تكتب بشكل مختصر باسلوب الطالب في ثلاثة او اربعة اسطر فقط) .

٣ - النتائج اوالقراءات والحسابات التي تم الحصول عليها (مع ملاحظة ان هذا الجزء من المناقشة مهم جداً وذلك لانه من خلاله يتم معرفة نوع العلاقة بين المتغيرات الداخلة في التجربة ومدى تأثير زيادة او نقصان او تأثير التغير المنتظم في قيمة متغير ما على المتغير الآخر او على قيمة الكمية المطلوب قياسها وغير ذلك) .

٤ - الرسم البياني (وهذا الجزء ايضاً مهم كونه يتعلق بالنتائج التي يتم الحصول عليها وفيه يتم توضيح شكل البياني الذي تم الحصول عليه واسباب عدم مرور الخط بجميع النقاط مثلا او لماذا كون الرسم يبدأ من نقطة الاصل (0 , 0) او لماذا لا يبدأ الرسم من نقطة الاصل او وجود قطع مع المحاور في الرسم وقيمة الميل وغير ذلك) .

٥ - اسباب الخطأ في التجربة (في هذا الجزء يتم ذكر أهم اسباب الخطأ في التجربة وكيف يتم علاجها او تقليل نسبة الخطأ في التجربة مع ذكر قيمة النسبة المئوية للخطأ في التجربة في حالة حسابها وهل هي مقبولة او غير مقبولة ضمن الحدود المسموح بها عند اجراء هذه التجربة في المختبر) .

٦ - يمكن اضافة الاستنتاجات او اي نقاط اخرى للمناقشة بما ينسجم مع الاسلوب العلمي لإعداد التقرير وكتابة المناقشة ويمكن اضافة اقتراحات تتعلق بهذه التجربة .

التجربة ((3))

((دراسة تغير مقاومة المواد الموصلة مع درجة الحرارة))

- **الغاية من إجراء التجربة :**

1- دراسة تغير مقاومة سلك معدني مع درجة الحرارة .

2- حساب قيمة المعامل الحراري للمقاومة او يسمى (معامل درجة الحرارة للمقاومة) لمادة السلك المستعمل .

- **الأجهزة والأدوات المستخدمة في التجربة :**

ملف من سلك النحاس موضوع داخل أنبوبة زجاجية فيها زيت ، محرار الكتروني لقياس درجة الحرارة ، مسخن كهربائي ، جهاز اوميتر ، ماسك وحامل .

- **نظرية التجربة :**

تتغير مقاومة المواد الموصلة مع تغير درجة حرارتها ، إذ تزداد مقاومة المواد الموصلة مع زيادة درجة الحرارة وهذا عائد إلى أن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة ونتيجة لذلك تواجه الإلكترونات صعوبة إضافية عند حركتها مما يسبب زيادة في الإعاقة التي تبديها المادة لحركة الإلكترونات وبالنتيجة زيادة في قيمة مقاومة للمادة الموصلة .

حيث لمدى معين من درجات الحرارة تزداد المقاومة النوعية (المقاومية) للمواد الموصلة بصورة خطية مع زيادة درجة الحرارة وحسب العلاقة التالية :

$$\rho = \rho_o [\ 1 + \alpha (T - T_o)]$$

حيث :

(ρ) المقاومة النوعية في درجة حرارة معينة (T) .

(ρ_o) المقاومة النوعية في درجة حرارة مرجعية (عادة ما تكون صفر ^oC 0 وأحيانا ^oC 20) .

(α) المعامل الحراري للمقاومة او يسمى (معامل درجة الحرارة للمقاومة) (Temperature Coefficient of Resistivity) بوحدة ($^oC^{-1}$) وتعتمد قيمة المعامل الحراري للمقاومة على طبيعة المادة فانه لكل مادة لها معامل حراري خاص بها .

(T_o) درجة حرارة مرجعية (عادة ما تكون صفر ^oC 0 وأحيانا ^oC 20) .

وحيث أن مقاومة المادة تتناسب مع المقاومة النوعية للمادة ، لذا يمكن التعبير عن تغير قيمة المقاومة مع درجة الحرارة بالصيغة الآتية :

$$R = R_o [\ 1 + \alpha (T - T_o)]$$

حيث :

(R) المقاومة في درجة حرارة معينة (T) .

(R_o) المقاومة في درجة حرارة مرجعية .

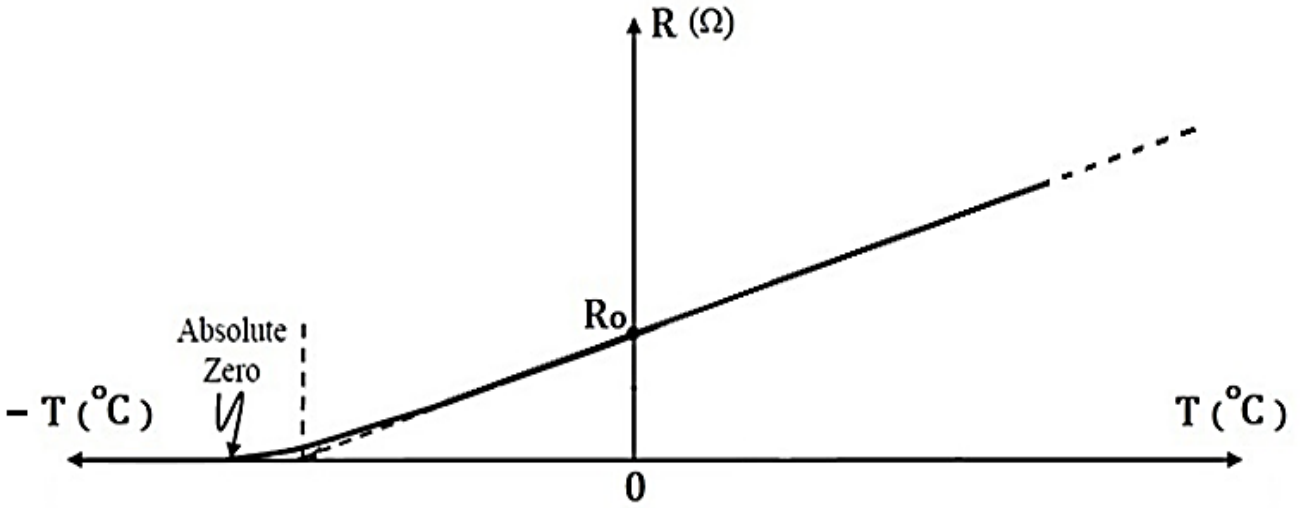
وللتبسيط سنقوم باعتماد (T_o) درجة الحرارة المرجعية ($T = 0\ ^oC$) . وعندها فان العلاقة الأخيرة يمكن كتابتها بالصيغة الآتية :

$$R = R_o + \alpha\ R_o\ T$$

حيث (R) تمثل المقاومة في درجة الحرارة (T) ، بينما (R_o) تمثل المقاومة في درجة حرارة الصفر المئوي .

من العلاقة الأخيرة نلاحظ قيمة المقاومة للمواد الموصلة تتناسب خطياً مع درجة الحرارة وبالنتيجة يكون شكل البياني المرسوم بين المقاومة ودرجة الجرارة بشكل خط مستقيم يقطع محور المقاومة عند (R_o) أي مقدار المقاومة عند درجة حرارة صفر مئوي ، أما ميل البياني (slope) فانه يساوي ($\alpha\ R_o$) .

الشكل التالي يوضح تغير مقاومة مادة موصلة مع درجة الحرارة .



• طريقة العمل :

إن دراسة تغير مقاومة سلك ما مع تغير درجة الحرارة تتطلب تغيير درجة حرارة السلك وقياس مقاومة السلك المقابلة لكل درجة حرارة ، ومن ثم رسم منحنى العلاقة بين تغير قيمة مقاومة السلك مع تغير درجة حرارة السلك ، السلك المستعمل في التجربة عبارة عن سلك من مادة النحاس بطول ومساحة مقطع معينة ملفوف حول قطعة من مادة عازلة ، وتم توصيل كل طرف من السلك بسلك توصيل ، وتم وضع السلك قيد الدراسة داخل أنبوبة زجاجية و غطيت بمادة الزيت، ووضع مع الملف محرار الكتروني (Thermometer) لقياس وتسجيل درجة حرارة السلك ، وللتحكم بدرجة الحرارة توضع الأنبوبة داخل وعاء يحوي على الماء ويتم تسخين الوعاء باستعمال مسخن (Heater) كهربائي . أما قياس قيمة مقاومة السلك فيمكن استعمال القنطرة المترية من خلال توصيل طرفي السلك في موضع المقاومة المجهولة في القنطرة ، ولتسهيل الإجراءات العملية تم اعتماد الطريقة ثانية لقياس المقاومة وهي باستعمال جهاز الاوميتر .

1- رتب الأدوات بحيث تكون الأنبوبة التي تحوي الملف داخل وعاء التسخين وتأكد من وجود كمية كافية من الماء داخلها ، وشغل كل من جهازي مقياس الحرارة الإلكتروني وجهاز الأوميتر .

2- شغل المسخن الكهربائي وراقب قراءة المحرار والاوميتر وسجل قيمة درجة الحرارة والمقاومة تدريجياً عند درجات حرارة متفاوتة (مثلاً كل 5 درجات مئوية) وسجل القراءات في جدول .

3- ارسم بياني بين قيم درجات الحرارة على المحور السيني وقيم المقاومة على المحور الصادي .

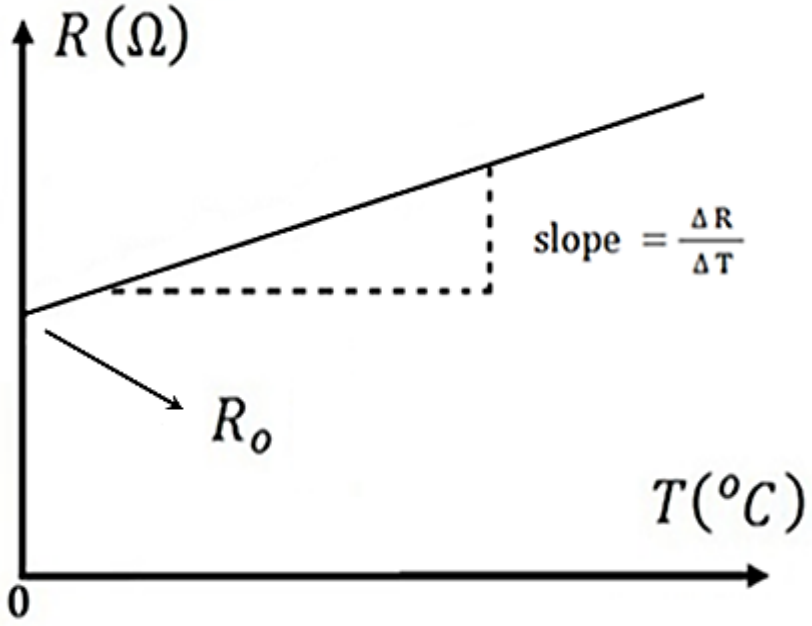
4- مد الخط البياني الذي رسمته لتجد نقطة تقاطع البياني مع المحور الصادي وحدد قيمة المقاومة عند نقطة القطع والتي تمثل قيمة (R_o) أي قيمة مقاومة السلك عند درجة حرارة الصفر المئوي كما في الشكل الآتي .

5- احسب قيمة ميل البياني (Slope) ومنها أوجد قيمة المعامل الحراري للمقاومة (معامل درجة الحرارة للمقاومة) (α) باستعمال العلاقة :

$$\alpha = \frac{\text{Slope}}{R_o}$$

6- أوجد النسبة المئوية للخطأ عند حساب القيمة العملية للمعامل الحراري للمقاومة (معامل درجة الحرارة للمقاومة) (α) لمادة السلك المستعمل في التجربة (حيث انه القيمة الدقيقة (القيمة النظرية) للمعامل الحراري للمقاومة (معامل درجة الحرارة للمقاومة) (α) لمادة السلك المستعمل في التجربة معلومة وتعطى للطالب في المختبر عند اجراء التجربة) .

T (°C)	R (Ω)



• الأسئلة :

س١ : وضح بالتفصيل سبب كون بعض المواد لها معامل حراري موجب للمقاومة وبعض المواد لها معامل حراري سالب للمقاومة مع ذكر امثلة على كل نوع من هذه المواد .

س٢ : من خلال دراستك لهذه التجربة وضح كيف تمكنت من دراسة تأثير درجة الحرارة على مقاومة المواد الموصلة عملياً في المختبر ؟ .

س٣ : بالاعتماد على الرسم البياني الذي رسمته لهذه التجربة أوجد الآتي :

أ - درجة الحرارة التي تكون فيها قيمة مقاومة السلك المستعمل تساوي (17.5 Ω) .

ب - قيمة مقاومة السلك المستعمل عند درجة حرارة (42 °C) .

س٤ : كيف كان شكل البياني الذي رسمته في هذه التجربة ؟ وماذا تستنتج من ذلك ؟ وضح ذلك .

س٥ : ((ملاحظة : يعتبر هذا السؤال اختياري ولا يحاسب عليه الطالب في حالتي عدم الإجابة أو الإجابة الخاطئة ، وتضاف درجات إضافية لدرجة التقرير في حالة الإجابة الصحيحة وحسب مجهود الطالب)) .

بالاعتماد على القيم في جدول القراءات التي حصلت عليها قم بإعادة الرسم البياني ولكن بأخذ مقياس رسم اكبر لمحور درجة الحرارة بحيث تمتد قراءات محور درجة الحرارة بين القيمتين (100 ^{o}C) إلى (300 - ^{o}C) مروراً بالصفر وجعل محور المقاومة يبدأ من الصفر ، ومد الخط المستقيم باتجاه درجات الحرارة الأقل من الصفر المئوي وأوجد الدرجة الحرارة التي تكون عندها مقاومة السلك مساوية للصفر (0 Ω) ، ثم قدم تفسيراً فيزيائياً لتلك الحالة وماذا يطلق عليها .

- **المناقشة :**

رتب كتابة المناقشة بإسلوب علمي من خلال النقاط الآتية :

١ - تحقيق الغاية او الهدف من اجراء هذه التجربة عملياً في المختبر .

٢ - اهم ما يتعلق بطريقة العمل والأساس النظري الذي تستند عليه عملية اجراء التجربة (تكتب بشكل مختصر باسلوب الطالب في ثلاثة او اربعة اسطر فقط) .

٣ - النتائج اوالقراءات والحسابات التي تم الحصول عليها (مع ملاحظة ان هذا الجزء من المناقشة مهم جداً وذلك لانه من خلاله يتم معرفة نوع العلاقة بين المتغيرات الداخلة في التجربة ومدى تأثير زيادة او نقصان او تأثير التغير المنتظم في قيمة متغير ما على المتغير الآخر او على قيمة الكمية المطلوب قياسها وغير ذلك) .

٤ - الرسم البياني (وهذا الجزء ايضاً مهم كونه يتعلق بالنتائج التي يتم الحصول عليها وفيه يتم توضيح شكل البياني الذي تم الحصول عليه واسباب عدم مرور الخط بجميع النقاط مثلا او لماذا كون الرسم يبدأ من نقطة الاصل (0 , 0) او لماذا لا يبدأ الرسم من نقطة الاصل او وجود قطع مع المحاور في الرسم وقيمة الميل وغير ذلك) .

٥ - اسباب الخطأ في التجربة (في هذا الجزء يتم ذكر أهم اسباب الخطأ في التجربة وكيف يتم علاجها او تقليل نسبة الخطأ في التجربة مع ذكر قيمة النسبة المئوية للخطأ في التجربة في حالة حسابها وهل هي مقبولة او غير مقبولة ضمن الحدود المسموح بها عند اجراء هذه التجربة في المختبر) .

٦ - يمكن اضافة الاستنتاجات او اي نقاط اخرى للمناقشة بما ينسجم مع الاسلوب العلمي لإعداد التقرير وكتابة المناقشة ويمكن اضافة اقتراحات تتعلق بهذه التجربة .

التجربة ((4))

((حساب المقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر))

- **الغاية من إجراء التجربة :**

1- دراسة طريقة عمل جهاز الفولتميتر .

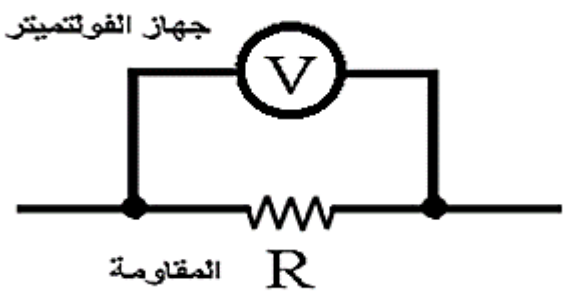
2- حساب قيمة المقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر المستعمل في التجربة .

- **الأجهزة والأدوات المستعملة في التجربة :**

جهاز الفولتميتر المستعمل في هذه التجربة ، صندوق مقاومات ، مجهز قدرة مستمر ، اسلاك توصيل لربط مكونات الدائرة الكهربائية .

- **نظرية التجربة :**

لكي نتمكن من ايجاد المقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر يجب ان نعرف اولاً ماهو جهاز الفولتميتر ؟ ولأي غرض يستعمل جهاز الفولتميتر ؟ وكيف يتم ربط جهاز الفولتميتر في الدائرة الكهربائية ؟ . ان جهاز الفولتميتر هو بالأساس جهاز كلفانوميتر ربطت معه مقاومة عالية (قيمتها كبيرة) على التوالي تسمى مضاعفة الجهد وتعتمد قيمتيها على مدى فرق الجهد المراد تصميم الجهاز لقياسه ويستعمل جهاز الفولتميتر لقياس فرق الجهد (الفولتية) بين اي نقطتين في الدائرة الكهربائية (مثلا قياس فرق الجهد بين طرفي مقاومة يمر فيها تيار في دائرة كهربائية) ويربط جهاز الفولتميتر على التوازي بين طرفي العنصر (مثلا مقاومة ، ملف ، متسعة ، ..... الخ) في الدائرة الكهربائية كما في الشكل الآتي الذي يوضح فيه طريقة ربط جهاز الفولتميتر على التوازي بين طرفي المقاومة :



((شكل يوضح طريقة ربط جهاز الفولتميتر مع المقاومة المراد قياس فرق الجهد بين طرفيها))

والآن لحساب المقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر فانه من الشكل رقم (١) نفرض ان القوة الدافعة الكهربائية لمجهز القدرة هي (ε) والمقاومة المختارة من صندوق المقاومات هي (R) وقراءة الفولتميتر هي (V) وان المقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر هي (R_v) وعلى فرض اهمال المقاومة الداخلية لمجهز القدرة فانه القوة الدافعة الكهربائية لمجهز القدرة تساوي :

$$\varepsilon = I R + I R_v$$

$$\varepsilon = I (R + R_v)$$

ولذلك فانه التيار المار في الدائرة الكهربائية (I) يساوي :

$$I = \frac{\varepsilon}{(R + R_v)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

وان فرق الجهد (الفولتية) عبر جهاز الفولتميتر (V) يساوي :

$$V = I R_v$$

ولهذا فانه التيار المار في الدائرة الكهربائية (I) يساوي :

$$I = \frac{V}{R_v} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ومن مساواة معادلة (1) و (2) نحصل على :

$$\frac{\varepsilon}{(R + R_v)} = \frac{V}{R_v}$$

وبترتيب هذه المعادلة نحصل على المعادلة (3) :

$$\frac{1}{V} = \frac{(R + R_v)}{\varepsilon\ R_v}$$

$$\frac{1}{V} = \frac{R}{\varepsilon\ R_v} + \frac{R_v}{\varepsilon\ R_v}$$

$$\frac{1}{V} = \frac{1}{\varepsilon\ R_v}\ R + \frac{1}{\varepsilon} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

من المعادلة (3) نلاحظ الآتي :

(ε) تمثل قيمة القوة الدافعة الكهربائية لمجهز القدرة وهي ثابتة القيمة عند اجراء التجربة .

(R_v) تمثل قيمة المقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر وهي ثابتة القيمة لجهاز الفولتميتر المستعمل في هذه التجربة .

(R) تمثل قيمة المقاومة المختارة من صندوق المقومات وهي متغيرة القيمة في هذه التجربة .

(V) تمثل قيمة قراءة الفولتميتر وهي متغيرة القيمة في هذه التجربة تبعاً لتغير قيمة المقاومة المختارة من صندوق المقاومات .

ومن هذا فانه عند مقارنة المعادلة (3) مع معادلة الخط المستقيم والتي تكون بالشكل ($y = m x + C$) يتضح ان المعادلة (3) تمثل معادلة خط مستقيم وفيها الآتي :

($\frac{1}{V}$) تمثل مقلوب قيمة قراءة الفولتميتر وهي متغيرة القيمة في هذه التجربة تبعاً لتغير قيمة المقاومة المختارة من صندوق المقاومات وتمثل محور (y) .

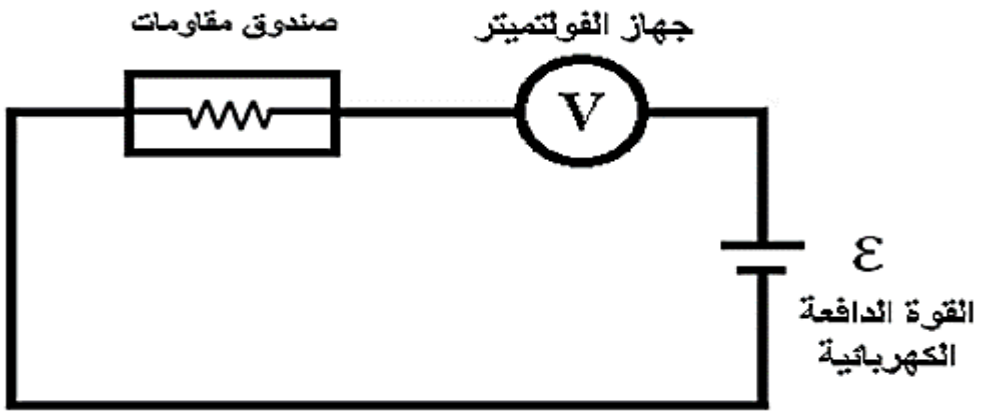
(R) تمثل قيمة المقاومة المختارة من صندوق المقومات وهي متغيرة القيمة في هذه التجربة وتمثل محور (x) .

($\frac{1}{\varepsilon R_v}$) تمثل (m) الميل او (Slope) ويتم ايجاد قيمتها من الرسم البياني .

($\frac{1}{\varepsilon}$) تمثل (C) قيمة القطع مع محور (y) الموجب اي تمثل قيمة القطع مع محور ($\frac{1}{V}$) الموجب ويتم ايجاد قيمتها من الرسم البياني .

• طريقة العمل :

1- اربط الدائرة الكهربائية للتجربة كما هو موضح بالشكل رقم (1) الآتي :



((الدائرة الكهربائية))

الشكل رقم (1)

2- ثبت قيمة القوة الدافعة الكهربائية لمجهز القدرة المستمر على القيمة المحددة في هذه التجربة (حيث تكون القيمة مثبة في طريقة العمل الموجودة في المختبر بجوار التجربة مع ملاحظة انه يجب ان لا تتجاوز القيمة اعظم قيمة لمدى جهاز الفولتميتر المستعمل في التجربة) .

3- من صندوق المقاومات المستعمل في هذه التجربة ثبت قيمة المقاومة على القيمة المحددة في جدول القراءات وسجل قيمة قراءة جهاز الفولتميتر المقابلة لها ثم اوجد مقلوب قيمة قراءة الفولتميتر وسجل النتائج في جدول كما في الشكل الآتي .

4- كرر الخطوة (3) لباقي قيم المقاومة المثبتة في الجدول وسجل النتائج في جدول القراءات .

R (Ω)	قراءة الفولتميتر V (Volt)	$\frac{1}{V}$ ($\frac{1}{Volt}$)	$\frac{1}{V} \times 10^{-3}$ ($\frac{1}{Volt}$)

5- ارسم بياني بين قيم المقاومة (R) على المحور السيني ومقلوب قيم قراءات الفولتميتر ($\frac{1}{V}$) المقابلة على المحور الصادي كما في الشكل الآتي ، مع ملاحظة انه يوجد قطع مع محور (R) وقطع مع محور ($\frac{1}{V}$) .

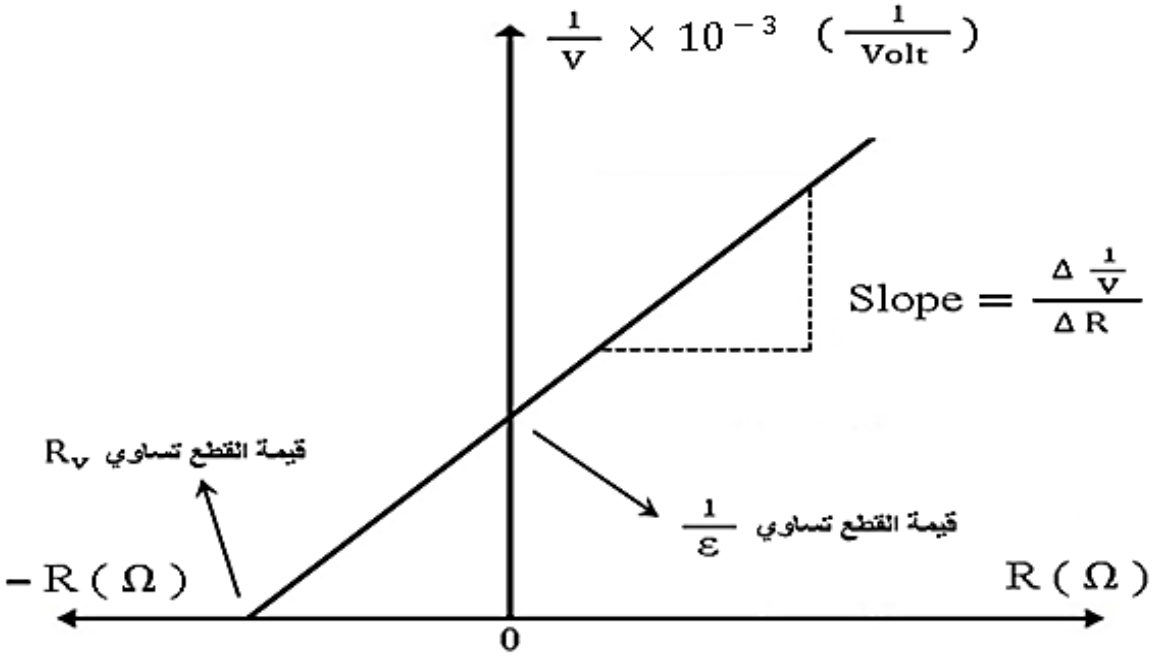
6- أوجد قيمة القوة الدافعة الكهربائية لمجهز القدرة (ε) عملياً من الرسم البياني من قيمة القطع كما في الشكل .

7- أوجد ميل الرسم البياني (Slope) .

8- أوجد القيمة العملية للمقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر (R_V) باستعمال العلاقة الآتية مع ملاحظة انه يتم تعويض قيمة (ε) التي حصلت عليها من النقطة (6) وقيمة (Slope) التي حصلت عليها من النقطة (7) .

$$\because \text{Slope} = \frac{1}{\varepsilon R_V} \quad \Rightarrow \quad \therefore R_V = \frac{1}{\varepsilon \times \text{Slope}}$$

9- أوجد النسبة المئوية للخطأ عند حساب قيمة المقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر (R_V) عملياً (حيث انه القيمة الدقيقة (القيمة النظرية) للمقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر (R_V) المستعمل في التجربة معلومة وتعطى للطالب في المختبر عند اجراء التجربة) .



- **الأسئلة :**

س١ : وضح لماذا تكون المقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر كبيرة القيمة ؟ .

س٢ : كيف كان شكل البياني الذي رسمته في هذه التجربة ؟ وماذا تستنتج من ذلك ؟ .

س٣ : من الرسم البياني الذي رسمته احسب قيمة القطع مع محور (R) والتي تساوي قيمة المقاومة الداخلية لجهاز الفولتميتر (R_V) ثم قارن هذه القيمة مع القيمة التي حصلت عليها من الحسابات لهذه التجربة . مع ملاحظة انه القطع لمحور (R) من الجهة السالبة لذلك فانه ($R_V = -R$) وبهذا تصبح قيمة (R_V) موجبة .

س٤ : قارن بين الفولتميتر والأميتر من حيث (التركيب (المكونات) ، طريقة الربط في الدائرة الكهربائية ، قيمة المقاومته الداخلية ، الوظيفة أو الإستعمال) .

- **المناقشة :**

رتب كتابة المناقشة بإسلوب علمي من خلال النقاط الآتية :

١ - تحقيق الغاية او الهدف من اجراء هذه التجربة عملياً في المختبر .

٢ - اهم ما يتعلق بطريقة العمل والأساس النظري الذي تستند عليه عملية اجراء التجربة (تكتب بشكل مختصر باسلوب الطالب في ثلاثة او اربعة اسطر فقط) .

٣ - النتائج اوالقراءات والحسابات التي تم الحصول عليها (مع ملاحظة ان هذا الجزء من المناقشة مهم جداً وذلك لانه من خلاله يتم معرفة نوع العلاقة بين المتغيرات الداخلة في التجربة ومدى تأثير زيادة او نقصان او تأثير التغير المنتظم في قيمة متغير ما على المتغير الآخر او على قيمة الكمية المطلوب قياسها وغير ذلك) .

٤ - الرسم البياني (وهذا الجزء ايضاً مهم كونه يتعلق بالنتائج التي يتم الحصول عليها وفيه يتم توضيح شكل البياني الذي تم الحصول عليه واسباب عدم مرور الخط بجميع النقاط مثلا او لماذا كون الرسم يبدأ من نقطة الاصل (0 , 0) او لماذا لا يبدأ الرسم من نقطة الاصل او وجود قطع مع المحاور في الرسم وقيمة الميل وغير ذلك) .

٥ - اسباب الخطأ في التجربة (في هذا الجزء يتم ذكر أهم اسباب الخطأ في التجربة وكيف يتم علاجها او تقليل نسبة الخطأ في التجربة مع ذكر قيمة النسبة المئوية للخطأ في التجربة في حالة حسابها وهل هي مقبولة او غير مقبولة ضمن الحدود المسموح بها عند اجراء هذه التجربة في المختبر) .

٦ - يمكن اضافة الاستنتاجات او اي نقاط اخرى للمناقشة بما ينسجم مع الاسلوب العلمي لإعداد التقرير وكتابة المناقشة ويمكن اضافة اقتراحات تتعلق بهذه التجربة .

التجربة ((5))

((دراسة العوامل التي تعتمد عليها مقاومة سلك معدني موصل))

- **الغاية من إجراء التجربة :**

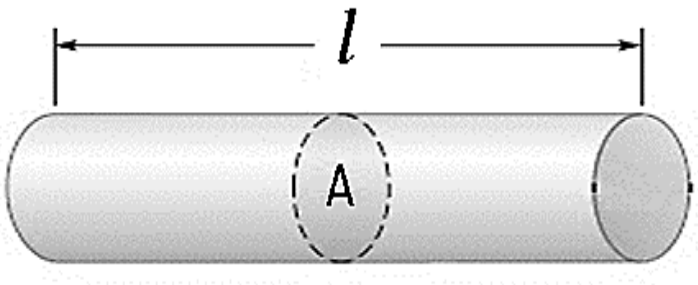
١ - إثبات أن مقاومة سلك معدني موصل تتناسب عكسياً مع مساحة مقطعه العرضي .

٢ - حساب قيمة المقاومة النوعية عملياً لمادة سلك معدني موصل .

- **الأجهزة والأدوات المستعملة في التجربة :**

لوح مثبت فيه أسلاك معدنية موصلة متساوية في الطول (طول كل سلك واحد متر) ومختلفة في القطر ومصنوعة من نفس المادة ، جهاز اوميتر لقياس قيمة مقاومة الاسلاك المعدنية الموصلة المستعملة في دراسة هذه التجربة ، أسلاك توصيل للربط .

- **نظرية التجربة :**



نفرض أن لدينا سلك من مادة موصلة طوله (l) ومساحة مقطعه العرضي (A) كما موضح بالشكل المجاور حيث وجد عملياً أن مقاومة السلك (R) والتي تمثل الإعاقة التي يبديها السلك لسريان التيار فيه تتناسب طردياً مع طول السلك (l) وعكسياً مع مساحة مقطعه العرضي (A) ، ويعبر عن ذلك رياضياً بالعلاقة الآتية :

$$R \propto \frac{l}{A}$$

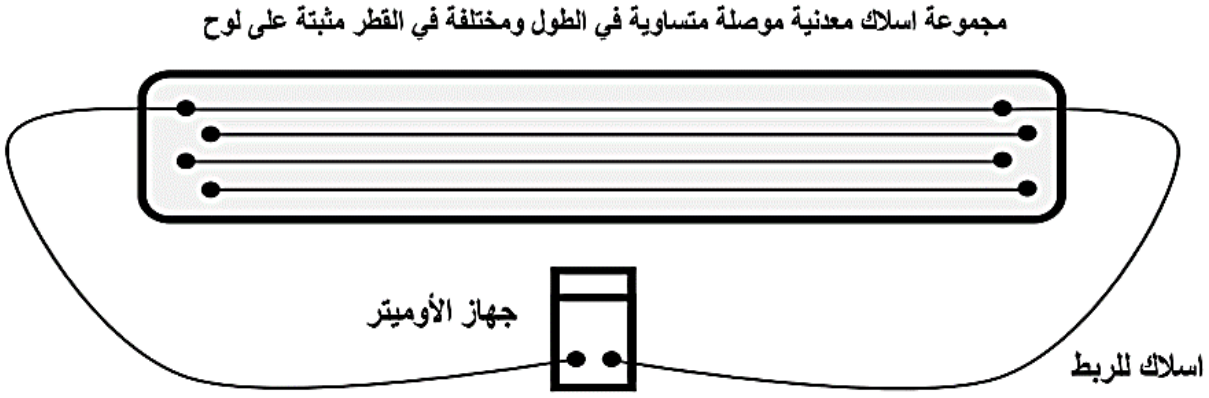
وعند رفع علامة التناسب ووضع ثابت التناسب (ρ) تصبح العلاقة :

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

حيث (ρ) تمثل المقاومة النوعية (تسمى كذلك بالمقاومية Resistivity) ، ووحدتها هي ($\Omega . m$) وقيمتها تعتمد على طبيعة مادة السلك ودرجة الحرارة ، حيث كلما كانت المادة أكثر توصيلية كلما كانت قيمة المقاومة النوعية صغيرة ، فالمواد الجيدة التوصيل للكهربائية (مثل النحاس والفضة) لها مقاومة نوعية صغيرة جداً ، بينما تكون المواد

العازلة (مثل المطاط والزجاج) لها مقاومة نوعية عالية جداً ، وبما انه المقاومة النوعية تعتمد على درجة الحرارة لذلك فانه توجد علاقة خاصة تعطي المقاومة النوعية عند أي درجة حرارة ، وعادة ما تعطى قيمة المقاومة النوعية عند درجة حرارة (20 °C) .

• طريقة العمل :



« الدائرة المستخدمة لقياس مقاومة كل سلك معدني »

1- لدراسة العلاقة بين مساحة مقطع السلك المعدني (A) ومقاومته (R) ، قم بترتيب اقطار الأسلاك المعدنية الاربعة المستعملة في هذه التجربة (D) من الأكبر قطراً الى الأصغر قطراً في جدول القراءات الآتي .

2- قم بربط طرفي السلك الاول بجهاز الاوميتر وسجل قيمة مقاومته كما في الشكل اعلاه في جدول القراءات الآتي .

3- قم بحساب مساحة المقطع العرضي (A) لهذا السلك بإستخدام القانون المثبت في جدول القراءات الآتي .

4- قم بربط طرفي السلك الثاني بجهاز الاوميتر وسجل قيمة مقاومته في جدول القراءات الآتي . وبعدها كرر عمل النقطة السابقة رقم (3) لهذا السلك .

5- قم بربط طرفي السلك الثالث بجهاز الاوميتر وسجل قيمة مقاومته في جدول القراءات الآتي . وبعدها كرر عمل النقطة السابقة رقم (3) لهذا السلك .

6- قم بربط طرفي السلك الرابع بجهاز الاوميتر وسجل قيمة مقاومته في جدول القراءات الآتي . وبعدها كرر عمل النقطة السابقة رقم (3) لهذا السلك .

❖ ملاحظة مهمة :

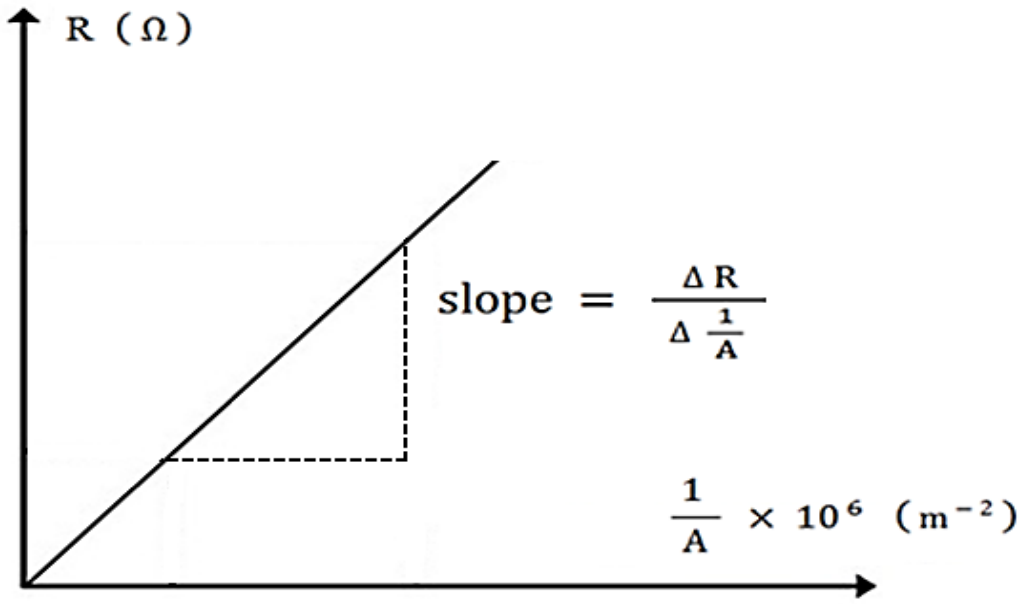
يجب الانتباه عند حساب مساحة المقطع العرضي للسلك إنه السلك المستخدم في التجربة هو اسطواني الشكل لذلك فان المقطع العرضي له هو دائري الشكل ، ولهذا فانه مساحة المقطع العرضي (A) للسلك هي مساحة الدائرة ، وعلى فرض أن قطر السلك (قطر الدائرة) هو (D) لذا فانه نصف قطر السلك يساوي ($\frac{D}{2}$) وبهذا فانه مساحة المقطع العرضي للسلك (A) تساوي :

$$A = \pi (\text{نصف القطر})^2 = \pi (\frac{D}{2})^2 \quad \Longrightarrow \quad A = \frac{\pi}{4} D^2$$

D (mm)	R (Ω)	$A = \frac{\pi}{4} D^2 \times 10^{-6}$ (m^2)	$\frac{1}{A} \times 10^6$ (m^{-2})
1			
0.7			
0.5			
0.35			

7- اوجد مقلوب قيم مساحة المقطع العرضي لكل سلك ($\frac{1}{A}$) وسجلها في جدول القراءات اعلاه .

8- ارسم البياني بين مقلوب قيم مساحة المقطع العرضي للأسلاك المستعملة ($\frac{1}{A}$) على المحور السيني وقيمة المقاومة المناظرة لها (R) على المحور الصادي كما في الشكل الآتي ثم احسب الميل (Slope) .



9- احسب المقاومة النوعية لمادة السلك المعدني في هذه التجربة عملياً بإستعمال العلاقة :

$$\because \quad \rho = \frac{R\,A}{l} \qquad \Rightarrow \qquad \therefore \quad \rho = \frac{Slope}{l}$$

علما بان الأسلاك متساوية في الطول وتساوي واحد متر ($l = 1\ m$) .

10- احسب النسبة المئوية للخطأ في حساب المقاومة النوعية لمادة السلك عملياً ، علماً بان القيمة الدقيقة (القيمة النظرية) للمقاومة النوعية لمادة السلك المستعمل في التجربة هي ($\rho = 5 \times 10^{-7}\ \Omega.m$) .

- **الأسئلة :**

س ١ : قارن بين المقاومية (Resistivity) والموصلية (Conductivity) .

س ٢ : ماذا تستنتج من الرسم البياني الذي رسمته في هذه التجربة ؟ وضح ذلك .

س٣ : إحدى التقنيات المستعملة في أجهزة كشف الكذب (polygraph) تتمثل بوضع مجسات تقوم بحساب مقاومة الجلد أثناء الاستجواب ، وضح كيف يمكن تحديد كذب المستجوب من عدمه عن طريق قياس مقاومة جلده أثناء طرح الأسئلة عليه ؟ .

س٤ : من خلال فهمك لدراسة هذه التجربة والقوانين التي استعملتها وضح كيف يمكنك اجراء التجربة بطريقة اخرى وحساب المقاومة النوعية لمادة السلك في حالة استعمال عدد من الاسلاك مصنوعة من نفس المادة ومتساوية في القطر (اي متساوية في مساحة المقطع العرضي للسلك) ولكن مختلفة في الطول ؟ .

- **المناقشة :**

رتب كتابة المناقشة بإسلوب علمي من خلال النقاط الآتية :

١ - تحقيق الغاية او الهدف من اجراء هذه التجربة عملياً في المختبر .

٢ - اهم ما يتعلق بطريقة العمل والأساس النظري الذي تستند عليه عملية اجراء التجربة (تكتب بشكل مختصر باسلوب الطالب في ثلاثة او اربعة اسطر فقط) .

٣ - النتائج اوالقراءات والحسابات التي تم الحصول عليها (مع ملاحظة ان هذا الجزء من المناقشة مهم جداً وذلك لانه من خلاله يتم معرفة نوع العلاقة بين المتغيرات الداخلة في التجربة ومدى تأثير زيادة او نقصان او تأثير التغير المنتظم في قيمة متغير ما على المتغير الآخر او على قيمة الكمية المطلوب قياسها وغير ذلك) .

٤ - الرسم البياني (وهذا الجزء ايضاً مهم كونه يتعلق بالنتائج التي يتم الحصول عليها وفيه يتم توضيح شكل البياني الذي تم الحصول عليه واسباب عدم مرور الخط بجميع النقاط مثلا او لماذا كون الرسم يبدأ من نقطة الاصل (0 , 0) او لماذا لا يبدأ الرسم من نقطة الاصل او وجود قطع مع المحاور في الرسم وقيمة الميل وغير ذلك) .

٥ - اسباب الخطأ في التجربة (في هذا الجزء يتم ذكر أهم اسباب الخطأ في التجربة وكيف يتم علاجها او تقليل نسبة الخطأ في التجربة مع ذكر قيمة النسبة المئوية للخطأ في التجربة في حالة حسابها وهل هي مقبولة او غير مقبولة ضمن الحدود المسموح بها عند اجراء هذه التجربة في المختبر) .

٦ - يمكن اضافة الاستنتاجات او اي نقاط اخرى للمناقشة بما ينسجم مع الاسلوب العلمي لإعداد التقرير وكتابة المناقشة ويمكن اضافة اقتراحات تتعلق بهذه التجربة .

جامعة بغداد
كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم
قسم الفيزياء

تقرير مقدم إلى مختبر الكهربائية ١ / المرحلة الأولى
العام الدراسي (٢٠٢٤ - ٢٠٢٥) م

إسم التجربة : .....

اسم الطالب : .....

الشعبة : ..... **الدراسة :** .....

المجموعة : ..... **اليوم :** ..... **وقت المختبر :** .....

أسماء الشركاء فى التجربة :

١. ..... ٤. .....

٢. ..... ٥. .....

٣. ..... ٦. .....

تاريخ إجراء التجربة : .....

تاريخ تسليم التقرير : .....

الفقرة	الغاية والنظرية وطريقة العمل و..... الخ	النتائج والحسابات	الرسم البياني	الأسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية
الدرجة الممنوحة						
الدرجة القصوى	2	2	2	2	2	10

جامعة بغداد
كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم
قسم الفيزياء

تقرير مقدم إلى مختبر الكهربائية ١ / المرحلة الأولى
العام الدراسي (٢٠٢٤ - ٢٠٢٥) م

إسم التجربة : .....

اسم الطالب : .....

الشعبة : ..... **الدراسة :** .....

المجموعة : ..... **اليوم :** ..... **وقت المختبر :** .....

أسماء الشركاء فى التجربة :

١. ..... ٤. .....

٢. ..... ٥. .....

٣. ..... ٦. .....

تاريخ إجراء التجربة : .....

تاريخ تسليم التقرير : .....

الفقرة	الغاية والنظرية وطريقة العمل و..... الخ	النتائج والحسابات	الرسم البياني	الأسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية
الدرجة الممنوحة						
الدرجة القصوى	2	2	2	2	2	10

جامعة بغداد
كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم
قسم الفيزياء

تقرير مقدم إلى مختبر الكهربائية ١ / المرحلة الأولى
العام الدراسي (٢٠٢٤ - ٢٠٢٥) م

إسم التجربة : .....

اسم الطالب : .....

الشعبة : ..... **الدراسة :** .....

المجموعة : ..... **اليوم :** ..... **وقت المختبر :** .....

أسماء الشركاء في التجربة :

١. ..... ٤. .....

٢. ..... ٥. .....

٣. ..... ٦. .....

تاريخ إجراء التجربة : .....

تاريخ تسليم التقرير : .....

الفقرة	الغاية والنظرية وطريقة العمل و..... الخ	النتائج والحسابات	الرسم البياني	الأسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية
الدرجة الممنوحة						
الدرجة القصوى	2	2	2	2	2	10

جامعة بغداد
كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم
قسم الفيزياء

تقرير مقدم إلى مختبر الكهربائية ١ / المرحلة الأولى
العام الدراسي (٢٠٢٤ - ٢٠٢٥) م

إسم التجربة : .....

اسم الطالب : .....

الشعبة : ..... **الدراسة :** .....

المجموعة : ..... **اليوم :** ..... **وقت المختبر :** .....

أسماء الشركاء في التجربة :

١. ..... ٤. .....

٢. ..... ٥. .....

٣. ..... ٦. .....

تاريخ إجراء التجربة : .....

تاريخ تسليم التقرير : .....

الفقرة	الغاية والنظرية وطريقة العمل و..... الخ	النتائج والحسابات	الرسم البياني	الأسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية
الدرجة الممنوحة						
الدرجة القصوى	2	2	2	2	2	10

جامعة بغداد
كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم
قسم الفيزياء

تقرير مقدم إلى مختبر الكهربائية ١ / المرحلة الأولى
العام الدراسي (٢٠٢٤ - ٢٠٢٥) م

إسم التجربة : .....

اسم الطالب : .....

الشعبة : ..... **الدراسة :** .....

المجموعة : ..... **اليوم :** ..... **وقت المختبر :** .....

أسماء الشركاء في التجربة :

١. ..... ٤. .....

٢. ..... ٥. .....

٣. ..... ٦. .....

تاريخ إجراء التجربة : .....

تاريخ تسليم التقرير : .....

الفقرة	الغاية والنظرية وطريقة العمل و..... الخ	النتائج والحسابات	الرسم البياني	الأسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية
الدرجة الممنوحة						
الدرجة القصوى	2	2	2	2	2	10