جامعة الملك سعود

كلية العلوم

قسم الفيزياء – طالبات

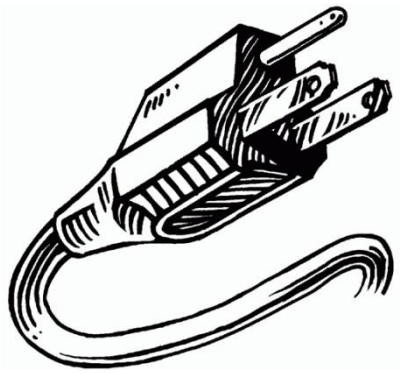
آخر تحديث 1434/11/1 هـ

مـلـزمـة **تجـارب** الفـيـزيـاء

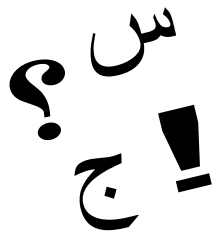
(102 فيـز – 104 فيـز – 111 فيـز – 101 أشـع)

الاسم :

.....



معامل الفيزياء العامة



- لماذا ندرس معمل الفيزياء؟
  - ✓ الربط بين النظرية والتجارب العملية.
  - ✓ تعلم طريقة التفكير العلمي.
  - ✓ اكتساب الحماس وتطوير الشخصية والكفاءة الاجتماعية وتطوير عملية التعليم التعاوني.
  - ✓ اكتساب القدرة على تلخيص الأفكار الهامة في التجربة والتفصيل حسب الحاجة.
  - ✓ تعلم كيفية تصميم تجربة وتفسير البيانات.
  - ✓ مساعدة الطالبة على التفريق بين الاستنتاجات المبنية على أساسات نظرية أو تجارب عملية.
  - ✓ اكتساب خبرة أولية في طريقة الملاحظة ووضع الفرضيات واختبارها.
  - ✓ تعلم الطريقة الصحيحة لتدوين التجارب.
  - ✓ اكتساب مهارات عملية في تحليل الأخطاء وتقديرها.
  - ✓ التعرف على الأجهزة الهامة.
- ماذا سندرس في المعمل؟

سندرس في المعمل 8 تجارب:

102 فيز و 111 فيز و 101 أشع :

قانون أوم OL – تعيين معامل الانكسار RI – تعيين البعد البؤري للعدسات FL – تحويل الجلفانومتر إلى أميتر GA – القنطرة المترية MB – شحن المكثف RC – المطياف Spect. - راسم الاهتزاز المهبطي CRO , و سيزيد معمل 111 فيز عما سبق بتجربة مقياس الجهد EMF

104 فيز :

قانون أوم OL – المحولات Trans – مقياس الجهد EMF – تحويل الجلفانومتر إلى أميتر GA – القنطرة المترية MB – شحن المكثف RC – المطياف Spect. – راسم الاهتزاز المهبطي CRO

- متى تبدأ المعامل؟

عليك الحضور لمبنى 14 في الأسبوع الثاني من الدراسة في وقت معملك، وسيتم إرشادك لأحد المعامل ثم تقسيم الشعبة إلى مجموعات، كل مجموعة تدرسها أستاذة وستحدد لكن التجربة التي ستبدأن منها، ثم تقدم لكن مقدمة عن المعمل وبعض الموضوعات الهامة.

- هل سنعمل على جهاز واحد؟

كل مجموعة ستُقسم إلى 6 مجموعات عملية تبقى ثابتة طوال الفصل الدراسي، بحيث كل مجموعة عملية تعمل معًا على نفس الأجهزة.

- كيف يتم تقييم أدائي في المعمل؟

خُصص للجزء العملي من المقرر 30% من الدرجة مقسمة على النحو التالي:

5 درجات للتقرير: سيتم تصحيح كل تقرير من 5 ثم أخذ المتوسط لدرجات كل التقارير.

درجتان للمشاركة و التفاعل: وتشمل تفاعلك مع الأستاذة في مناقشة التجربة و أدائك للتجربة و ترتيبك للأدوات بعد انتهاء التجربة، يجب تحضير التجربة قبل الحضور حتى تتمكني من التفاعل مع أستاذتك.

23 درجة للاختبار النهائي: اختبار نظري + اختبار عملي.

- هل يكون للمجموعة العملية نفس الدرجة؟

لا، على كل طالبة كتابة تقرير مستقل، وسيتم تقييم كل طالبة بشكل منفصل.

- إذا كانت زميلتي في المجموعة العملية لا تعمل وتتكل علي/ لا تدع لي المجال للمشاركة، ماذا أفعل؟

ستقوم الأستاذة بمتابعة المجموعات خلال وقت المعمل وملاحظة مثل هذه الحالة، وفي حال لم تلاحظ الأستاذة ذلك يمكنك إخبار الأستاذة.

- كيف أكتب التقرير؟

تم وضع ملزمة خاصة بالتقارير , يوجد بها جداول مفرغة و كل ما عليك هو تعبئة هذه الجداول و من ثم القيام بالرسم و الحسابات و وضعها في ملف قبل تسليمها للأستاذة

مع التنبيه على:

- ✓ استخدام ورق مقاس A4.
- ✓ الرسم البياني يكون في الورق المخصص له، ويجب أن يكون أيضًا بحجم A4.
- ✓ الرسم البياني بالقلم الرصاص فقط.
- ✓ ترتيب التقرير.
- ✓ الكتابة على وجه واحد من الورقة.
- ✓ تدبيس الأوراق
- ✓ وضع التقرير في ملف قبل تسليمه للأستاذة.

وللأستاذة الحق في عدم استلام التقرير في حال مخالفة التوجيهات السابقة.

- كيف تطالبوني بفهم التجربة الجديدة قبل أخذها؟

ليس المطلوب منك أن تفهمي كل الأفكار الدقيقة في التجربة، إنما المطلوب أن تبحثي وتحاولي التفكير وهذا يحقق أحد أهداف تدريس معامل الفيزياء من تنمية القدرة على التفكير وحل المشكلات.

- إذن لن تخصم درجتي إن أخطأت؟

ليس بالضرورة، إذا اتضح من مناقشة الأستاذة عدم تحضيرك بشكل كافي فسيتم الخصم من درجتك، أما إذا اتضح جهدك ومحاولتك **الجادة** ثم أخطأتِ خطأ **بسيطًا** فلن يؤثر على درجتك.

- سمعت أن الأجهزة قد تتعطل في الاختبار وتؤثر على أدائي، هل هذا صحيح؟

لا، ستقوم أستاذتك قبل الاختبار مباشرة بالتأكد من سلامة الأجهزة، وفي حال واجهتِ مشكلة أثناء الاختبار فعليك إبلاغ أستاذتك فورًا وسيتم إصلاح العطل أو استبدال الجهاز التالف مع تعويضك في حال ضياع جزء من وقت الاختبار.

- كم أدنى درجة للنجاح في المعمل؟

تنجح الطالبة في المعمل إذا حققت 20 درجة فما فوق.

- هل هناك نسبة محددة للغياب في المعمل؟

ساعات الغياب في المعمل تضاف لساعات الغياب في المحاضرة، مع العلم أنه حين تتغيب الطالبة عن تجربة بدون عذر مقبول فإن عليها تحمل مسؤولية ذلك، ولن يتم تعويض التجربة إلا في حالة وجود عذر مقبول، ويجب إحضار العذر في موعد أقصاه أسبوع بعد يوم الغياب.

- ما هي الأعذار المقبولة؟

عذر طبي حكومي.

- هل سأكون معرضة للخطر في تعاملي مع الأجهزة؟

بإذن الله ليس هناك خطر، ولكن عليك:

- ✓ اتباع تعليمات السلامة وتعليمات أستاذتك.
- ✓ عدم توصيل الدائرة بمصدر القدرة (البطارية أو قابس الكهرباء) إلا بعد تأكد الأستاذة من صحة التوصيل.
- ✓ عدم إدخال أي أكل أو شرب للمعمل.

تعليمات عامة

- حافظي على نظافة المعمل فهذا يعكس شخصيتك.
- أقفلي جوالك أثناء فترة المعمل ويمنع استخدامه كآلة حاسبة في المعمل.
- يجب أن تكون أدواتك كاملة في كل معمل (تقرير التجربة، قلم رصاص حاد و ممحاة، مسطرة 30 سم، آلة حاسبة، ورق بياني).
- التزمي بالحضور في موعد المعمل.
- اسألي أستاذتك إذا كان لديك أي استفسار أثناء أداء التجربة، أو خلال الساعات المكتبية.
- لا تغادري المعمل دون تقييم أستاذتك لرسمك البياني.
- اقرئي لوح الإعلانات الموجودة في مبنى معامل الفيزياء (مبنى 14) أسبوعيًا.

1 القياسات والأخطاء

علم الفيزياء علم تجريبي يقوم ـ بدرجة كبيرة ـ على إجراء القياسات المختلفة.

1-1 أنواع القياسات

تتلخص عملية القياس في مقارنة الكمية المراد قياسها بكمية محددة سلفًا وتعرف *بالوحدة*، والقياسات نوعان: مباشرة وغير مباشرة.

أ) القياسات المباشرة:

وبها نحصل على قيمة الكمية المقاسة من الجهاز بإجراء قياس مباشر مثل طول قضيب، أو كتلة جسم، أو درجة حرارة سائل.

ب) القياسات غير المباشرة:

في هذه الحالة يتم قياس كميات مختلفة نعلم العلاقة بينها حتى نحصل على مقدار الكمية المطلوبة، فمثلاً لنقيس مساحة قطعة أرض مستطيلة الشكل لابد من قياس طولها على حدة ثم عرضها على حدة ثم نضرب الطول في العرض لنحصل على المساحة.

2-1 الضباطة

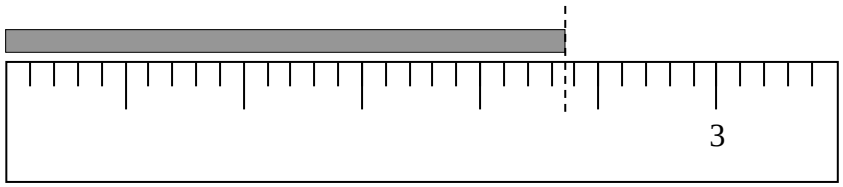
عندما نقوم بالقياس فإننا لا نستعمل الأعداد الصحيحة (مثل العد) لتعيين الكمية، ولكننا نستخدم العلامات الموجودة على المسطرة أو الترمومتر مثلا، هذه العلامات لها حد من *الضباطة* (*Precision*) حتى ولو كان القياس ألكترونيًا، ويتعين حد الضباطة بتصميم وتركيب جهاز القياس، ومهما كان حرصنا أثناء القياس فإننا لن نحصل أبدًا على نتيجة أكثر ضباطة من حد جهاز القياس المستخدم.

وبشكل عام نقول أن حد ضباطة جهاز قياس معين يساوي نصف أصغر قسم من أقسام القياس، وعندما تقومين بإجراء قياس ما فإنك تقرأين الكمية المقاسة لأقرب علامة على الجهاز، وعندئذ سوف تقع القيمة الحقيقية لهذا القياس في مدى قدره نصف أصغر قسم من أقسام الجهاز فوق أو تحت العلامة.

∴ حد ضباطة جهاز قياس ما هو $\pm \frac{1}{2}$ أصغر قسم من أقسام القياس يستطيع الجهاز قياسه.

بناءً على ذلك فإن الضباطة الحدية لمسطرة مدرجة بالمليمترات تساوي $\pm 0.5mm$، بينما القدمة ذات الورنية (انظري الجزء 4-1) التي تعطي القيمة مباشرة لأقرب $0.1mm$ ضباطتها الحدية تساوي $\pm 0.05mm$.

مثال: نريد قياس طول القضيب الموضح في الشكل التالي:



نلاحظ أن حافة القضيب تقع بين 2.3 و 2.4، وإذا دققنا أكثر نلاحظ أنها تقع بين 2.35 و 2.40 وأنها أقرب إلى 2.35، إذن نرصد القراءة بالشكل: $2.35 \pm 0.05cm$.

لاحظي أن القاعدة السابقة ليست عامة وإنما على مجربة التجربة أن تقرر الأنسب، فمثلاً إذا كانت تستخدم المسطرة المترية ويصعب عليها القراءة لأقرب $0.5mm$ يمكن القراءة لأقرب $1mm$ (أي لأقرب علامة على المسطرة) وتكون الضباطة $\pm 1mm$، أي للشكل السابق نرصد النتيجة $2.4 \pm 0.1cm$.

3-1 الأخطاء الملازمة لعملية القياس

1-3-1 أنواع الأخطاء

عند جمع المعلومات يظهر نوعين من الأخطاء التي تؤثر على الكميات المقاسة وهي الأخطاء النظامية والأخطاء العشوائية:

أ) الأخطاء النظامية

الأخطاء النظامية تكون ناتجة عن أسباب يمكن تحديدها وبالتالي تجنبها، ولها أربعة أنواع:

1. آلية: على سبيل المثال، الآلة التي تكون معايرتها ضعيفة مثل الترمومتر الذي يقرأ $102°$ عند وضعه في ماء مغلي ويقرأ $2°$ عند وضعه في ماء مثلج عند الضغط الجوي.
2. مشاهدة: مثل الأخطاء الناتجة بسبب اختلاف زاوية النظر عند قراءة مسطرة القياس.
3. بيئية: مثل مصدر القدرة الكهربائي قد يضعف أحيانًا لأسباب بيئية مما يجعل التيار الكهربائي الواصل ضعيفًا.

4. نظرية: وهذه ناتجة من التبسيطات على النظام المستخدم أو على المعادلات التي تصف هذا النظام، مثل إذا كانت هناك قوة احتكاك موجودة في التجربة ولكن لم تؤخذ في الاعتبار في النظرية فهذا يجعل النتائج التجريبية والنظرية غير متفقة.

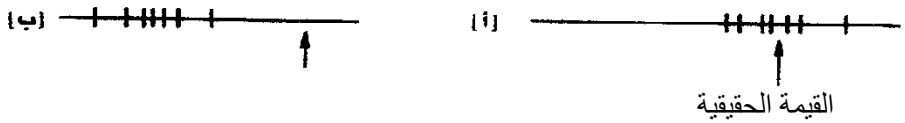
ب) الأخطاء العشوائية

تسبب تذبذبات موجبة وسالبة حول القيمة الحقيقية، أسباب هذا النوع من الأخطاء لا يمكن تحديدها دائمًا ولكن من الأسباب الممكنة لها:

1. مشاهدة: مثل الأخطاء الناتجة من قراءة المشاهد لبعض أجهزة القياس ذات التقسيمات الصغيرة جدًا.
2. بيئية: مثل التغييرات غير المتوقعة والمفاجئة في خط الجهد ودرجة الحرارة.

بخلاف الأخطاء النظامية؛ يمكن تقدير الأخطاء العشوائية بالتحليل الإحصائي، وبالتالي يمكن تحديد تأثيرها على الكميات أو القوانين تحت الدراسة.

ولتوضيح الفرق بين الأخطاء النظامية والعشوائية نفترض أنه تم قياس كمية فيزيائية تحت نفس الظروف سبع مرات، إذا كان لدينا أخطاء عشوائية فقط فإن السبع قياسات سوف تنتشر حول القيمة



شكل (1-1)

الصحيحة؛ بعضها سيكون أكبر منها والآخر أقل منها كما في الشكل (1-1أ). أما لو كان هناك أيضًا أخطاء نظامية بالإضافة للعشوائية فإن السبع قراءات سوف تنتشر ولكن ليس حول القيمة الصحيحة ولكن بعيدًا عنها كما في الشكل (1-1ب).

1-3-2 التحليل الإحصائي للأخطاء العشوائية

إذا قيست كمية فيزيائية ما x عدة مرات فإن القراءات ستكون متوزعة بسبب الأخطاء العشوائية، لذلك نأخذ *المتوسط* $\bar{x}$ المعرف كالتالي:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

حيث x_i هي القراءة رقم i و n هو عدد القراءات. هذه القراءات تكون متوزعة حول المتوسط، وإذا كانت n كبيرة فإن $\bar{x}$ تكون قريبة جدًا القيمة الحقيقية، كما في الشكل (1-1أ).

إذا كان تشتت القراءات حول المتوسط صغيرًا فإن هذا يعني ضباطة عالية.

إذن الآن حددنا أفضل قيمة للكمية المقاسة وهي $\bar{x}$ ، بقي أن نحدد الخطأ أو الشك في هذه القيمة، سنعرف أولاً *الانحراف المعياري* (*Standard deviation*) والذي يعبر عن انتشار القراءات حول المتوسط، ويعرّف كالتالي:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

ويقاس بوحدة x_i.

إذا كان الانحراف المعياري صغيرًا فإن انتشار القراءات حول متوسطها صغير وبالتالي ضباطة القياسات عالية.

3-3-1 تقدير الأخطاء

يمكن تقدير الخطأ عن طريق حساب *نسبة الخطأ* كالتالي:

عندما تكون القيمة الحقيقية (T) للكمية المراد قياسها معروفة (من الجداول أو المراجع مثلاً) فإن نسبة الخطأ ($E\%$) يمكن إيجادها بحساب القيمة المطلقة للفرق بين القيمة الحقيقية (T) والقيمة العملية (X) ثم قسمتها على القيمة الحقيقية والضرب في 100، أي:

$$E\% = \frac{|T - X|}{T} \times 100$$

كتابة البيانات العملية

قد يبدو أننا أخطأنا بإهمال جميع الأرقام الأخرى، ولكن بالنظر إلى معنى الضباطة فإن أكبر قيمة للأبعاد الصندوق هي $31.35cm$, $28.5cm$, $51.855cm$ وبالتالي أكبر قيمة لحجم الصندوق هي:

القيمة العظمى للحجم $= 31.35 \times 28.5 \times 51.855 = 46300cm^3$

وكذلك القيمة الصغرى للحجم هي:

القيمة الصغرى للحجم $= 31.25 \times 27.5 \times 51.845 = 44600cm^3$

إذن الحجم يجب أن يكون بين هذين الرقمين، ونلاحظ أن الرقم الثاني غير يقيني، وبالتالي فإن الحجم يكون $45000cm^3$ أو $4.5 \times 10^4 cm^3$ وهو مكون من رقمين معنويين فقط.

⚠ لاحظي أن الآلة الحاسبة تعطي النتيجة على هيئة عدد مكون من 9 أو 10 أرقام حتى وإن كانت الكميات المدخلة مكونة من رقمين معنويين أو ثلاثة.

1-2 التدوين العلمي

كما لاحظنا سابقًا فإن كتابة العدد بالصورة 67000 مبهمة حيث لا توضح ما إذا كانت الأصفار أرقامًا معنوية أو لا، وكذلك فإن كتابة الأرقام الكبيرة جدًا (مثل سرعة الضوء $300,000,000\,m/s$) أو الأرقام الصغيرة جدًا (مثل شحنة الالكترون $0.000,000,000,000,000,000,16C$) بالطريقة العادية صعب، لذا يُفضل استخدام *التدوين العلمي* (*Scientific Notation*) وذلك عن طريق كتابة العدد المحتوي على الأرقام المعنوية فقط وضربه بقوى مناسبة من العدد عشرة، وبالتالي نكتب سرعة الضوء بالشكل $3 \times 10^8\,m/s$ ونكتب شحنة الالكترون بالشكل $1.6 \times 10^{-19} C$.

مثال: العدد 300 يُكتب بالطريقة 3×10^2 إذا مكون من رقم معنوي واحد، أو يُكتب 3.0×10^2 إذا كان مكون من رقمين معنويين، أو يُكتب 3.00×10^2 إذا كان مكون من ثلاثة أرقام معنوية.

⚠ لكتابة عدد مضروب بقوى العشرة في الآلة الحاسبة أدخلي العدد ثم اضغطي EXP ثم أدخلي الأس.

مثال: لكتابة العدد 4×10^{-3} نضغط:

4	⟶	EXP	⟶	- 3

مع ملاحظة أن الطريقة قد تختلف حسب نوع الآلة المستخدمة.

2-2 التقريب

تتلخص قواعد التقريب (*Rounding*) في ما يلي:

1. إذا كان أول رقم مهمل أكبر من خمسة (أو خمسة متبوعة بأرقام) نضيف واحد إلى آخر رقم أبقيناه.

مثال: $4.677 \approx 4.68$

$3.4853 \approx 3.49$

2. إذا كان أول رقم مهمل أصغر من خمسة فلا نضيف شيئًا.

مثال: $4.984 \approx 4.98$

3. إذا الرقم المهمل خمسة غير متبوعة بأرقام يقرب الرقم الذي يسبقه إلى أقرب عدد زوجي، أي يبقي على حاله إذا كان زوجيًا، ويضاف إليه واحد إذا كان فرديًا.

مثال: $9.85 \approx 9.8$

$6.75 \approx 6.8$

يتبع البعض قاعدة مختلفة في حال كان الرقم المهمل خمسة وذلك بتقريب بإضافة واحد دائمًا للرقم الذي يسبقه، ولكن اتباع هذه الطريقة لكل القراءات يؤدي إلى خطأ في متوسط القراءات، أما باتباع الطريقة التي ذكرناها فإن بعض القراءات ستقرب للأعلى (بإضافة واحد) وبعضها تقرب للأسفل (بعدم الإضافة) مما يجعل متوسط القراءات أدق.

⚠ تخطئ بعض الطالبات باعتقاد أن التقريب يكون للأرقام بعد العلامة العشرية فقط وهذا غير صحيح، لتوضيح ذلك نورد الأمثلة التالية:

أ) بتقريب العدد 1233.78653 لأقرب جزء من عشرة آلاف نحصل على 1233.7865.
ب) بتقريب العدد 1233.78653 لأقرب جزء من ألف نحصل على 1233.787.
ج) بتقريب العدد 1233.78653 لأقرب جزء من مئة نحصل على 1233.79.
د) بتقريب العدد 1233.78653 لأقرب جزء من عشرة نحصل على 1233.8.
ه) بتقريب العدد 1233.78653 لأقرب آحاد نحصل على 1234.
و) بتقريب العدد 1233.78653 لأقرب عشرة نحصل على 1230.
ز) بتقريب العدد 1233.78653 لأقرب مئة نحصل على 1200.
ح) بتقريب العدد 1233.78653 لأقرب ألف نحصل على 1000.

3-2 الوحدات

عند قياس كمية فيزيائية ما علينا أن نحدد نوع الخاصية الفيزيائية التي نقوم بقياسها، هناك سبعة أنواع أساسية فقط من الخواص الفيزيائية اللازمة لوصف جميع القياسات الفيزيائية وتسمى *الأبعاد* (*Dimensions*)، أما الكميات الفيزيائية الأخرى التي نتعامل معها –كالقوة والطاقة وكمية الحركة– فيمكن اشتقاقها من هذه الأبعاد الأساسية السبعة.

هناك عدة أنظمة للوحدات (*Units*)، ولكن العالم حاليًا يستخدم نظامان أساسيان فقط، وأكثر هذين النظامين استخدامًا هو *النظام العالمي للوحدات* (*International System of Units*) (SI). يوضح الجدول التالي الأبعاد الأساسية السبعة معبرًا عنها بنظام الوحدات (SI):

البعد	الوحدة	الرمز
الطول	متر	*m*
الكتلة	كيلوجرام	*kg*
الزمن	ثانية	*s*
درجة الحرارة	كلفن	*K*
التيار الكهربي	أمبير	*A*
كمية المادة	مول	*mol*
قوة الإضاءة	كانديلا	*cd*

أسماء بعض قوى العدد 10

القوى	اسمها		رمزها
10^{-24}	يوكتو	yocto-	y
10^{-21}	زيبتو	zepto-	z
10^{-18}	أتو	atto-	a
10^{-15}	فيمتو	femto-	f
10^{-12}	بيكو	pico-	p
10^{-9}	نانو	nano-	n
10^{-6}	مايكرو	micro-	μ
10^{-3}	ميلي	milli-	m
10^{-2}	سينتي	centi-	c
10^{-1}	ديسي	deci-	d

القوى	اسمها		رمزها
10^{24}	يوتا	yotta-	Y
10^{21}	زيتا	zetta-	Z
10^{18}	إكسا	exa-	E
10^{15}	بيتا	peta-	P
10^{12}	تيرا	tera-	T
10^{9}	جيجا	giga-	G
10^{6}	ميجا	mega-	M
10^{3}	كيلو	kilo-	k
10^{2}	هيكتو	hecto-	h
10^{1}	ديكا	deka-	da

⚠ رموز بعض الوحدات تُكتب كحروف كبيرة (*Capital*) والآخرى كحروف صغيرة (*Small*)، فمثلاً m هو رمز *الميلي* (10^{-3})، بينما M هو رمز *الميجا* (10^{6}).

وحدة أخرى شائعة للأطوال $\mathring{A}(\text{Angestrom}) = 10^{-10}\,m$

مثال (1): لتحويل $7.5cm$ إلى وحدة m:

نعرف أن:

$$1cm = 10^{-2}\,m \quad \Rightarrow \frac{1cm}{10^{-2}\,m} = \frac{10^{-2}\,m}{1cm} = 1$$

$$\therefore 7.5cm = (7.5\cancel{cm})\left(\frac{10^{-2}\,m}{1\cancel{cm}}\right) = \frac{7.5\times10^{-2}}{1}\,m = 7.5\times10^{-2}\,m$$

مثال (2): لتحويل $0.34\mu A$ إلى وحدة kA:

نعرف أن:

$$1\mu A = 10^{-6}\,A \quad \Rightarrow \frac{1\mu A}{10^{-6}\,A} = \frac{10^{-6}\,A}{1\mu A} = 1$$

$$1kA = 10^{3}\,A \quad \Rightarrow \frac{1kA}{10^{3}\,A} = \frac{10^{3}\,A}{1kA} = 1$$

$$\therefore 0.34\mu A = (0.34\cancel{\mu A})\left(\frac{10^{-6}\,\cancel{A}}{1\cancel{\mu A}}\right)\left(\frac{1kA}{10^{3}\,\cancel{A}}\right) = \frac{0.34\times10^{-6}\times1}{1\times10^{3}}\,kA = 3.4\times10^{-10}\,kA$$

3 التمثيل البياني لنتائج القياس

3-1 فائدة الرسوم البيانية

في الفيزياء التجريبية توجد عدة فوائد للرسوم البيانية نذكر منها فائدتين:

الفائدة الأولى:

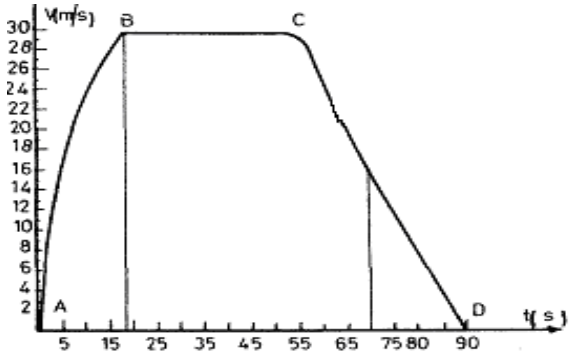
تعيين قيمة كمية ما مثل *ميل* خط مستقيم يمثل العلاقة بين متغيرين، ومع أن هذه الفائدة ذات أهمية غالباً في التعليم الابتدائي للفيزياء العملية، إلا أنها بالمقارنة تعتبر أقل الفوائد.

الفائدة الثانية:

تعتبر من أهم الفوائد، وهي إعطاء صورة عامة للعلاقة بين المتغيرين، مثلاً إذا تحركت سيارة من السكون لتقطع مسافة معينة، في البداية تزيد سرعتها حتى تصل إلى السرعة القصوى، ثم تظل ثابتة لفترة ثم تقل السرعة حتى تتوقف السيارة تماماً في نهاية المسافة ـ وللتعبير عن ذلك يمكن أن نضع نتائج قياس سرعة السيارة في فترات زمنية محددة في جدول كالتالي:

الزمن $t(s)$	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
السرعة $v(m/s)$	0	12.5	25	30	30	30	30	30	30	15	10	0

لكي ندرس التغير في السرعة لابد من مقارنة كل رقم بالذي قبله والذي بعده مما يستغرق وقتاً وفي بعض الأحيان يكون التصور غير دقيق، ولكن لنحاول عمل رسم بياني يبين تغير السرعة مع الزمن. شكل (3-1)

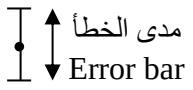


شكل(3-1)

كما نرى فإن عرض هذه النتائج على صورة رسم بياني يسهل معرفة التغيرات التي حدثت في السرعة مع الزمن والتي كان يصعب الحكم عليها من جدول النتائج أو من علاقة رياضية بحتة.

2-3 طريقة الرسم

1. استخدمي قلم رصاص حاد.
2. ارسمي على ورقة الرسم البياني كاملة، الرسم المضغوط في جزء من الورقة يقلل الدقة.
3. اكتبي عنوانًا مختصرًا للرسم.
4. يجب أن يكون المتغير *المستقل* على المحور الأفقي (x) والمتغير *التابع* على المحور الرأسي (y).
5. يجب تعليم المحاور بأسماء أو رموز الكميات الممثلة عليها أو كليهما، ويجب كذلك كتابة الوحدة المستخدمة.
6. اختاري توزيعًا مناسبًا لكل محور، مع ملاحظة أنه لا يجب أن يكون للمحورين نفس التوزيع، ولا يشترط كذلك البدء من الصفر.
7. إذا كانت القيم المستخدمة في التمثيل البياني كبيرة أو صغيرة بشكل كبير يفضل استخدام معامل ضرب لتفادي استخدام تدريج بعدة خانات (أكثر من خانتين أو ثلاث)، ويوضع معامل الضرب مثل 10^2 على يسار وحدة القياس.
8. استخدمي *خط الخطأ* (*Error bar*) لتحديد الخطأ في القياسات، كما يلي:

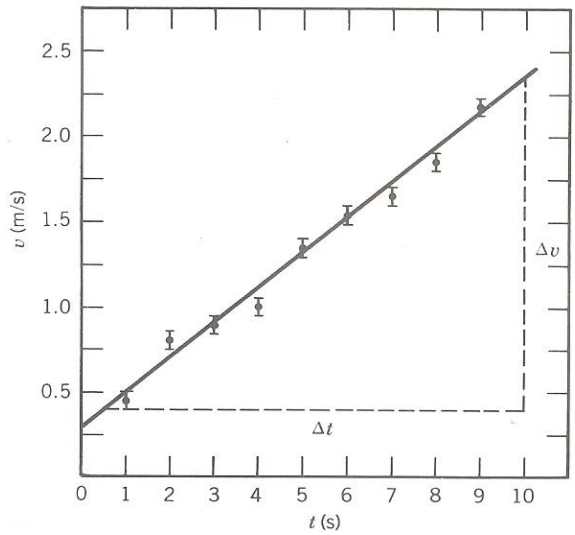


9. ارسمي منحنى انسيابي عبر النقاط المأخوذة من البيانات، إذا كانت الأخطاء عشوائية فإن ثلث النقاط لأحسن منحنى لن تقع في مدى الخطأ لها.

مثال: إذا درسنا سرعة جسم (المتغير التابع) كدالة في الزمن (المتغير المستقل) وحصلنا على البيانات التالية:

الزمن (s)	السرعة (m/s)
1	0.45 ± 0.06
2	0.81 ± 0.06
3	0.91 ± 0.06
4	1.01 ± 0.06
5	1.36 ± 0.06
6	1.56 ± 0.06
7	1.65 ± 0.06
8	1.85 ± 0.06
9	2.17 ± 0.06

باتباع التعليمات السابقة نرسم هذه العلاقة بالشكل التالي:



شكل (3-2)

يوضح الرسم البياني أن سرعة هذا الجسم v دالة خطية في الزمن t. المعادلة العامة للخط المستقيم هي:

$$y = mx + b$$

حيث:

m: ميل الخط المستقيم

b: الجزء المقطوع من محور الصادات (قيمة y عندما $x = 0$).

لدينا هنا $y=v$ و $x=t$ و $m=a$ (التسارع) و $b=v_0$ (السرعة عن الزمن $t=0$)، وبالتالي يمكن كتابة معادلة الخط بالشكل:

$$v=at+v_0 \quad (m/s)$$

من الشكل نجد أن $v_0=0.32\,m/s$، ولإيجاد الميل نختار نقطتين من الخط (وليس من البيانات، حيث ليس كلها تقع على الخط) ثم:

$$a=slope=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{2.35-0.40}{10.0-0.5}=\frac{1.95}{9.5}=0.20\,m/s^2$$

إذن معادلة الخط هي:

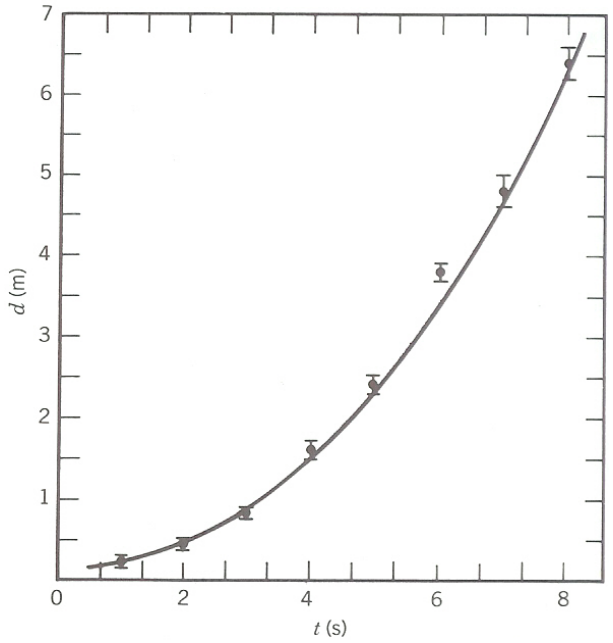
$$v=0.20t+0.32 \quad (m/s)$$

مثال:

لنأخذ دراسة تغير المسافة المقطوعة بواسطة جسم كدالة في الزمن، حصلنا على البيانات التالية:

الزمن $t(s)$	المسافة $d(m)$
1	0.20 ± 0.05
2	0.43 ± 0.05
3	0.81 ± 0.05
4	1.57 ± 0.10
5	2.43 ± 0.10
6	3.81 ± 0.10
7	4.80 ± 0.20

ونمثل البيانات بالشكل التالي:



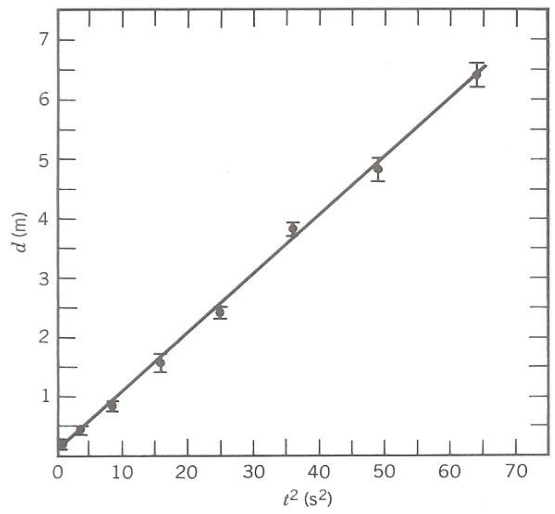
شكل (3-3)

في هذا المثال نلاحظ أنه لا يمكن أن تكون العلاقة بشكل خط مستقيم، وبالتأمل نجد أن d قد تكون متناسبة مع t^2.

افرضي أننا نعرف العلاقة النظرية: $$d = \frac{1}{2}at^2$$

حيث a تسارع الجسم.

إذا كانت البيانات المأخوذة عمليًا تتوافق مع العلاقة النظرية فإنه برسم العلاقة البيانية لـ d و t^2 نحصل على خط مستقيم كما يلي:



شكل (3-4)

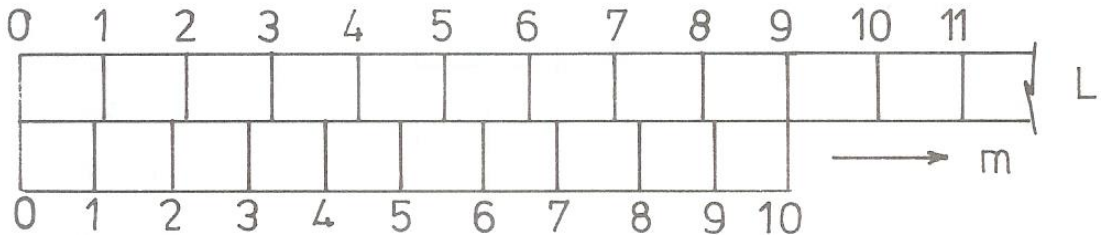
بعض أجهزة القياس

1-4 القدمة ذات الورنية

القدمة ذات الورنية جهاز أدق في القياس من المسطرة وتستخدم في قياس أطوال أجسام لا يزد طولها على $10cm$ ولكن بضباطة تبلغ أجزاء عشرية من المليمتر. وسوف نشرح فكرة الورنية قبل وصف القدمة ذاتها، وكيفية التوصل إلى هذه الضباطة.

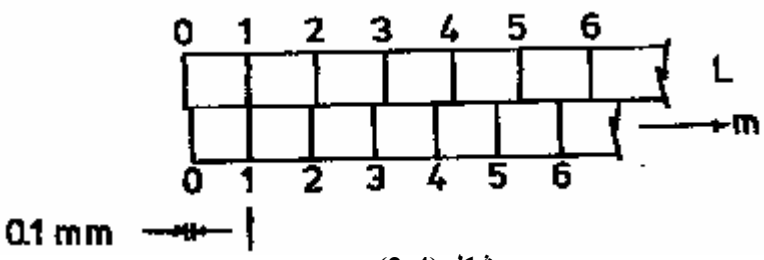
الورنية:

إذا كان لدينا مقياس رئيس ثابت L وآخر ثانوي m ينزلق على هذا المقياس الرئيس ومحاذياً له تماماً كما في الشكل (4-1) وكان المقياس L مقسماً إلى ملليمترات وكانت المسافة التي قدرها $9mm$ منه تقابل عشرة أقسام متساوية من المقياس m عند انطباق صفري التدرج على كل من المقياسين (نسمي عادة المقياس المتحرك بالورنية)، من السهل ملاحظة أن المسافة بين خطين رأسيين على الورنية أي المقياس m تقل بمقدار $\frac{1}{10}mm$ عن كل مسافة بين خطين رأسيين على المقياس الثابت L، أي أن أول خط تدريج في المقياس الثانوي m يقل عن خط التدريج الأول في المقياس الثابت L بمقدار $\frac{1}{10}mm$. وخط التدريج الثاني في المقياس m يقل بمقدار $\frac{2}{10}mm$ عن خط التدريج الثاني في المقاس الثابت L، وهكذا نحصل على الخط المباشر في المقياس الثانوي m والذي يكون على استقامة الخط التاسع من المقياس الثابت L فنجد أنه يقل بمقدار $\frac{10}{10}mm$ أي بمقدار $1mm$ عن الخط العاشر في المقياس L.



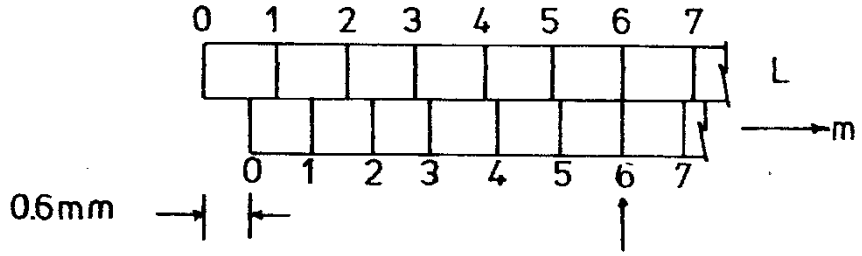
شكل (4-1)

ومن ذلك نرى أن تدريج الورنية إنما يعين الكسر العشري من المليمتر، إذا أزيح المقياس m إلى اليمين بحيث يقع خط التدريج الأول فيه على خط التدريج الأول للمقياس الثابت L فمعنى ذلك أن المسافة التي تحركتها الورنية تساوي $\frac{1}{10}mm$ انظري موقع السهم في شكل (4-2).



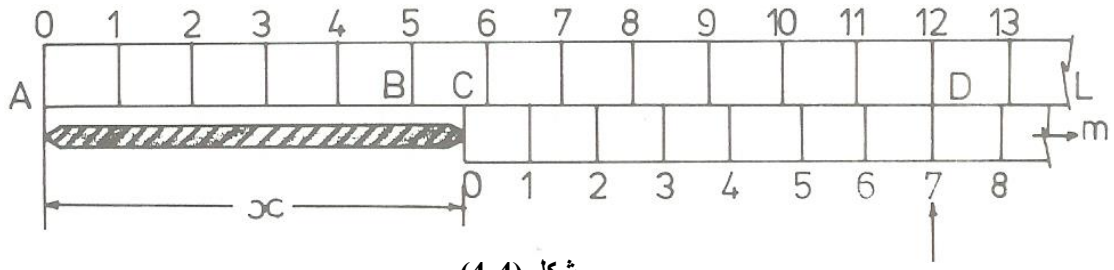
شكل (4-2)

والآن نعتبر أن خط التدريج السادس في الورنية m يقع على خط التدريج السادس للمسطرة الثابتة L، فتكون المسافة التي تحركها الورنية m أو صفر تدريج في الورنية هو $0.6mm$ انظري موقع السهم في شكل (4-3).



شكل (4-3)

ولإجراء قياس طول جسم ما وليكن x نضع الجسم بحيث تنطبق إحدى نهايتيه على صفر تدريج المقياس الثابت L ونحرك الورنية m حتى ينطبق صفر التدريج للورنية m على النهاية الأخرى للجسم كما في الشكل (4-4).



شكل (4-4)

وفي هذه الحالة يكون صفر تدريج الورنية m إما على استقامة خط تدريج المقياس L ويكون الطول x مساويًا للطول الذي يقابل صفر تدريج الورنية على المقياس الثابت L مباشرة، وإما يقع صفر تدريج الورنية m بين خطين من خطوط تدريج المقياس الثابت L.

لنفرض مثلاً أن الخط السابع من تدريج الورنية m قد وُضع على استقامة خط من خطوط تدريج المقياس L كما في الشكل (4-4)، فإن الطول يمكن إيجاده من الشكل كالآتي:

$$x = AB + BC$$
$$= AB + (BD - CD)$$
$$= AB + \left(7 - 7 \times \frac{9}{10}\right)$$
$$= 5 + \frac{7}{10}$$
$$x = 5.7mm$$

هكذا يكون الجزء AB على المقياس الثابت L ممثلاً للجزء الصحيح من الطول x، أما الجزء BC فيمثل الكسر العشري من المليمتر للطول x.

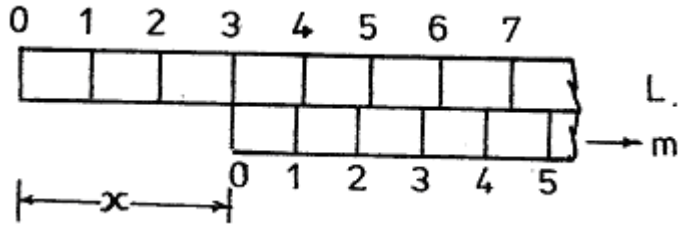
على أنه يكفي لمعرفة الطول x أن نقرأ على المقياس الثابت L التدريج الذي يسبق صفر الورنية m مباشرة من جهة اليسار لتعيين الجزء الصحيح للطول x وليكن قيمة هذا التدرج هو I ثم نبحث عن أحد خطوط تدريج الورنية m الذي يقع على استقامة أحد خطوط تدريج المقياس الثابت L وليكن n ويكون الطول x مباشرة مساوياً للآتي:

$$x = I + \frac{n}{10} mm$$

ولكي نوضح هذه الطريقة مرة أخرى نورد المثالين التاليين:

مثال (1):

أوجدي طول الجسم x من الشكل (4-5).

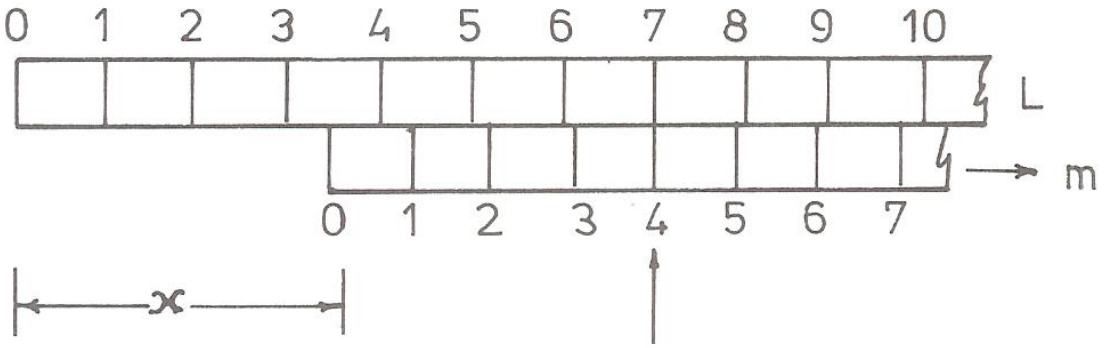


شكل (4-5)

حيث أن صفر تدريج الورنية انطبق على الخط الرأسي عند الرقم 3، ذلك يعني أن الطول المطلوب هو $x = 3mm$.

مثال (2):

أوجدي في الشكل (4-6) المبين المسافة x من قراءة الورنية.



شكل (4-6)

حيث إن صفر تدريج الورنية يقع بين الخطين الممثلين للرقمين 3 و 4، إذن طول المسافة x يقع بين هذين الرقمين أي أنه أكبر من 3 وأقل من 4. تبقى ملاحظة أي خط من خطوط تدريج الورنية ينطبق مع خط رأسي من خطوط التدريج الثابت، نلاحظ أنه الخط الرابع:

إذن: $x = 3 + 4 \times 0.1 = 3 \times 0.4 = 3.4mm$

نلاحظ أن ضباطة الورنية m المقسمة إلى عشرة أقسام مقابلة لتسعة أقسام على التدريج الثابت L تصل إلى $0.1mm$، أي أنه يمكن قياس أطوال الأجسام بدقة حتى $0.1mm$، وبوضوح وثقة كاملين.

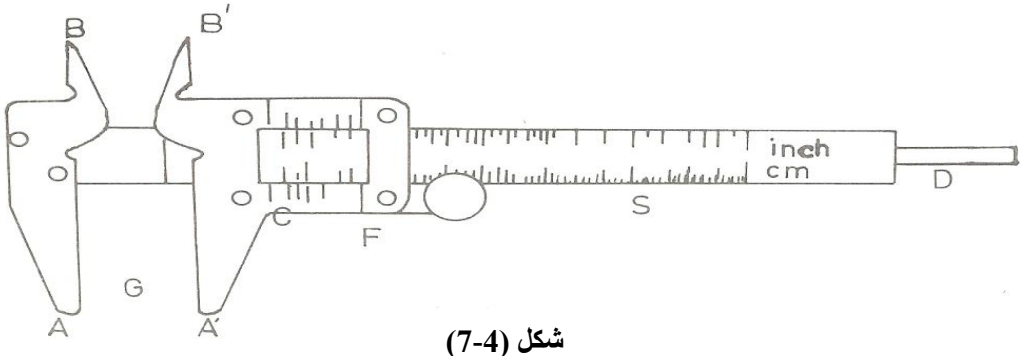
وصف القدمة ذات الورنية:

تتكون القدمة كما في الشكل من مسطرة S مدرجة بالمليمترات والبوصات (inch)، بإحدى نهايتيها فك ثابت A وسيف B من الجهة الأخرى للنهاية نفسها وينزلق على المسطرة زالق F يحمل الفك المتحرك A' والسيف B' والورنية C ويتصل بالزالق قضيب معدني D، كما يوجد في الجانب العلوي للزالق مسمار E لتثبيت الورنية في أي مكان على المسطرة.

عند تلامس الفكين A و A' يتلامس السيفان B و B' وتنطبق نهاية القضيب D على حافة المسطرة S ويكون صفر تدريج المسطرة على استقامة صفر تدريج الورنية.

وعند إزاحة الزالق فإن المسافة x التي يمكن قراءتها بواسطة المسطرة والورنية في الفتحة G تكون مساوية للمسافة بين الفكين A و A' وهي أيضًا نفسها المسافة بين حدي السيفين B و B' وهي كذلك

المسافة نفسها بين طرف القضيب D ونهاية المسطرة S. وتستخدم القدمة ذات الورنية لقياس الأبعاد الداخلية للجسم باستخدام السيفين B و B' والأبعاد الخارجية له، وأيضًا أقطار الأشكال الاسطوانية الخارجية وذلك باستخدام الفكين A و A' وكذلك لقياس الأعماق بواسطة القضيب D.



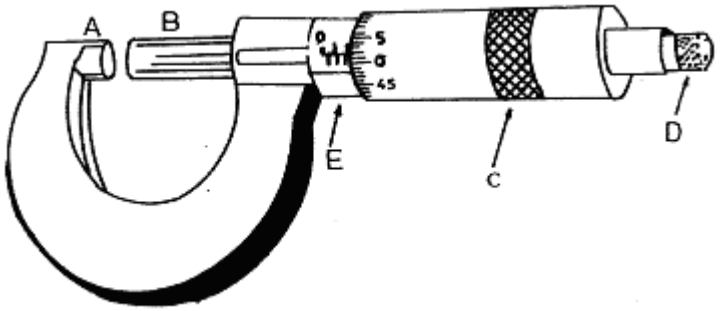
شكل (4-7)

2-4 الميكرومتر

الميكرومتر هو أداة قياس دقيقة ويستخدم أساسًا لقياس أقطار الأشكال الكروية والأقطار الخارجية للأشكال الاسطوانية وكذلك سمك الألواح الرقيقة، وهو أدق في القياس من القدمة إذ تصل ضباطة القياس باستخدام الميكرومتر إلى $0.01mm$.

يتكون الميكرومتر من إطار معدني على شكل حرف U –كما في شكل (4-8)– مثبت في طرفه الداخلي فك A وفي مقابل هذا الفك يتحرك عمود B حركة خطية دورانية (تسمى بالحركة اللولبية) في اتجاه الفك الثابت إذ أن هذا العمود يتصل باسطوانة دائرية C عند دورانها بوساطة دوران المقبض المشرشر D تسبب دوران العمود B. تحيط الاسطوانة الدائرية باسطوانة دائرية أخرى ثابتة E يوجد عليها خط طولي، وهذا الخط مقسم إلى أقسام متساوية على جانبي الخط الطولي، وكل قسم منها يساوي نصف المليمتر، كما أن الحافة الداخلية للاسطوانة الدائرية الدوّارة مقسمة إلى خمسين قسم دائري متساوي.

والآن لنرى مقدار ما يساويه القسم الواحد من تدريجات الاسطوانة الدوّارة بالمليمتر. إذا جعلنا فكي



شكل (4-8)

الميكرومتر A و B متلامسين وذلك عن طريق إدارة الاسطوانة بواسطة المقبض المشرشر D حتى نسمع صوتًا مميزًا والذي يدل على تلامس الفكين –عندئذ يجب عدم الضغط بعد ذلك على الاسطوانة C ختى لا يتلف الميكرومتر عند تلامس الفكين A و B – نلاحظ أن خط صفر تدريج الاسطوانة C يكون على استقامة الخط الطولي للاسطوانة E، ويكون خط الصفر لهذه الاسطوانة ملامسًا لحافة الاسطوانة C دالاً على انطباق صفري التدريج. بعد ذلك تدار الاسطوانة C في الاتجاه العكسي لدوران عقارب الساعة دورة كاملة، أي حتى يعود خط صفر تدريجه إلى ما كان عليه عند انطباق صفري التدريج. نلاحظ الآن أن الفكين قد ابتعدا عن بعضهما مسافة قصيرة كما أن خط التدريج المساوي $0.5mm$ على الاسطوانة E يلامس حافة الاسطوانة الدوارة C، أي أن خطوة العمود B تساوي $0.5mm$. وتمثل الخطوة إزاحة خطية قدرها $0.5mm$، هذا يعني أن 50 قسمًا على التدريج الدائري تسبب حركة للعمود مسافتها $0.5mm$ عن الفك الثابت، ومن هذا نرى أن القسم الواحد على التدريج الدائري يساوي $\frac{0.5mm}{50}$ أي $0.01mm$. وهكذا يعين التدريج الدائري الكسر المئوي من المليمتر للقراءة، بينما كل خط تدريج على المقياس الطولي يساوي $0.5mm$.

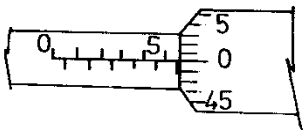
ولاستخدام الميكرومتر في قياس الأبعاد يحرك العمود B حتى يتلامس مع الفك A ثم نلاحظ انطباق صفري تدريج الاسطوانة الدوّارة C والتدريج الطولي على الاسطوانة الثابتة E، وإذا لم ينطبق الصفران فيؤخذ الفرق بإشارته في الاعتبار عند كل قراءة بعد ذلك، مثلاً إذا كان صفر تدريج الاسطوانة منطبقًا مع رقم محصور بين $0.45mm$ والصفر على الاسطوانة الدوّارة C، تضاف هذه القيمة باستمرار إلى القيمة المقاسة بواسطة الميكرومتر، وتطرح إذا كان صفر التدريج الثابت منطبقًا مع رقم محصور بين الصفر و $0.05mm$ على الاسطوانة الدوّارة C، ثم ندير الاسطوانة C حتى يبتعد الفكان ثم يوضع الجسم المراد قياس أبعاده بحيث تكون إحدى نهايتيه ملامسة للفك A ونحرك الاسطوانة C عن طريق المقبض المشرشر D وحتى نسمع الصوت المميز فنتوقف عن الإدارة لأن الفكين يكونان قد لامسا الجسم ولا داعي بعد ذلك لتحريك الاسطوانة C حتى لا يسبب ذلك تلف الميكرومتر أو تغير أبعاد الجسم المراد قياسه.

نقرأ قيمة التدريج الذي على يسار حافة الاسطوانة C مباشرة على التدريج الطولي ولتكن L، ثم نبحث عن أي خط تدريج على الاسطوانة C يكون على استقامة الخط الطولي على الاسطوانة E وليكن الخط رقم n، فيكون طول الجسم x هو:

$$x = L + n \times 0.01 \quad mm$$

مثال (1):

أوجدي قطر السلك الموضح في الشكل (4-9).

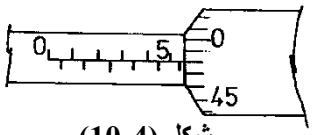


شكل (4-9)

لاحظي أن حافة الاسطوانة عند $5.5mm$.

مثال (2):

اقرأي القيمة الموضحة بالميكرومتر في الشكل التالي:



شكل (4-10)

القراءة:

$$x = 5.5 + 48 \times 0.01$$

$$= 5.5 + 0.48 = 5.98mm$$

المراجع:

1. Resnick, R.R., et al., *Physics*, Fifth edition, John Wiley and sons, Inc., (2002).
2. Preston, D.W., and Dietz, E.R., *The Art of Experimental Physics*, John Wiley and sons, Inc., (1991).
3. Kreyszig, E., Advanced Engineering Mathematics, John Wiley and sons, Inc., (1999).
4. فريدريك ج.بوش ودافيد أ.جيرد، *أساسيات الفيزياء* (مترجم)، الطبعة العربية الأولى، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية (2001).
5. رجب صبحي عطا الله و السيد فتحي عوض محمد جاسر، *الفيزياء العملية – الجزء الأول*، الطبعة الأولى، جامعة الملك سعود (1988).
6. على سالم الخرم وآخرون، *الفيزياء العملية*، الطبعة العربية الأولى، جامعة التحدي (1993).
7. منير عبد الحميد الحامض، *الفيزياء العملي*، الطبعة الأولى، جامعة عمر المختار (1996).

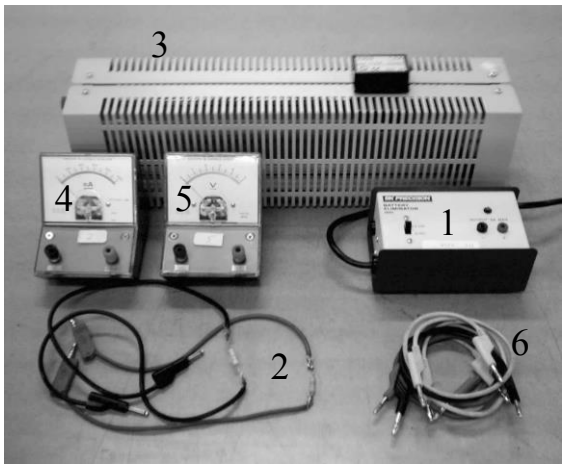
قانون أوم

الغرض من التجربة:

1. تحقيق قانون أوم.
2. تعيين قيمة مقاومتين مجهولتين R_1, R_2.
3. إيجاد المقاومة المكافئة لمجموعة من المقاومات الموصلة على التسلسل R_s.
4. إيجاد المقاومة المكافئة لمجموعة من المقاومات الموصلة على التوازي R_p.

الأدوات:

1. بطارية.
2. مقاومتين ثابتتين مجهولتين R_1, R_2.
3. مقاومة متغيرة (ريوستات).
4. أميتر.
5. فولتميتر.
6. أسلاك توصيل.



النظرية:

ينص قانونه أوم على أن فرق الجهد بين طرفي أي موصل معدني يتناسب تناسب طردياً مع شدة التيار المار في هذا الموصل وذلك بشرط ثبوت درجة الحرارة:

$$V \propto I$$

$$V = RI$$

حيث:

V: فرق الجهد بين طرفي الموصل، وحدته الفولت V.

I: شدة التيار المار في الموصل، وحدته الأمبير A.

R: مقاومة هذا الموصل ووحدتها تسمى بالأوم Ω.

وهناك طريقتان لتوصيل المقاومات:

أ. توصيل على التسلسل:

في هذه الحالة توصل المقاومات على التسلسل وتوصل معًا على التوازي مع الفولتميتر بالتالي فرق الجهد بين طرفي أي منها سيكون أقل من فرق جهد البطارية و لكن التيار الذي تزود البطارية الدائرة به هو نفسه المار في كل مقاومة، وتشكل المقاومات معاً قيمة معينة للمقاومة الكلية للدائرة ويمكن حساب المقاومة المكافئة للمقاومات من العلاقة التالية:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$$

حيث R_s المقاومة المكافئة للمقاومات الموصلة على التسلسل.

ب. توصيل على التوازي:

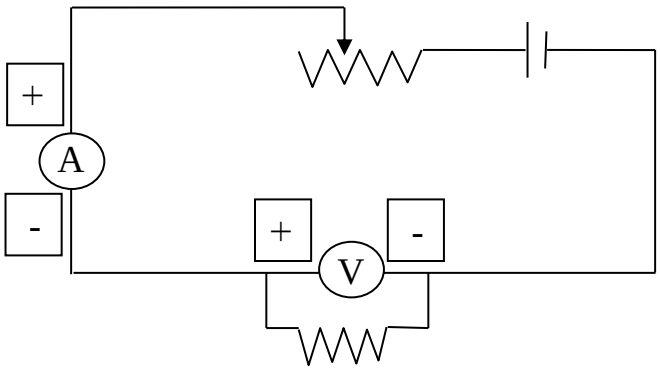
في هذه الحالة توصل مقاومات معًا على التوازي ثم توصل مع مصدر القدرة المستمر وليكن البطارية مثلاً وبالتالي يكون فرق الجهد لكل مقاومة مساوي لفرق الجهد في البطارية بينما يتجزأ التيار تبعًا لعدد المقاومات الموجودة في الدائرة، وتشكل المقاومات معاً قيمة معينة للمقاومة الكلية للدائرة ويمكن حساب المقاومة المكافئة للمقاومات من العلاقة التالية:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$$

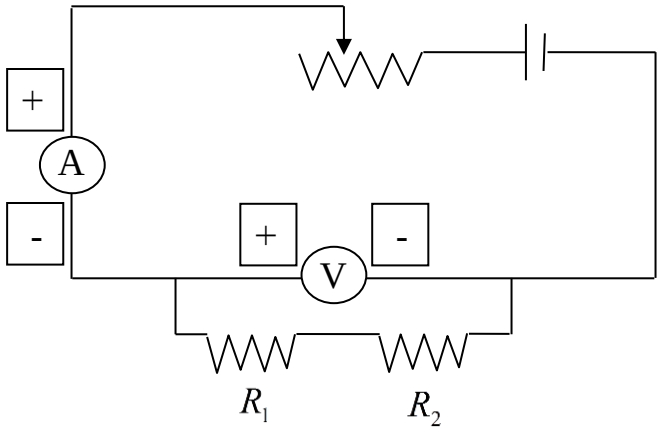
حيث R_p المقاومة المكافئة للتوصيل على التوازي.

الدارة الكهربائية:

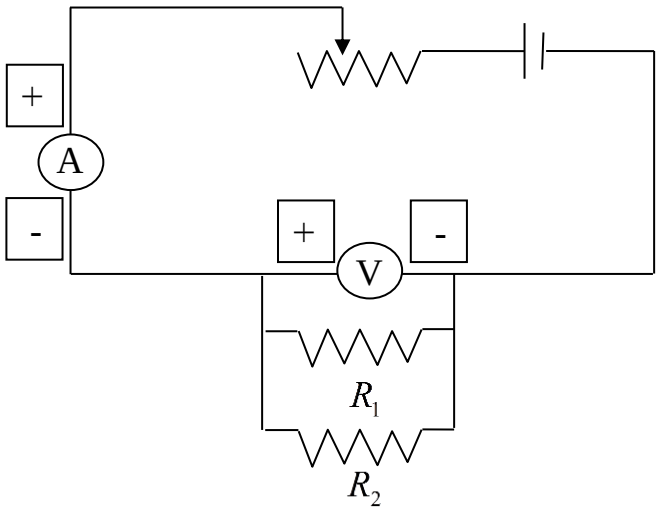
الجزء الأول: وهي الدائرة المطلوب رسمها. شكل (1)



الجزء الثاني: التوصيل على التسلسل: شكل(2)



الجزء الثالث: التوصيل على التوازي: شكل(3)



الاحتياطات:

1. عدم الخلط بين المقاومتين R_1, R_2 ، (لماذا؟)
2. أخذ القراءات بصورة عمودية من الأميتر والفولتميتر.

خطوات العمل:

أولاً: تحقيق قانون أوم وتعيين المقاومة المجهولة R_1 :

1. صلي الدائرة كما في الشكل.
2. ضعي مؤشر المقاومة المتغيرة على إحدى نهاياتها.
3. خذي قراءة I و V وذلك بتغيير المقاومة المتغيرة عدة مرات.
4. ارسمي العلاقة البيانية بين V و I.
5. من الرسم احسبي الميل (ماذا يمثل؟).

جدول (1)

No.	$I(mA)$	$V(Volt)$
1		
2		
3		
4		
5		

ثانياً: تعيين المقاومة المجهولة R_2 :

1. استبدلي المقاومة R_1 بالمقاومة R_2 في الدائرة الأولى.
2. كما سبق في الجزء الأول: باستخدام المقاومة المتغيرة غيري شدة التيار المار في الدائرة وسجلي القراءة المقابلة لفرق الجهد في الجدول (2) واحسبي قيمة المقاومة وذلك باستخدام قانون أوم.
3. كرري الخطوة السابقة مرة أخرى.

4. احسبي متوسط القيمتين وبهذا تكونين قد حصلت على قيمة المقاومة المجهولة R_2.

جدول (2)

No.	$I(mA)$	$V(Volt)$	$R_2(\Omega)=\frac{V}{I}$
1			
2			

ثالثاً: حساب المقاومة المكافئة للتوصيل على التسلسل:

عمليًا

1. وصلي المقاومتين R_1, R_2 على التسلسل كما في الشكل(2).
2. بنفس الخطوات السابقة غيري شدة التيار المار في الدائرة وسجليها في الجدول (3) وكذلك قراءة فرق الجهد المقابلة لهذه القيمة ثم احسبي R_s باستخدام قانون أوم.
3. كرري الخطوة السابقة مرة أخرى ثم احسبي متوسط R_s.

نظريًا

4. ولحساب R_s نظرياً استخدمي العلاقة:

$$R_s = R_1 + R_2$$

حيث R_1 و R_2 هنا هي التي حُسبت في الجزء الأول و الثاني .

5. قارني بين النتيجتين.

جدول (3)

No.	$I(mA)$	$V(Volt)$	$R_s(\Omega)=\frac{V}{I}$
1			
2			

رابعاً: حساب المقاومة المكافئة للتوصيل على التوازي:

عمليًا

1. وصلي المقاومتين R_1, R_2 معاً على التوازي وكلاهما على التوازي مع الفولتميتر كما في الشكل (3).
2. بنفس الخطوات السابقة غيري شدة التيار المار في الدائرة وسجليها في الجدول (4) وكذلك قراءة فرق الجهد المقابلة لهذه القيمة ثم احسبي R_p باستخدام قانون أوم.
3. كرري الخطوة السابقة مرة أخرى ثم احسبي متوسط R_p.

نظريًا

4. ولحساب قيمة المكافئة نظرياً استخدمي العلاقة:

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

$$R = R_1R_2 / R_1+R_2$$

حيث R_1 و R_2 هنا أيضًا هي التي حُسبت في الجزء الأول و الثاني .

5. قارني بين النتيجتين.

جدول (4)

No.	$I(mA)$	$V(Volt)$	$R_p(\Omega) = \frac{V}{I}$
1			
2			

الأسئلة والمناقشة

1. كيف يتم تصنيف المواد من حيث التوصيل الكهربائي؟
2. عللي يوصل الفولتميتر على التوازي مع المقاومة بينما يوصل الأميتر على التسلسل معها؟
3. عرفي قانون أوم؟
4. إذا استبدلت R_1 بـ R_2 في الخطوة الثانية فهل ستتغير النتيجة التي حصلت عليها بالنسبة لـ R_s و R_p ؟

جهاز القياس
راسم الاهتزاز المهبطي

الغرض من التجربة:

1. التعرف على كيفية عمل الجهاز .
2. التعرف على استخداماته :

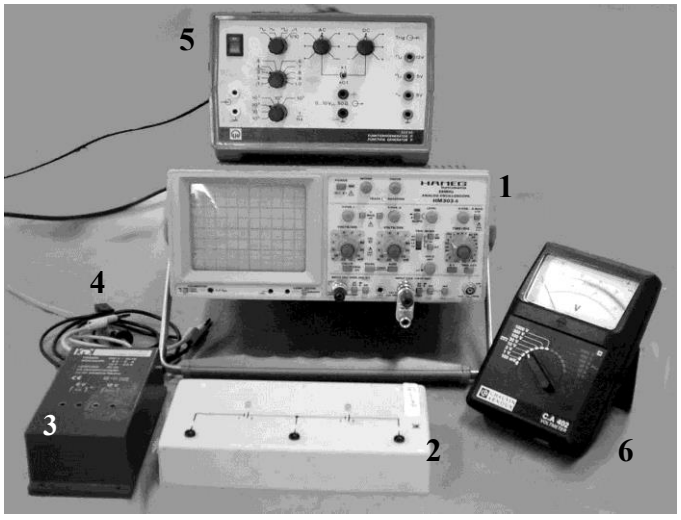
أ- قياس الجهد لمصدرين مستمر ومتردد.

ب- قياس تردد موجة

جـ- المقارنة بين موجتين مختلفتين (مثال : منحنيات وأشكال ليساجو)

الأدوات:

1. راسم الاهتزاز المهبطي (CRO).
2. مصدر تيار مستمر (بطاريات).
3. مصدر تيار متردد
4. أسلاك توصيل.
5. مولد الذبذبات الكهربائي.
6. فولتميتر.



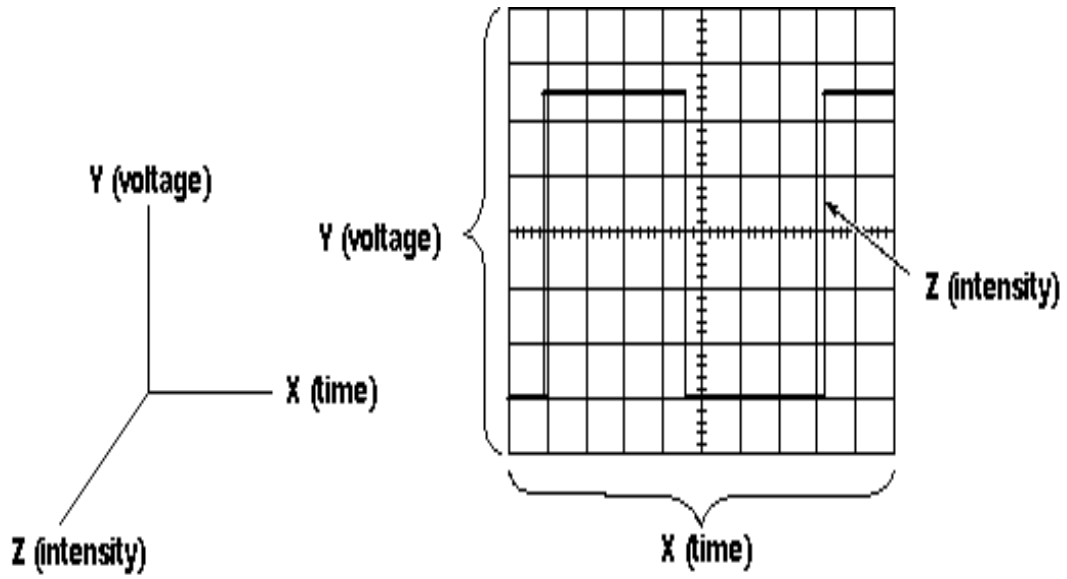
النظرية:

أ. مقدمة

راسم الاهتزاز المهبطي هو جهاز إلكتروني يسجل تغيرات جهد دارة كهربائية ما عن طريق عرض مسار ضوئي على واجهة أنبوب أشعة المهبط (cathode ray tube-CRT). راسم الاهتزاز يستخدم في مجالات متعددة كالصناعة والمختبرات العلمية ومن الأمثلة على هذه الاستخدامات:

- اختبار العناصر الإلكترونية (مثل المكثفات ، الترانزستور ، الصمام الثنائي).
- التشخيص الطبي (بمقارنة النبضات الكهربائية التي تصدرها أعضاء جسم الإنسان الطبيعي مع تلك التي تسجل من المريض).

وبشكل أساسي يعتبر راسم الاهتزاز **أداة عرض بياني**، فهو يقوم برسم شكل بياني للنبضات الكهربائية، ارجعي للشكل (1).



شكل (1): الإحداثيات (X-الزمن) و(Y- فرق الجهد) و(Z- الشدة) للموجة التي تعرض على الشاشة.

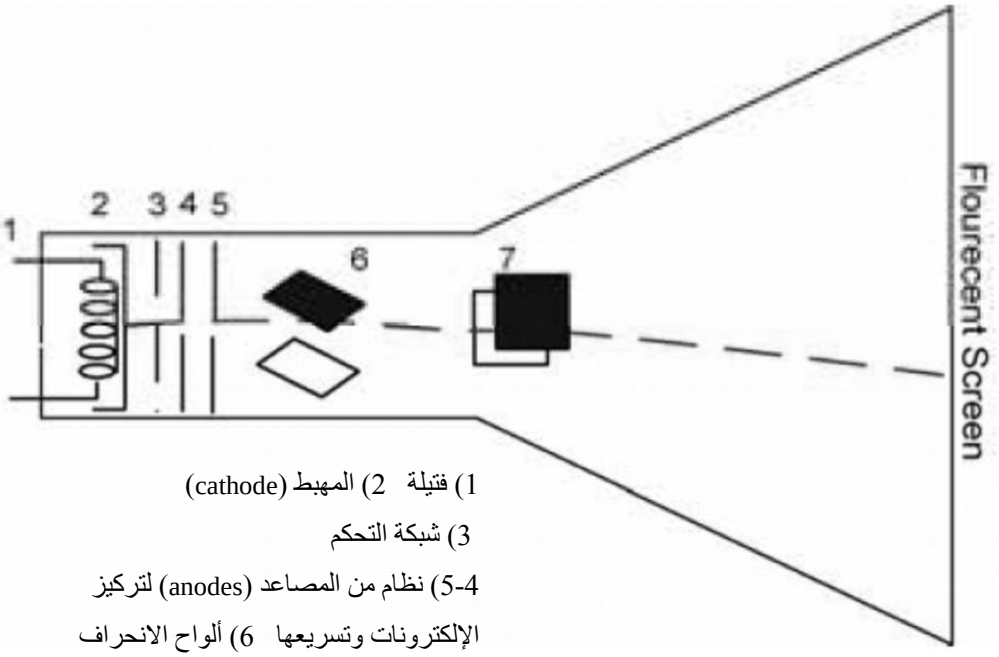
ومثل هذا الرسم البياني البسيط يمدنا بمعلومات تصف النبضة الكهربائية، منها:

- إمكانية تحديد زمن مرور نبضة كاملة وقيمة فرق جهدها.
- حساب تردد هذه النبضة.

- عند توصيل دائرة كهربائية بالراسم فإنه يمكننا معرفة أي من عناصرها (مثلا مكثف أو مقاومة) لا يعمل بسبب تأثيره على سلوك النبضة.
- الحصول على قيمة فرق الجهد لنبضة تيار مستمر وتيار متردد.

ب. تركيب راسم الاهتزاز المهبطي

إن أنبوبة أشعة المهبط (cathode-ray tube) هي قلب الراسم ويتضح تركيبها في الشكل-2، وهي عبارة عن أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء ، مجهزة بمصدر للالكترونات العالية السرعة (يسمى بمدفع الالكترونات) في أحد طرفيها، وبشاشة فلورية في الطرف الآخر، ويقع بينهما نظام وظيفته تغيير مسار حزمة الالكترونات. ويقوم مدفع الإلكترونات بقذف حزمة من الإلكترونات نحو شاشة مطلية بمادة كيميائية تصدر ضوءًا عند اصطدام الإلكترونات بها فتظهر بقعة ضوئية على شاشة الأنبوبة. وتستخدم هذه الأنبوبة أيضا في أجهزة التلفاز وشاشات العرض المرئي التي تستخدم في الرادار وأجهزة الحاسوب.



1) فتيلة 2) المهبط (cathode)
3) شبكة التحكم
4-5) نظام من المصاعد (anodes) لتركيز الإلكترونات وتسريعها 6) ألواح الانحراف العمودي 7) ألواح الانحراف الأفقي
8) شاشة فلورية

شكل (2): أنبوبة أشعة المهبط موجودة في داخل الراسم.

ج. كيفية عمل راسم الاهتزاز المهبطي

يطلق على النظام المكون من الفتيلة والمهبط وشبكة التحكم ومجموعة المصاعد بمدفع الإلكترونات فهو يقوم بقذف الإلكترونات نحو الشاشة الفلورية مرورا بألواح الانحراف العمودية والأفقية، و يعمل الراسم تبعا للخطوات التالية:

1) تسخن فتيلة المهبط عند مرور تيار مناسب من خلالها وبهذا يصدر سيلا من الإلكترونات، وتقوم شبكة التحكم بالتحكم بعدد الإلكترونات التي تصل إلى نظام من المصاعد.
2) تمر الإلكترونات عبر هذه المصاعد التي تكون على هيئة أقراص مفتوحة من منتصفها وهي تتحكم بتركيز حزمة الإلكترونات وكذلك تكون المصاعد متصلة بفروق جهد عالية وبالتالي تمكن سيل الإلكترونات من الوصول إلى الشاشة.
3) هنالك مجموعتين من الألواح بين الشاشة والمدفع تسمى ألواح الانحراف الكهربائي، أحدها يسمى بألواح الانحراف الأفقية وهي تتحكم بحركة حزمة الإلكترونات إلى الأعلى والأسفل وأخرى تسمى بألواح الانحراف العمودية وتقوم هي الأخرى بالتحكم بحركة الحزمة نحو اليمين واليسار، كل من هذه الأزواج يحتوي على لوح سالب الشحنة الكهربائية وآخر موجب الشحنة، الشكل (2) يوضح هذه الألواح الأفقية والعمودية.

وكل ما يظهر لنا على الشاشة يدل على ماهية العنصر الذي يتم اختباره في الراسم، على سبيل المثال عند استخدام مصدر تيار مستمر ستظهر لنا نقطة مضيئة بينما مصدر التيار المتردد سينتج خطا مستقيما (لماذا؟).

احتياطات قبل البدء بالعمل :

1- نهيئ جهاز راسم الاهتزازات وذلك بتثبيت النقطة المضيئة في المركز .
2- إضاءة النقطة أقل مايمكن.

تنبيه:

لابد من تجنب ترك النقطة المضيئة ساكنة على الشاشة لفترة طويلة خاصة إذا كانت ذات شدة عالية ، لأن ذلك يؤدي إلى احتراق المادة الكيميائية وتلف الشاشة.

خطوات العمل:

الجزء رقم ❶: معرفة كيفية عمل جهاز راسم الاهتزاز المهبطي.

يتكون الجهاز من قناتين مستقلتين وأيضا مؤثر زمني ، فعندما نستخدم إحدى القناتين لابد أن نتعامل مع مفاتيح تلك القناة بالإضافة لمفاتيح أخرى مشتركة لكلا القناتين .

هناك تصاميم مختلفة للجهاز لكن رموز المفاتيح وطريقة العمل نفسها إلا أنها تختلف في كيفية تفعيل هذه المفاتيح إما بالضغط مباشرة فتضئ اللمبة أو يكون للمفتاح وضعين مختلفين بحيث إذا تم ضغطه للداخل فإنه يفعّل أمر معين وإذا تم ضغطه للخارج فإنه يفعَل أمر آخر .

	اسم المفتاح	وصفه	كيفية تفعيله	استخدامه
1	CH1- **أو يكتب** CH I	**يرمز للقناة الأولى**	CH1 **بالضغط المباشر عليه** CHI **بجعل المفتاح للخارج**	يستخدم عندما يراد رؤية الإشارة مع عامل الزمن (فالتيار المتردد يظهر كموجة والمستمر يظهر كنقطة متحركة وسرعتها تتعلق بالزمن الذي تم اختياره
2	CH2 **أو يكتب** CH II	**يرمز للقناة الثانية**	CH2 **بالضغط المباشر عليه** CH II **بجعل المفتاح للداخل**	
3	AC DC **حيث أنهما متوفران لكل قناة على حده**	**يرمز لنوع الجهد المستخدم إن كان مستمراً أو متردداً**	AC **: المفتاح للخارج** DC **: المفتاح للداخل**	تحديد نوعية الجهد المراد قياسه
4	VOLT/DIV **التابع لـ** CH1	**يرمز لمفتاح التحكم بمقياس الجهد**	**التدوير المباشر للمفتاح**	تغيير مقياس الجهد (تكبير أو تصغير)

5	VOLT/DIV **التابع لـ** CH2	**يرمز لمفتاح التحكم بمقياس الجهد**	**التدوير المباشر للمفتاح**	تغيير مقياس الجهد (تكبير أو تصغير)
6	TIME/DIV	**يرمز لمفتاح التحكم بالقاعدة الزمنية**	**التدوير المباشر للمفتاح**	تغيير مقياس الزمن (تكبير أو تصغير)
7	DUAL	**يرمز لمقارنة الموجتين**	**يفعل بالضغط عليه مباشرة فيكون المفتاح للداخل**	عرض الموجتين في نفس الوقت
8	ADD	**يرمز لمحصلة دمج الموجتين**	**يفعل بالضغط عليه مباشرة فيكون المفتاح للداخل**	دمج إشارة القناتين
9	X-Y	**يظهر صورة الإشارة المدخلة بعيداً عن عامل الزمن**	**يفعل بالضغط عليه مباشرة فيكون المفتاح للداخل**	تعطيل عامل الزمن
10	COMP (TESTER)	**اختبار ومعايرة الجهاز نفسه**		
11	0.2Vcc			
12	CALIBRATOR 1HKz/1MHz			
13	INTENS	**شدة إضاءة النقطة**	**في بعض الأجهزة تكون هذه الخصائص مدمجة والتحكم فيها يكون من خلال مفتاح (+) للزيادة أو(-)الإنقاص أو يكون لكل خاصية مفتاح خاص بها**	لزيادة أو إنقاص شدة الإضاءة
14	TRACE			
15	FOCUS	**العدسة**		يستخدم في تحديد مدى تركيز إضاءة النقطة
16	Y-POS.I	**موضع -Y**	**يكون بالتدوير المباشر**	**التحكم بالإزاحة العمودية**

	أو يكتب Position1	المحور العمودي للقناة الأولى	للمفتاح	للقناة الأولى
17	Y-POS.II أو يكتب Position2	موضع –Y المحور العمودي للقناة الثانية	يكون بالتدوير المباشر للمفتاح	التحكم بالإزاحة العمودية للقناة الثانية
18	X-POS.I أو يكتب Position1	موضع –X المحور الأفقي للقناة الأولى	التدوير المباشر للمفتاح	التحكم بالإزاحة الأفقية للقناة الأولى
19	X-POS.II أو يكتب Position2	موضع –X المحور الأفقي للقناة الثانية	التدوير المباشر للمفتاح	التحكم بالإزاحة الأفقية للقناة الثانية
20	X-MAG.10	المحور العمودي للقناة الأولى	التدوير المباشر للمفتاح	تكبير إشارة المحور الأفقي
21	INV	عكسي	الضغط المباشر عليه	يستخدم في عكس اتجاه الإشارة
22	GD أو يكتب GND	أرضي	إدخال السلك في القناة	مدخل التأريض

<u>الجزء رقم ❷: التعرف على استخداماته:.</u>

(أ) قياس الجهد (سنقيس جهد مصدر مستمرDC و جهد مصدر متردد AC)

أولا : قياس جهد مصدر مستمر:

1. اختاري إحدى القناتين.
2. صلي مصدر الجهد المستمر بهذه القناة ، بحيث يتم توصيل القطب السالب بالأرضي والقطب الموجب في مدخل القناة .(إذا عكست الأقطاب ستحصلين على نفس النتيجة لكن بالسالب)
3. ثبتي القناة على مقياس الجهد المستمر **DC** لكي تظهر لك إزاحة النقطة عن المركز.

4. احسبي قيمة فرق الجهد الذي ظهر لك.

فرق الجهد= عدد مربعات إزاحة النقطة عن المركز **X** قيمة المقياس أو مفتاح التحكم

ملاحظة ☺

يمكنك تغيير مقياس مفتاح التحكم وستلاحظين تغير في الإزاحة لكن قيمة الجهد ثابتة لأن إزاحة النقطة تتغير بتغير المقياس ، وبمجرد ضرب قيمة المقياس في الإزاحة سيظهر لك نفس النتيجة السابقة ☺.

الإزاحة	مفتاح التحكم	الجهد المستمر

5. استخدمي الفولتميتر وقيسي جهد المصدر ثم قارني بين النتيجتين
6. احسبي نسبة الخطأ المئوية لقياس جهد المصدر المستمر.

الحسابات:

قيمة الجهد من راسم الاهتزاز المهبطي=

قيمة الجهد من الفولتميتر=

ثانياً: قياس جهد مصدر متردد (AC)

كرري الخطوات السابقة نفسها :

1. اختاري إحدى القناتين.
2. صلي مصدر الجهد المتردد بهذه القناة ، بحيث يتم توصيل أحد القطبين بالأرضي والقطب الثاني في مدخل القناة (لا يُهتم بالأقطاب ، لماذا ؟) .
3. ثبتي القناة على مقياس الجهد المتردد **AC** لكي تظهر لك قيمة الجهد المتردد (خط مستقيم) .
4. احسبي قيمة فرق الجهد الذي ظهر لك ، وهو يمثل جهد الموجه من قمة إلى قمة V_{p-p}

فرق الجهد= طول الخط المستقيم **X** قيمة المقياس أو مفتاح التحكم

طول الخط	مفتاح التحكم	جهد الموجه V_{P-P}

ملاحظة ☺

يمكنك تغيير مقياس مفتاح التحكم وستلاحظين تغيراً في طول الخط لكن قيمة الجهد ثابتة ، وبمجرد ضرب قيمة المقياس في طول الخط سيظهر لك نفس النتيجة السابقة ☺.

أيضا يمكنك أن تغيير مكان الخط ليسهل عليك القراءة من مفاتيح الإزاحة الأفقية والعمودية.

5. سجلي النتائج في الجدول.
6. احسبي متوسط V_{p-p}.
7. استخدمي الفولتميتر لقياس الجهد المتردد للمصدر($\mathbf{V_{eff}}$ الحقيقية).
8. للمقارنة بين القيمتين لابد لنا أن نحسب الجهد الفعال V_{eff} بالعلاقة التالية :

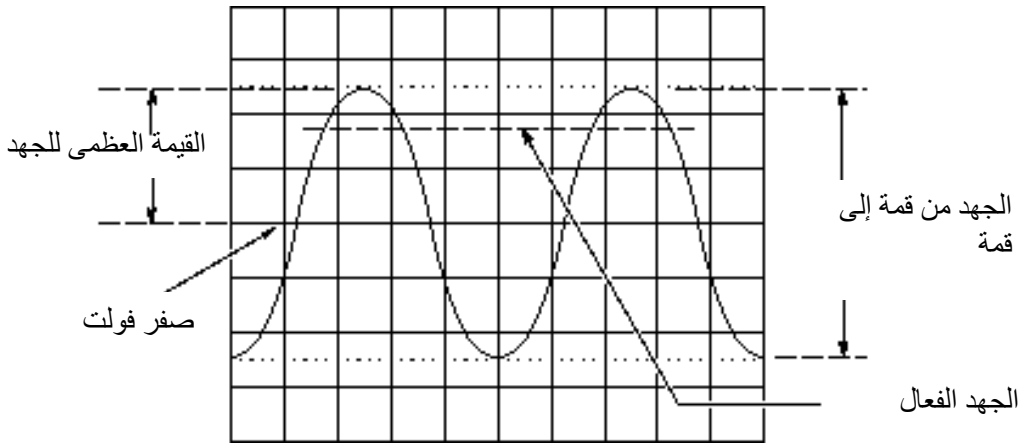
$$V_{eff} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}}$$

حيث أن $V_{\max}$ القيمة العظمى للجهد

$$V_{\max} = \frac{V_{p-p}}{2}$$

الحسابات:

قيمة الجهد من راسم الاهتزاز المهبطي V_{p-p} المتوسط =
القيمة العظمى للجهد $(V_{\max})$=
القيمة الفعالة للجهد (V_{eff})=
قيمة الجهد من الفولتميتر=



شكل (3): مسميات فرق الجهد المختلفة.

ب. قياس التردد لموجة كهربائية

1. نبقي المصدر المتردد متصلا بالجهاز.
2. نضغط مفتاح $X-Y$ لفتحه.
3. سوف يظهر لنا موجة جيبية على شاشة الجهاز، غيري شكل الموجة باستخدام مفتاح التحكم بالقاعدة الزمنية للحصول على أفضل موجة جيبيه
4. احسبي عدد التقسيمات بين أي قمتين متتاليتين لهذه الموجة ، دوني نتائجك في الجدول (1).
5. احسبي الزمن الدوري للموجة الجيبية T.

الزمن الدوري = عدد التقسيمات × قيمة المقياس لمفتاح قاعدة الزمن بوحدة الثانية

6. احسبي التردد لهذه الموجة f_1 :

$$f_1 = \frac{1}{\mathrm{T}}$$

7. نكرر الخطوات 4 و 5 و6 ثلاث مرات مع تغيير قيمة المقياس لمفتاح قاعدة الزمن كل مرة.
8. نحسب متوسط قيمة التردد (f_1).

جدول ①

قياس الزمن الدوري و التردد لموجة كهربائية

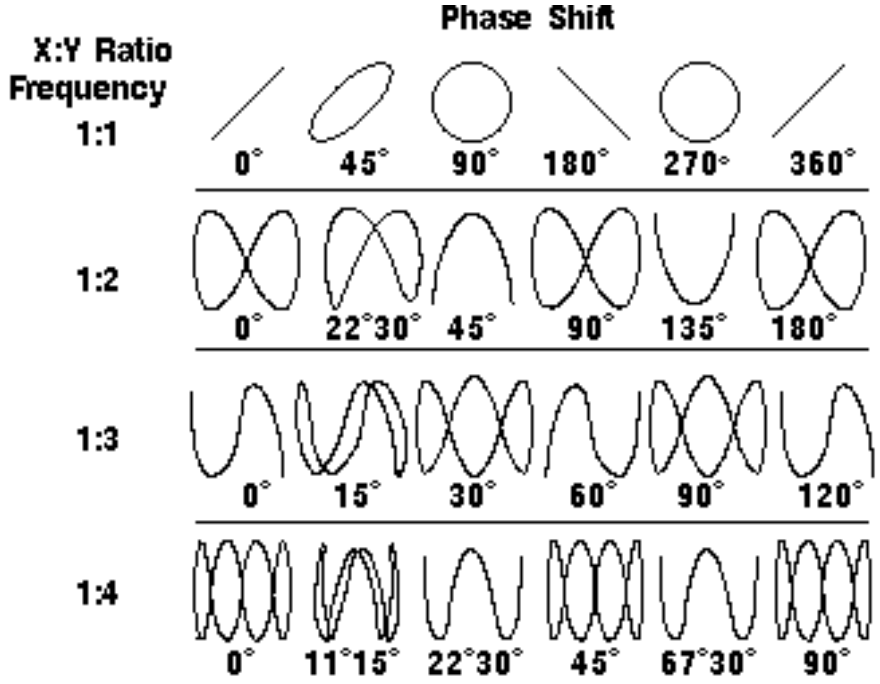
العدد	مفتاح التحكم بقاعدة الزمن $(msec/div)$	عدد التقسيمات على الشاشة (div)	الزمن الدوري T (ms)	الزمن الدوري T (s)	التردد f_1 (Hz)
1					
2					
3					
متوسط التردد (f_1)					

جـ. توليد منحنيات ليساجو

أشكال ليساجو (قياس فرق الطور)

والغرض من هذا الجزء هو جمع حركتين اهتزازيتين توافقيتين متعامدتين باستخدام راسم الاهتزاز المهبطي ومولد الذبذبات. ويعطي مولد الذبذبات بين طرفيه فرق جهد متغير (متردد) يمكن التحكم بتردده بإدارة القرص الذي يشير إلى قراءة التردد.

وتفيد الدراسة النظرية أنه عندما تجمع موجتين متعامدتين لهما نفس التردد، فإن ناتج التداخل بنينهما هو شكل قطع ناقص في الحالة العامة، والذي يختلف شكله وأبعاده باختلاف فرق الطور بين الموجتين، وعند فرق طور معين مثلاً 90 درجة يتكون على الشاشة شكل دائرة، في حين عندما تختلف الموجتان بحيث يكون تردد أحدها ضعف تردد الأخرى نحصل على الشكل ∞ . فمجموعة الأشكال التي نحصل عليها بتغير التردد أو بتغير فرق الطور بين الموجات تسمى أشكال ليساجو. وهي كما في الشكل (4).

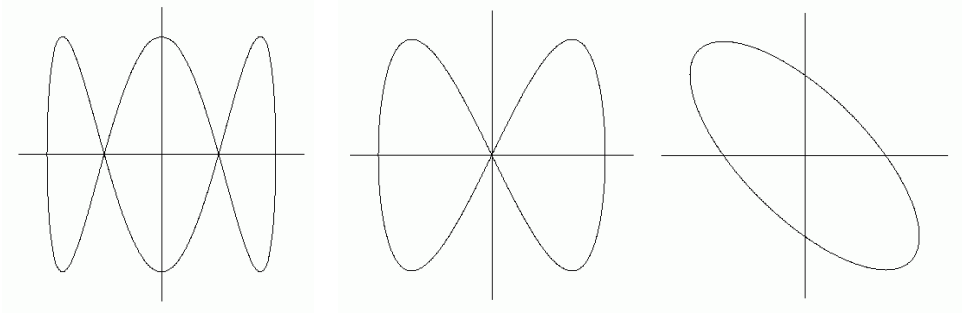


شكل (4): أشكال ليساجو المختلفة

وللحصول على هذه الأشكال نتبع الخطوات التالية:

1. نبقي المصدر المتردد موصل بالراسم و نطفئ مفتاح X-Y .
2. نوصل مولد الذبذبات في القناة التي لا يشغلها أي مصدر (يعطينا المولد موجات ذات ترددات وأشكال مختلفة).
3. الآن نثبت مفتاح تكبير التردد ذو المضاعفات الكبيرة على قيمة 10^2
4. نغير قيم مفتاح تكبير التردد ذو المضاعفات الصغيرة حتى نحصل على أشكال ليساجو التي نود الحصول عليها.

لابد من الحصول على كل أشكال ليساجو التالية :



الشكل الأول **الشكل الثاني** **الشكل الثالث**

5. نحسب تردد الموجة الثانية المقابل لكل شكل كالآتي:

التردد(f_2) = قيمة مفتاح المضاعفات الكبيرة × قيمة مفتاح المضاعفات الصغيرة

دوني نتائجك في الجدول (2).

6. نحسب النسبة $\frac{f_1}{f_2}$ لكل شكل حيث f_1 تم حسابه في الخطوة (8) من الفقرة (ب) في الجزء الثاني.

<u>ملاحظة:</u>

- $\mathbf{f_1}$ تم حسابه في الجدول الثالث وهو ثابت في الجدول الرابع.

جدول ②

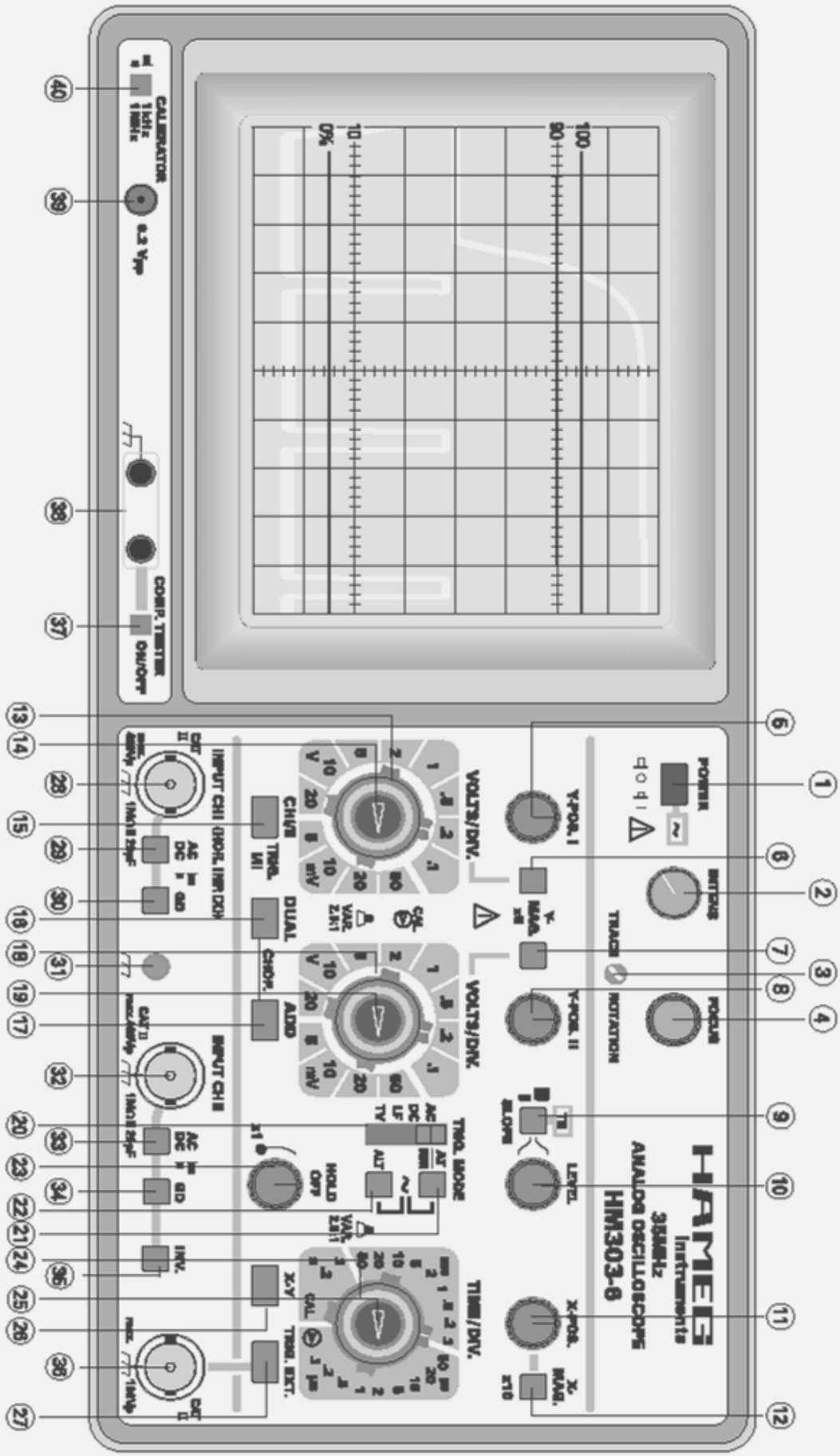
توليد منحنيات ليساجو

الشكل	$f_1(Hz)$ متوسط	$f_2(Hz)$	$\frac{f_1}{f_2}$
الأول			
الثاني			
الثالث			

الأسئلة والمناقشة

1. ما هو راسم الاهتزاز المهبطي؟
2. مم يتركب راسم الاهتزاز المهبطي؟ كيف يعمل؟
3. ما الفرق بين الجهد المستمر والجهد المتردد؟ مع ذكر أمثلة لها.
4. وضحي بالرسم الفرق بين الجهد المستمر والجهد المتردد.
5. عرفي كلا من: الزمن الدوري، التردد.
6. كيف يتكون شكل ليساجو؟
7. ما هي أشكال ليساجو؟
8. ماذا يحدث عندما نقلب توصيل أقطاب مصدر مستمر براسم الاهتزازات المهبطي؟ حاولي تطبيقها.
9. لماذا نحصل على نقطة في حالة المصدر المستمر وخط مستقيم في حالة المصدر المتردد؟
10. ما الفرق بين الجهد من قمة إلى قمة والجهد الفعال؟

واجهة أحد أشكال راسم الاهتزاز المهبطي

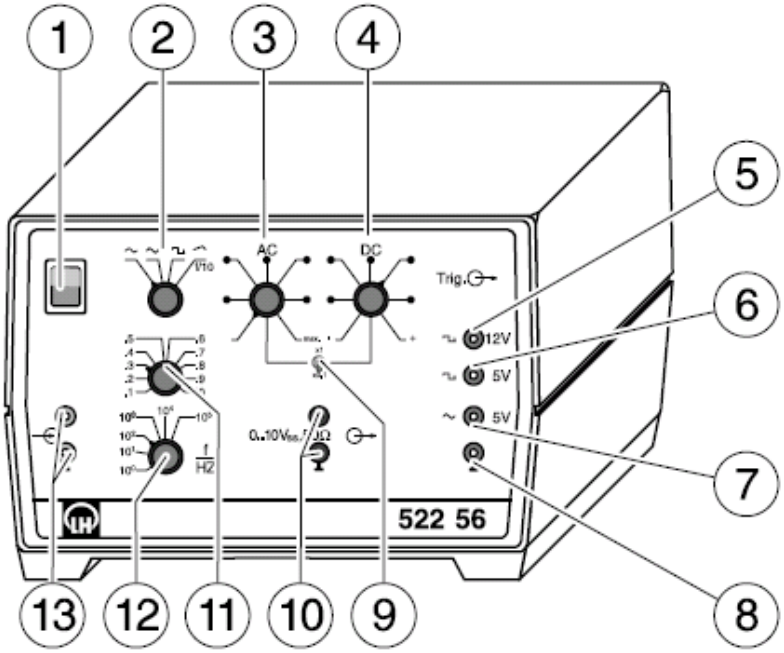


وظائف بعض مفاتيح راسم الاهتزاز المهبطي:

	العنصر	وصفه
1	مفتاح التشغيل (مفتاح ضغط)	يقوم بتشغيل وفصل الجهاز
2	مفتاح شدة الإضاءة (مفتاح دوراني)	يتحكم بشدة الأثر المتألق على الشاشة
4	مفتاح وضوح الشاشة (مفتاح دوراني)	يتحكم بوضوح الأثر المتألق وتركيزه على الشاشة
5	التحكم في الوضع العمودي للقناة 1 (مفتاح دوراني)	يتم به تغيير مسار الأثر المتألق على الشاشة إلى الأعلى والأسفل وفق المحور (Z)
8	التحكم في الوضع العمودي للقناة 2 (مفتاح دوراني)	
11	التحكم في الوضع الأفقي (مفتاح دوراني)	يتم به تغيير مسار الأثر المتألق على الشاشة يمينا ويسارا وفق المحور (X)
13	مفتاح التكبير الرأسي (الفولتية) للقناة 1 (مفتاح دوراني)	يتحكم بتكبير الإشارة المدخلة في القناة 1 بوحدة $mV/div.$ أو $V/div.$
14	مفتاح التحكم الحساس للقناة 1 (مفتاح دوراني مركزي)	التحكم الحساس بسعة Y للقناة 1
15	مفتاح للقناة 1 و 2 (مفتاح ضغط)	عندما يكون مفتوح: القناة 1 فقط عندما يكون مضغوط: القناة 2 فقط
18	مفتاح التكبير الرأسي (الفولتية) للقناة 2 (مفتاح دوراني)	يتحكم بتكبير الإشارة المدخلة في القناة 2 بوحدة $mV/div.$ أو $V/div.$
19	مفتاح التحكم الحساس للقناة 2 (مفتاح دوراني مركزي)	التحكم الحساس بسعة Y للقناة 2.

24	مفتاح التحكم في القاعدة الزمنية (مفتاح دوراني)	يتحكم بتكبير إشارة الزمن بوحدة $s/div.$ أو $ms/div.$ أو $\mu s/div.$
25	مفتاح التحكم الحساس في القاعدة الزمنية (مفتاح دوراني مركزي)	التحكم المتغير بالقاعدة الزمنية.
26	مفتاح التبديل $X-Y$ (مفتاح ضغط)	يختار تشغيل $X-Y$ ويوقف الإزاحة، حيث تكون الإشارة X من القناة 1. تنبيه: إذا شُغل بدون توصيله بمصدر يحترق الفسفور.
28	نقطة الإدخال للقناة 1	نقطة الإدخال للقناة 1 والإدخال للانحراف الأفقي في حالة نظام $X-Y$.
29	الاختيار بين $AC-DC$ للقناة 1 (مفتاح ضغط)	يختار نوع التيار المدخل للقناة 1.
31	مدخل للتوصيل	يوصل بجهد مرجعي (الأرض).
32	نقطة الإدخال للقناة 2	نقطة الإدخال للقناة 2.
33	الاختيار بين $AC-DC$ للقناة 2 (مفتاح ضغط)	يختار نوع التيار المدخل للقناة 2.

واجهة أحد أشكال مولد الذبذبات الكهربائي



وظائف بعض مفاتيح مولد الذبذبات الكهربائي:

	العنصر	وصفه
1	مفتاح التشغيل (مفتاح ضغط)	يقوم بتشغيل مولد الذبذبات
2	مفتاح نوع الإشارة (مفتاح دوراني)	يقوم بتحديد نوع الإشارة أو الاهتزازة إما إشارة جيبية أو إشارة مسننة أو إشارة مربعة أو إشارة سن المنشار
9	مفتاح تكبير السعة	يقوم بتكبير سعة الإشارة الكلية بضربها بأحد المعاملات 1 أو 0.1
10	مدخل التوصيل	يعطي إشارة معينة و يتم التحكم بنوعها من المفتاح 2
11	مفتاح تكبير التردد ذو مضاعفات صغيرة (مفتاح دوراني)	يتحكم بمضاعفة تردد الإشارة الخارجة من الجهاز بضرب الإشارة بأحد المضاعفات التالية: 0.1, 0.2, 0.3,.....1.0
12	مفتاح تكبير التردد ذو مضاعفات كبيرة (مفتاح دوراني)	يتحكم بمضاعفة تردد الإشارة الخارجة من الجهاز بضرب الإشارة بأحد المضاعفات التالية: 10^0, 10^1, 10^2, 10^3,.....10^5

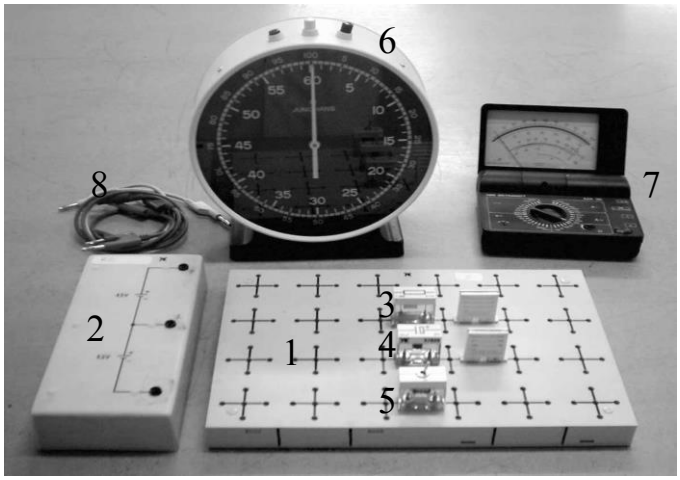
شحن المكثف

الغرض من التجربة:

1. شحن المكثف.
2. تعيين الثابت الزمني.

الأدوات:

1. لوحة توصيل كهربائية.
2. بطارية (مصدر قدرة مستمر).
3. مقاومة كبيرة قيمتها $1M\Omega$.
4. مكثف سعته $100\mu F$.
5. مفتاح.
6. ساعة إيقاف.
7. أميتر.
8. أسلاك توصيل كهربائية.



النظرية:

يتكون المكثف في صورته البسيطة من لوحين من المعادن بينهما عازل و أشهر أمثلته المكثف متوازي اللوحين. بحيث تختلف المكثفات من النوع الواحد في سعتها الكهربائية و التي تعتمد بدورها على الشكل الهندسي للمكثف.

وعند توصيل المكثف بمصدر قدرة مستمر فإن الشحنات تتراكم على لوحي المكثف فيتزايد تبعا لذلك الجهد الكهربائي بينهما إلى أن يصل إلى قيمة تساوي جهد مصدر القدرة .

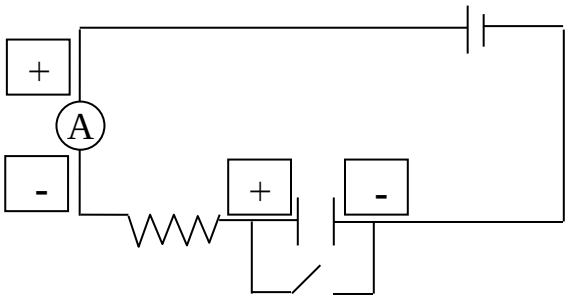
و في أي دائرة شحن كهربائية فإن معدل تزايد فرق الجهد بين لوحي المكثف يعتمد على سعة المكثف الموجودة في الدائرة و كذلك المقاومة الموجودة في الدائرة إياها و كذلك الحال بالنسبة لدائرة التفريغ، لذلك تقاس أزمن الشحن و التفريغ لمكثف ما بكمية تسمى الثابت الزمني(Time Constant) و الذي يعطى بالعلاقة التالية:

$$\tau = RC$$

حيث R المقاومة الموجودة في الدائرة وC سعة المكثف .

إذاً يمكن تعريف **الثابت الزمني** على أنه هو الزمن اللازم لوصول التيار أثناء عملية الشحن إلى 0.37 من قيمته العظمى.

الدارة الكهربائية:



الاحتياطات:

1. تفريغ المكثف قبل توصيل الدائرة.
2. تشغيل الساعة ووضع المفتاح على off في نفس الوقت.

خطوات العمل:

1. صلي الدائرة كما هو موضح بالشكل أعلاه وفرغي المكثف من أي شحنة متراكمة عليه بوضع المفتاح على الوضع on.
2. مباشرة سيرتفع مؤشر الأميتر إلى قيمة عظمى هي قيمة التيار المار في الدائرة و هي أقصى قيمة يمكن الوصول إليها بحيث تعتبرينها قيمة التيار المار في اللحظة صفر أي ($I_{\max}$) سجلي هذه القراءة في الجدول (1).
3. ضعي المفتاح على الوضع off (أيضا ماذا تمثل هذه الحالة؟) وشغلي ساعة الإيقاف في نفس الوقت.
4. بما أننا ندرس العلاقة بين التيار المار في الدائرة و الزمن لاحظي تغير قيم التيار كل نصف دقيقة دون توقف و دوني ذلك في الجدول (1)، تابعي ذلك حتى تصل قيمة التيار إلى الثبات أربع مرات.
5. ارسمي العلاقة بين التيار $I(\mu A)$ والزمن $t(\min)$ بيانياً.
6. احسبي قيمة الثابت الزمني من معطيات التجربة و من المعادلة المذكورة في النظرية.
7. من الرسم البياني أوجدي قيمة التيار المقابلة لقيمة الثابت الزمني $I(\tau)$.
8. احسبي النسبة $\frac{I(\tau)}{I_{\max}}$.
9. أوجدي نسبة الخطأ المئوية للنسبة السابقة إذا علمت أن القيمة الحقيقية لها 0.37.

جدول (1)

No.	$t(\min)$	$I(\mu A)$
1	0.0	$I_{max} =$
2	0.5	
3	1.0	
4	1.5	
5	2.0	
6	2.5	
7	3.0	
8	3.5	
9	4.0	
10	4.5	
11	5.0	
12	5.5	
13	6.0	
14	6.5	
15	7.0	
16	7.5	
17	8.0	
18	8.5	
19	9.0	
20	9.5	
نستمر حتى يثبت التيار أربع مرات		

الأسئلة و المناقشة

1. ما هو المكثف؟ و ما هو مبدأ عمله؟
2. ماذا تعني المصطلحات التالية:
   - شحن المكثف.
   - تفريغ المكثف.
3. ما هو الثابت الزمني؟ و هل تتغير قيمته باختلاف قيمة المقاومة و المكثف؟
4. ما الهدف من تحويل قيمة الثابت الزمني إلى دقائق؟
5. في حالة عدم وجود المفتاح كيف يمكن تفريغ المكثف؟
6. عللي : عند توصيل مصباح كهربائي على التوالي مع مكثف و مصدرا مستمرا للتيار نجد أن المصباح يضيء لفترة ثم ينطفئ في حين عند توصيله بمصدر تيار متردد يضيء المصباح بكامل سطوعه؟

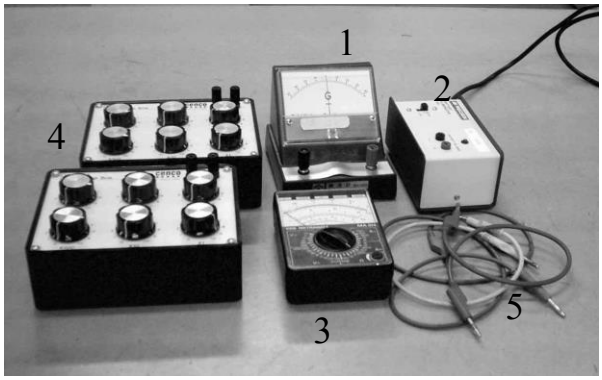
استخدام الجلفانوميتر كأميتر

الغرض من التجربة:

1. استخدام الجلفانومتر كأميتر يعمل لقياس قيم تيار تتراوح بين الصفر أمبير وأي قيمة قصوى مختارة أي في المدى $0 - I_{\max}$.
2. الحصول على منحنى المعايرة.

الأدوات:

1. جلفانومتر.
2. بطارية $3V$.
3. أميتر .
4. صندوقي مقاومات.
5. أسلاك توصيل.



النظرية:

يستخدم الجلفانومتر عادة للكشف عن مرور تيار في دائرة ما مهما كانت قيمة هذا التيار متناهية في الصغر, حيث أن انحراف ملف الجلفانومتر يتناسب مع قيمة التيار المار فيه تناسب طردياً و الجدير بالذكر أن هذا الملف حساس جدًا فإذا تجاوزت قيمة التيار المار فيه عشرات قليلة من الميكرو أمبير تسبب ذلك في إتلاف حركته فتتضاءل حساسية الجلفانومتر أو قد تزول.

ويمكن استخدام الجلفانومتر لقياس تيار أكبر من التيار الذي تسمح به قدرة ملفه وذلك بتوصيل مقاومة صغيرة على التوازي مع الجلفانومتر، حيث تسمح للجزء الأكبر من التيار المار بالدائرة (التي تضم كلاً من المقاومة والجلفانوميتر) بالمرور خلالها والجزء الأصغر -و الذي يجب ألا تتعدى قيمته أقصى قيمة تتحملها حركة الملف- يمر عبر الجلفانوميتر.

وتحسب قيمة هذه المقاومة من العلاقة التالية:

$$r_s = \frac{I_g R_g}{I_{\max} - I_g}$$

حيث:

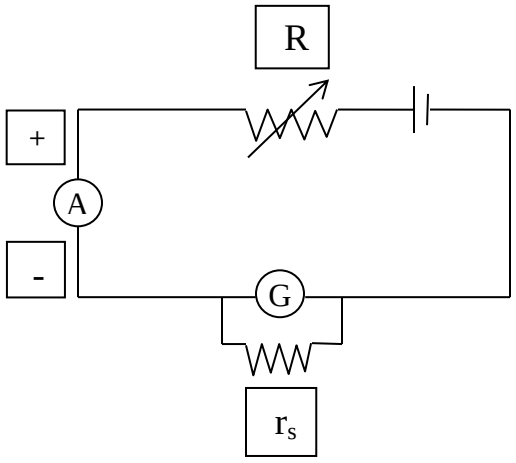
r_s: المقاومة الصغيرة، وحدتها الأوم Ω.

I_g و R_g: تؤخذ من على جهاز الجلفانوميتر(موجودة خلف الجهاز) .

$I_{\max}$: أقصى قيمة للتيار المار في الدائرة $= 1mA$

مع العلم أن $I_{\max} = I_s + I_g$

الدارة الكهربائية:



الاحتياطات:

1. توصيل المقاومة الصغيرة على التوازي مع الجلفانومتر قبل التوصيل مع البطارية.
2. أخذ القراءت بصورة عمودية من الأميتر والجلفانوميتر.

خطوات العمل:

الخطوة الأولى: التوصيل مع الأميتر

1. احسبي قيمة المقاومة r_s ثم أدخليها في صندوق المقاومات الصغيرة ثم وصليها مع الجلفانوميتر على التوازي.
2. أكملي توصيل الدائرة كما هو موضح بالشكل أعلاه.
3. ادخلي **R** مقاومات(**KΩ**) في مقاومة الدائرة حتى تحصلي على تيار أقل أو يساوي $I_{\max}$.
4. ثم لاحظي مؤشر الجلفانوميتر يجب أن يعطي إشارة ما.
5. اكتبي قيمة كل من R وقيمة التيار I وقيمة انحراف الجلفانوميتر G في الجدول (1).
6. غيري في صندوق المقاومات عدة مرات لتحصلي على قيم أكبر من قيمة R ودوني النتائج في الجدول (1).
7. ارسمي منحنى المعايرة والذي يبين العلاقة بين قراءة الأميتر وقراءة الجلفانومتر.

الخطوة الثانية: التوصيل بدون الأميتر

8. احذفي الأميتر من الدائرة السابقة.
9. استخدمي قيم المقاومات السابقة إضافة إلى قيم أخرى جديدة.
10. اقرأي قيم انحراف الجلفانوميتر ودونيها في الجدول (2) ثم عيني قيم التيار باستخدام منحنى المعايرة.
11. قارني بين قيم التيار الجديدة وقيم التيار المستنتجة عند نفس المقاومات في الجدول (1)، بحيث إن كان الفرق أكثر من (0.1) ضعي (×).
12. حتى تكون التجربة ناجحة يجب أن تكون قراءتين صحيحة على الأقل.

جدول (1)

No.	$R(K\Omega)$	$I(mA)$ من الأميتر	G من الجلفانوميتر
1			
2			
3			
4			
5			

جدول (2)

No.	$R(K\Omega)$	G من الجلفانوميتر	$I(mA)$ من الجدول	من الرسم	المقارنة
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

الأسئلة والمناقشة

1. ما الفرق بين الجهازين التاليين:
   - الأميتر
   - الجلفانوميتر
2. ما الهدف من توصيل مقاومة على التوازي مع الجلفانوميتر؟
3. احسبي قيمة r_s المتصلة مع الجلفانوميتر؟
4. هل قيمة r_s التي حسبتيها كبيرة أم صغيرة ؟ وضحي إجابتك.
5. لماذا قيم التيار المستنتجة من الرسم أكبر من القيم المأخوذة من جهاز الأميتر عند نفس قيمة المقاومة؟
6. إذا طُلب منك استخدام الجلفانوميتر كفولتميتر فكيف يمكنك ذلك؟

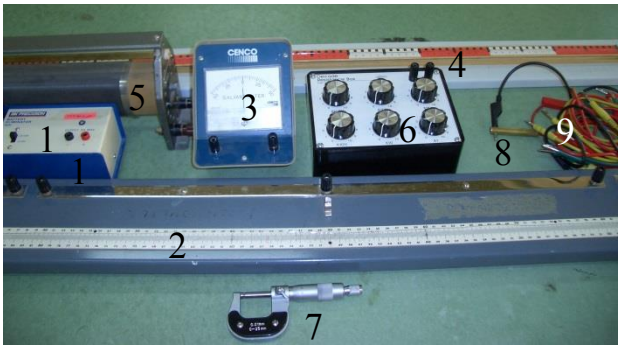
المقاومة النوعية

الغرض من التجربة:

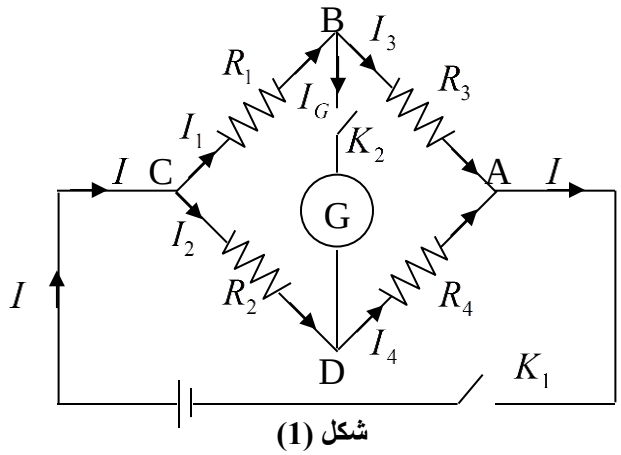
1. قياس مقاومة مجهولة لسلك معدني.
2. حساب المقاومة النوعية للسلك المعدني والتي تميز مادة عن مادة أخرى.

الأدوات:

1. مصدر كهربي مستمر (بطارية).
2. قنطرة مترية.
3. جلفانومتر.
4. سلك مقاومة مجهولة و طوله(1m).
5. مقاومة متغيرة (ريوستات).
6. صندوق مقاومات.
7. ميكروميتر لقياس قطر السلك.
8. زالق.
9. أسلاك توصيل .



النظرية:



شكل (1)

تقوم نظرية القنطرة المترية على مبدأ جسر (قنطرة) ويتستون والتي تتكون كما بالشكل (1) من أربع مقاومات متصلة في ترتيب تسلسلي على أضلاع معين.

وتحسب قيمة المقاومة المجهولة من العلاقة :

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4} \qquad (1)$$

والقنطرة المترية هي أبسط صورة لقنطرة ويتستون وهي كما يتضح في رسم الدارة الكهربائية أدناه عبارة عن سلك منتظم المقطع طوله متر واحد ومشدود على مسطرة خشبية، وتوصل المقاومة المجهولة R_x وهي عبارة عن سلك طوله L ومساحة مقطعه $A = \pi r^2$ (حيث r نصف قطر السلك ويقاس بوحدة m) مع إحدى نهايتي سلك القنطرة أما المقاومة المعلومة والتي هي عبارة عن صندوق مقاومات R_B توصل مع النهاية الأخرى. ويوصل الجلفانومتر بزالق نحاسية يمكن تحريكها على السلك المشدود للحصول على وضع الاتزان (المؤشر على صفر التدريج) ومن المعادلة السابقة ينتج أن (1):

$$\frac{R_X}{R_B} = \frac{L_1}{L_2} \qquad (2)$$

وبمعلومية R_B وطول L_2, L_1 يمكن تعيين قيمة المقاومة المجهولة R_x.

وإذا كان المطلوب تعيين المقاومة النوعية ρ للمقاومة R_x نستخدم المعادلة التالية:

$$\rho = \frac{R_x A}{L}$$

حيث:

$$R \alpha L/A$$

$$R = \rho L/A$$

ρ المقاومة النوعية لمادة السلك، تقاس بوحدة $\Omega \cdot m$ وتُعرّف بأنها مقاومة سلك طوله $1m$ ومساحة مقطعه $1m^2$.

R_x هي المقاومة المجهولة، تقاس بوحدة Ω.

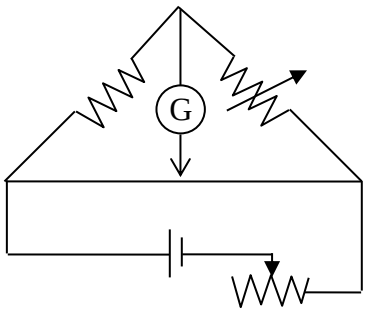
L طول السلك المجهول، تقاس بوحدة m.

A مساحة مقطعه، تقاس بوحدة m^2.

الاحتياطات:

1. عدم حك الزالق على سلك القنطرة المترية حتى لا يسخن.
2. قيسي الطول L_1 من الطرف المتصل بالمقاومة المجهولة R_x.

الدارة الكهربائية:



شكل (1)

خطوات العمل:

1. صلي الدارة كما هو موضح في الشكل (1).
2. خذي قيمة مناسبة من صندوق المقاومات R_B وحددي طول السلك (L) المطلوب حساب مقاومته الكهربية وذلك بتقسيمه إلى عشرة قراءات متساوية ثم ضعي الزالق على طرفي سلك القنطرة وتأكدي أن الجلفانومتر ينحرف في اتجاهين متعاكسين، و هذا يسمى اختبار الاتزان.
3. حركي الزالق على سلك القنطرة حتى تحصلي على وضع الاتزان عندما يشير الجلفانومتر إلى الصفر، ثم سجلي الطولين L_1, L_2 .

حيث أن :

L_1 الطول من بداية سلك القنطرة حتى الاتزان.

L_2 الباقي من سلك القنطرة .

4. غيري في قيمة L والمقاومة R_B اذا لزم واحصلي على وضع الاتزان ثم سجلي القيم الجديدة لـ L_1, L_2 ، ملحوظة: إذا كان الاتزان عند أحد الأطراف فلا بد من تغيير قيمة R_B للحصول على الاتزان المناسب.
5. كرري الخطوة السابقة وسجلي النتائج في الجدول رقم (1).
6. ارسمي العلاقة البيانية بين R_x و L واحسبي ميل المستقيم كما في الشكل (2).
7. قيسي قطر السلك باستخدام الميكروميتر ثم احسبي مساحة مقطعه.
8. احسبي المقاومة النوعية للسلك (مقاومته R_x) باستخدام المعادلة التالية:

$$\rho = Slope \times A$$

النتائج:

جدول (1)

No.	$L\ (cm)$	$R_B(\Omega)$	$L_1(cm)$	$L_2(cm)$	$R_x = \frac{R_B L_1}{L_2}(\Omega)$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

قطر السلك: $d = \ldots\ldots\ mm$

نصف قطر السلك: $r = \ldots\ldots\ldots mm = \ldots\ldots\ldots m$

مساحة مقطعه: $A = \pi r^2 = \ldots\ldots\ldots m^2$

ميل المستقيم بعد التحويل: $Slope = \ldots\ldots\ldots \Omega/m$

المقاومة النوعية للسلك: $\rho = \frac{R_x A}{L} = Slope \times A = \ldots\ldots\ldots \Omega \cdot m$

الأسئلة والمناقشة

1. ما العلاقة بين المقاومة الكهربائية والشكل الهندسي لمادة موصلة؟
2. عرفي المقاومة النوعية, وما وحدتها؟
3. ما الفرق بين القنطرة المترية وجسر ويتستون؟ وما الهدف من استخدامهما في الدوائر الكهربائية؟
4. عند الوصول إلى حالة الاتزان فسري القراءة الصفرية للجلفانوميتر؟
5. من ضمن احتياطات التجربة عدم حك الزالق بسلك القنطرة المترية . برأيك ما السبب في طرح مثل هذا التحذير؟
6. ما الهدف من رسم العلاقة بين L و R_x ؟

ثابت رايدبيرج

الغرض من التجربة:

1. قياس الأطوال الموجية لخطوط سلسلة بالمر لذرة عنصر لهيدروجين عن طريق المعايرة (وذلك باستخدام طيف الهيليوم)
2. تعيين قيمة ثابت رايدبيرج.

الأدوات :

1. مطياف.
2. لمبة الهيليوم.
3. لمبة بالمر(نظير الهيدروجين).
4. مصادر قدرة للمبات الطيف.
5. مصباح كهربائي.

مطياف مع منشور

النظرية:

أثبتت النظرية الذرية الحديثة أنه عند انبعاث الضوء يتم إصدار طيف خطي وهذا الطيف إما يكون طيف امتصاص أو طيف انبعاث، وهذه الأطياف خطية وليست مستمرة. وفي حالة وجود ذرة ما تم إثارتها (بمنح طاقة لها) فإن الإلكترون سوف ينتقل إلى مستوى طاقة أعلى ثم يعود إلى حالته الأولى مع انبعاث فوتون ذو طاقة مساوية تماماً للفرق بين طاقتي المستويين.

في دراستنا لذرة الهيدروجين نقول أنه عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل يتم إصدار فوتون وبحساب طاقة هذا الفوتون المنبعث من ذرة الهيدروجين نكون قد حسبنا الفرق بين مستويين من مستويات طاقة ذرة الهيدروجين وبالتالي نستطيع أن نحسب الطول الموجي للفوتون المنبعث فيصبح شكل العلاقة كالتالي:

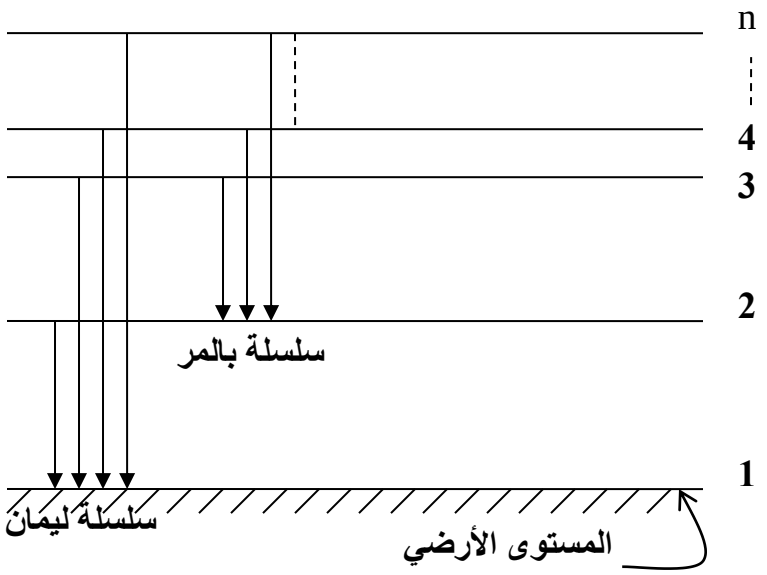
$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \quad \ldots\ldots (2)$$

حيث R_H هو ثابت رايدبيرج،

n_i : مستوى (مدار) الطاقة الابتدائي

n_f : مستوى (مدار) الطاقة النهائي مستويات

ويوضح الشكل التالي مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين:



حيث يتضح من الشكل أن هناك انتقالات مختلفة بين مستويات عديدة وتأخذ هذه الانتقالات مسميات مختلفة استنادا إلى العدد الكمي الرئيسي **(n)** وما يهمنا في تجربتنا هذه هي سلسلة بالمر والتي تشمل الانتقالات التي تتم بين المستويات : $n_i \geq 3$ إلى $n_f = 2$ ، حيث نكتب العلاقة (2) في هذه الحالة على النحو التالي:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) \qquad \text{حيث} \quad n_i = 3,4,5,.....$$

الاحتياطات:

1. أن تكون فتحة المجمع مناسبة (لماذا؟).
2. أن تكون خطوط الطيف متعامدة مع التدريج.
3. تزويد لمبة الطيف بغطاء لحمايتها من الكسر وكذلك لأن الكوارتز غالبًا يصدر إشعاعًا كهرومغناطيسيًا فوق بنفسجي ذا طول موجي قصير لهذا لا بد من تفادي لمس الزجاج.

خطوات العمل:

1. نوصل لمبة طيف غاز الهيليوم بمصدر الجهد الكهربائي $220V$.
2. نشاهد الطيف من خلال ذراع التلسكوب، ستظهر لك خطوط دقيقة وتفصل بينها مناطق مظلمة.
3. باستخدام المصباح وتسليطه على ذراع التدريج يمكنك رؤية التدريج الذي تتعامد معه هذه الخطوط. حددي قراءة التدريج المقابلة لكل لون وسجلي ذلك في جدول (1).
4. نرسم العلاقة البيانية بين التدريج والطول الموجي لألوان طيف الهيليوم (للحصول على منحنى المعايرة).
5. نستبدل لمبة طيف ذرة الهيليوم بأنبوبة بالمر، ثم نلاحظ طيف ذرة الهيدروجين.
6. نقوم بتعيين التدريج لألوان طيف ذرة الهيدروجين (سلسلة بالمر) وهي: أحمر، أزرق مخضر، أزرق، بنفسجي، وتدوينها في جدول (2).
7. تعيين الأطوال الموجية لألوان سلسلة بالمر السابقة باستخدام منحنى المعايرة الذي تم الحصول عليه في الخطوة (4) وتدوينها في جدول (2).
8. حساب ثابت رايدبيرج باستخدام الجدول رقم (2) وتطبق العلاقة التالية لكل لون من ألوان سلسلة بالمر:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\mathbf{R_H} = \frac{1}{\lambda \times 10^{-10}\,(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\mathrm{n}^2})}$$

9. احسبي متوسط ثابت رايدبيرج .
10. احسبي نسبة الخطأ المئوية لقيمة ثابت رايدبيرج إذا علمتِ القيمة الحقيقية :

$$R_H = 1.0974 \times 10^7\, m^{-1}$$

جدول (1): طيف ذرة الهيليوم

No.	الألوان	الطول الموجي القياسي $\left(\overset{0}{A}\right)$	الطول الموجي بعد التقريب $\left(\overset{0}{A}\right)$	التدريج من المطياف (cm)
1	أحمر ضعيف	7065.19		
2	أحمر	6678.15		
3	أصفر	5876.87		
4	أخضر ضعيف	5047.74		
5	أخضر	5015.67		
6	أخضر مزرق	4921.93		
7	أزرق غامق	4713.14		
8	أزرق نيلي	4471.45		
9	بنفسجي	4387.93		

جدول (2): طيف الهيدروجين

No.	الألوان	رقم المدار	المسافة على التدريج (cm)	الطول الموجي من منحنى المعايرة $\left(\overset{0}{A}\right)$	$R_H\left(m^{-1}\right)$
1	أحمر	3			
2	أزرق مخضر	4			
3	أزرق	5			
4	بنفسجي	6			

الأسئلة والمناقشة

1. عرفي ظاهرة تشتت الضوء بواسطة المنشور؟
2. ما هي العلاقة بين معامل انكسار الضوء والطول الموجي؟
3. مامعنى الطيف المستمر والطيف الخطي.
4. هل تنحرف الأطوال الموجية الطويلة أكثر أم القصيرة؟
5. ما سبب ظهور الألوان مرتبة ابتداءً من اللون الأحمر إلى البنفسجي؟
6. صفي جهاز المطياف.

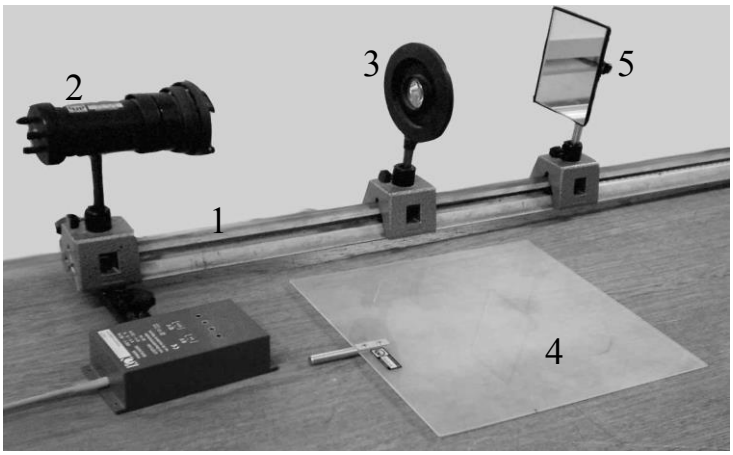
تعيين البعد البؤري لعدسة

الغرض من التجربة:

1. تعيين البعد البؤري لعدسة محدبة.
2. حساب قدرة العدسة.
3. حساب التكبير في العدسات.

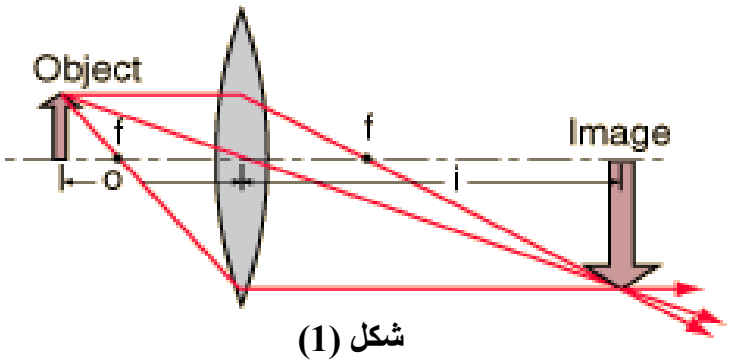
الأدوات:

1. منضدة ضوئية.
2. مصدر ضوئي.(يحمل جسم)
3. عدسة مجمعة (محدبة).
4. حائل.
5. مرآة مستوية.



النظرية:

العدسة عبارة عن أداة بصرية تصنع من مادة تسمح بنفاذ الضوء ذات سطح كروي واحد أو سطحين كرويين، يوجد نوعان من العدسات فهي إما أن تكون مجمعة (Converging) أو مفرقة (Diverging), ويكون سمك العدسة المجمعة في منتصفها أكبر منه عند طرفيها, وينفذ الضوء الساقط على أحد أوجه العدسة المجمعة من الوجه الأخر منكسراً نحو محورها البصري Principal axis والذي هو عبارة عن الخط المستقيم الذي يمر بمركزي تكور الكرتين المكونتين لسطحي العدسة وتوجد نقطة في منتصف العدسة تسمى بالمركز البصري M وهي النقطة التي إذا مر بها شعاع ضوئي فإنه لا ينكسر. وللعدسة المحدبة بؤرة أصلية حقيقة F Primary Focal point وهي عبارة عن النقطة التي تتجمع فيها الأشعة الساقطة الموازية للمحور البصري والقريبة منه بعد انكسارها في العدسة, بينما العدسة المفرقة لها بؤرة خيالية Imaginary Focal F' Point، انظري الشكل (1).



شكل (1)

وتسمى المسافة بين البؤرة الأصلية والمركز البصري للعدسة بالبعد البؤري للعدسة ويرمز لها بالرمز f .

ويمكن حساب البعد البؤري من القانون العام للعدسات : $\frac{1}{f}=\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}$

حيث:

f : البعد البؤري للعدسة، وحدته المتر m.

s : المسافة بين الجسم والعدسة، وحدتها المتر m.

s' : المسافة بين صورة الجسم والعدسة، وحدتها المتر m.

وتعرف قدرة العدسة P على أنها مقلوب البعد البؤري: $P = \frac{1}{f}$

وتكون f عادةً مقاسة بالمتر فتكون وحدة P هي الديوبتر dioptre.

$$1dioptre = 1m^{-1}$$

ويمكن حساب التكبير من المعادلة:

$$M = \frac{-s'}{s}$$

الاحتياطات:

1. إجراء التجربة في مكان مظلم قدر الإمكان للحصول على أفضل صورة.
2. أن تكون كل الأدوات على نفس المستوى.

خطوات العمل:

هناك عدة طرق لحساب البعد البؤري للعدسة وفي هذه التجربة سنستخدم طريقتين:

الطريقة الأولى(الانعكاس): طريقة انطباق الصورة على المصدر الضوئي نفسه أي أن $s = f$ وتعتمد هذه الطريقة أساساً على أن يكون المصدر الضوئي في بؤرة العدسة وبذلك تخرج الأشعة من المصدر متفرقة وتسقط على العدسة فتنكسر الأشعة الساقطة وتخرج موازية للمحور البصري وعند وضع مرآة مستوية خلف العدسة فإن الأشعة تنعكس مرة أخرى على العدسة ثم تتجمع في بؤرة العدسة مكونة صورة حقيقة للمصدر الضوئي منطبقة على المصدر (لماذا؟).

خطوات العمل:

1. ضعي العدسة بين المرآة المستوية والجسم(حددي موقع الجسم).
2. حركي العدسة والمرآة المستوية معًا حتى تحصلي على أوضح صورة للمصدر الضوئي منطبقة على موقع الجسم.
3. قيسي المسافة بين الجسم والعدسة لتحصلي على البعد البؤري f .
4. أعيدي الخطوات (2) و(3) مرتين ثم احسبي متوسط البعد البؤري.
5. احسبي قدرة العدسة من متوسط للبعد البؤري (f_{avg}).

6. احسبي نسبة الخطأ المئوية في البعد البؤري (من أين نحصل على القيمة الحقيقية للبعد البؤري؟).

جدول (1)

$f_1(cm)$	$f_2(cm)$	$f_3(cm)$	$f_{avg}(cm)$	$P = 100/f\ (diopter)$

الطريقة الثانية(الانكسار): تعرف هذه الطريقة بالطريقة العامة وهي الطريقة الأكثر دقة لتعيين البعد البؤري وفيها تثبت العدسة في الحامل وتكون ما بين المصدر الضوئي والحائل ويتم تحريك العدسة من مكانها حتى نحصل على صورة حقيقية مصغرة للمصدر الضوئي .

خطوات العمل:

1. ضعي العدسة بين الجسم والحائل .
2. ضعي العدسة في مكان ما وحركي الحائل حتى تحصلي على صورة واضحة للجسم على الحائل (صورة مصغرة).
3. قيسي بعد الجسم s (المسافة بين العدسة و الجسم) وبعد الصورة s' (المسافة بين العدسة والحائل) (ما فائدة المنضدة الضوئية؟) سجلي النتائج في الجدول (2) .
4. أعيدي الخطوات (2) و(3) خمس مرات .
5. ارسمي العلاقة البيانية بين $1/s$ و $1/s'$ (لا تقومي بكسر المحاور , بل إبدأي من الصفر).
6. أوجدي الجزء المقطوع من المحور السيني $1/s = 1/f_1$ والجزء المقطوع من المحور الصادي $1/s' = 1/f_2$ ، البعد البؤري هو متوسط f_1 و f_2 .
7. قارني بين قيم البعد البؤري التي حصلت عليها.
8. احسبي الخطأ.
9. احسبي قوة العدسة.

جدول (2)

No.	$s(cm)$	$s'(cm)$	$\frac{1}{s}(cm^{-1})$	$\frac{1}{s'}(cm^{-1})$
1				
2				
3				
4				
5				

الأسئلة والمناقشة

1. عرفي: البعد البؤري, المركز البصري, الديوبتر؟
2. فيم تستخدم العدسات؟

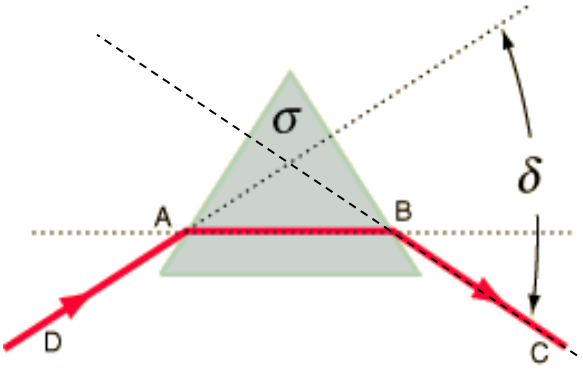
تعيين معامل الإنكسار

الغرض من التجربة:

1. دراسة العلاقة بين زاوية السقوط وزاوية الانحراف.
2. تعيين زاوية الانحراف الصغرى للمنشور.
3. حساب معامل انكسار الزجاج باستخدام زاوية الانحراف الصغرى.

الأدوات:

1. منشور زجاجي ثلاثي الأوجه.
2. مصدر ضوئي.
3. أوراق بيضاء.
4. قلم رصاص.
5. منقلة.
6. مسطرة.



الشكل (1)

النظرية:

كما هو معلوم بأن الشعاع الضوئي عند انتقاله بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية فإنه ينحرف عن مساره كما هو موضح بالشكل (1) حيث أن الشعاع DA الساقط على أحد أوجه المنشور ثم خرج من الوجه الأخر مغيرا مساره إلى المسار BC بزاوية δ.

والزاوية δ المحصورة بين امتدادات مسار الشعاع الساقط DA والشعاع الخارج BC تسمى بزاوية الانحراف وتتغير قيمة زاوية الانحراف بتغير زاوية السقوط حيث أنه كلما زادت زاوية السقوط كلما قلت زاوية الانحراف(علاقة عكسية) حتى تصل إلى قيمه معينه تبدأ بعدها زاوية الانحراف بالزيادة كلما زادت زاوية السقوط. وتسمى أقل قيمه لزاوية الانحراف بزاوية الانحراف الصغرى أو بما تعرف بزاوية النهاية الصغرى للانحراف ويرمز لها بالرمز δ_m.

ويمكن حساب معامل الانكسار لمنشور زجاجي بدلالة زاوية الانحراف الصغرى وذلك من العلاقة:

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\phi + \delta_m}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\phi}{2}\right)} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ϕ هي زاوية رأس المنشور وتساوي 60^o في حالة المثلث المتساوي الأضلاع.

الاحتياطات:

1. التأكد من نظافة أوجه المنشور.
2. استخدام قلم رصاص رفيع السن أثناء الرسم.
3. ويفضل العمل في مكان مظلم.

خطوات العمل :

1. ارسمي المنشور على ورقة بيضاء بقلم رصاص رفيع السن بحيث تكون قاعدة المنشور موازية لطول الورقة ويكون رأس المنشور لأعلى.
2. ارفعي المنشور من مكانه، عودي للمنشور المرسوم على الورقة:
   - اختاري أحد الأضلاع ليمثل السطح الفاصل بين الوسطين(الهواء والزجاج).
   - حددي النقطة A القريبة من منتصف الضلع.
   - ثم ارسمي عموداً من هذه النقطة على هذا السطح(يصنع زاوية قدرها $90°$ مع هذا السطح).
3. ارسمي مسارًا للشعاع الساقط DA بزاوية قدرها $\theta = 35°$.
4. أعيدي المنشور إلى وضع السابق على الورقة وسلطي عليه الشعاع الضوئي بحيث يكون منطبق على الشعاع الساقط DA.
5. انظري من الجهة الأخرى للمنشور وحددي الشعاع النافذ ثم ارفعي المنشور من مكانه.
6. مدي الشعاع الساقط والشعاع النافذ حتى يلتقيان.
7. قيسي الزاوية المحصورة بين الامتدادات وهي زاوية الانحراف δ .
8. أعيدي الخطوات من (1) إلى (5) على ورقه أخرى أو على نفس الورقة ولكن في مكان أخر وذلك لزوايا سقوط مختلفة كما هو موضح في الجدول (1).
9. ارسمي العلاقة البيانية بين زاوية السقوط θ وزاوية الانحراف δ ثم من الرسم حددي زاوية الانحراف الصغرى δ_m في جدولك.
10. احسبي قيمة معامل الانكسار باستخدام زاوية الانحراف الصغرى التي حصلت عليها باستخدام العلاقة (1).
11. احسبي نسبة الخطأ المئوية لمعامل الانكسار إذا علمت أن قيمة معامل الانكسار للزجاج هي $n = 1.50$

الجدول -1-

No.	زاوية السقوط $\theta(\text{deg})$	زاوية الانحراف $\delta(\text{deg})$
1	35°	
2	40°	
3	45°	
4	50°	
5	55°	

الأسئلة والمناقشة

1. عرفي ما يلي:
   - الانكسار.
   - الشعاع الساقط.
   - زاوية الانحراف وزاوية الانحراف الصغرى.
2. ما هي شروط الحصول على زاوية الانحراف الصغرى؟
3. اذكري القانون المستخدم في تعيين معامل الانكسار للمنشور مع توضيح دلالات الرموز المستخدمة؟
4. عرفي معامل الانكسار لماده زجاجية؟

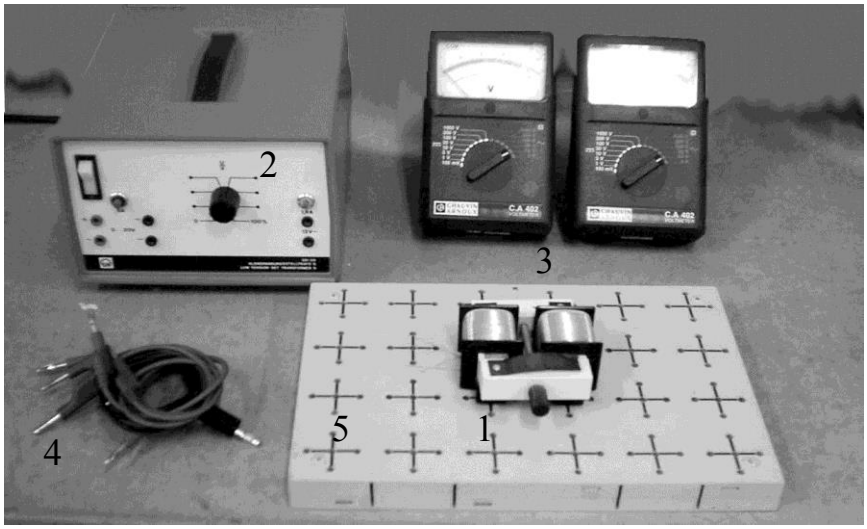
المحول الكهربائي

الغرض من التجربة:

تعيين نسبة فرق الجهد في الملف الثانوي V_2 إلى فرق الجهد في الملف الابتدائي V_1 ومقارنتها مع نسبة عدد لفات الملف الثانوي N_2 إلى عدد لفات الملف الابتدائي N_1 بطريقتين.

الأدوات:

1. محول كهربائي.
2. مصدر للتيار المتردد.
3. فولتميتر(العدد 2).
4. أسلاك توصيل.
5. لوحة توصيل.



النظرية:

أ) وصف المحول الكهربائي:

حل التيار المتردد مكان التيار المستمر في استخدامات كثيرة بسبب المحول الكهربائي. وتستخدم هذه الأداة الكهربائية التيار المتردد لرفع الجهد أو خفضه وذلك حسب الحاجة، وهذا التحويل يساهم في نقل الطاقة الكهربائية إلى مسافات كبيرة من محطات توليدها. وبهذا نتمكن من تشغيل أجهزة تتطلب فروق جهد مختلفة دون استهلاك كبير للطاقة. الشكل الأساسي للمحول الكهربائي يظهر في الشكل (2). فهو يتكون من ملفين من معدن النحاس أو خلائط النحاس ويتم لفّهما على شكل أسلاك ذات أنصاف أقطار معلومة حول قلب من الحديد المطاوع على شكل شرائح يفصلها عن بعضها البعض مادة عازلة كالمايكا. نعتبر أحدهما الملف الابتدائي (primary coil) ويكون عدد لفاته N_1 و فرق الجهد بين طرفيه هو جهد الدخل (V_1) أو الجهد الابتدائي ويغذي هذا الملف مصدر للتيار المتردد و الملف الآخر هو الملف الثانوي (secondary coil) وعدد لفاته N_2 و فرق جهده (V_2) هو جهد الخرج أو الجهد الثانوي. ورمز المحول الكهربائي في الدارات الكهربائية موضح في الشكل (1).

ب) نظرية العمل:

إذا وصل طرفا الملف الابتدائي بمصدر له جهد متردد فإن التيار المار فيه سينتج مجالا مغناطيسيا متغيرا في قلب المحول، وسيمر هذا المجال المغناطيسي خلال الملف الثانوي وعندها يستحث توليد قوة دافعة كهربية مترددة في الملف الثانوي (لها نفس تردد المصدر) بسبب تغير المجال المغناطيسي.

وفكرة عمل المحول الكهربائي مبنية على فهم أساسيات الحث الكهرومغناطيسي من قانون فاراداي. لذلك نجد أن المحولات الكهربائية تصمم بحيث يمر كل الفيض الكهربائي الذي ينتجه الملف الابتدائي خلال الملف الثانوي.

شكل (1): رمز المحول الكهربائي

وتكون النسبة بين جهد الخرج إلى جهد الدخل هي:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

ج) <u>أنواع المحولات</u>:

1- محول رافع للجهد (step-up transformer): يكون المحول رافعاً للجهد عندما يكون عدد لفات الملف الثانوي أكبر منها في الملف الابتدائي و تصبح العلاقة بين الملفين على النحو التالي:

$$N_2 > N_1$$

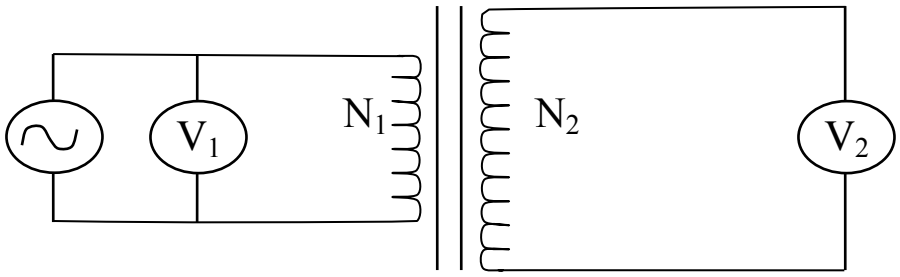
ويمكننا أن نتحكم عملياً بنسبة الرفع المطلوب، كأن تكون مثلاً: $N_2 : N_1 \rightarrow 2:1$

2- محول خافض للجهد(step-down transformer): يكون المحول خافضاً للجهد عندما يكون عدد لفات الملف الثانوي أقل من عددها في الملف الابتدائي وبذلك تصبح العلاقة بين الملفين على النحو التالي:

$$N_1 > N_2$$

ويمكننا أيضاً أن نتحكم بنسبة التخفيض المطلوبة كأن تكون مثلاً: $N_2 : N_1 \rightarrow 1:2$ وهكذا. أما إذا كانت النسبة $(1:1)$ فإن المحول يفقد وظيفته ويكون غير صالح للاستعمال.

<u>الدارة الكهربائية</u>:



شكل (2): دارة توصيل المحول الكهربائي

الاحتياطات:

1. عدم الخلط بين الملفين أثناء الاستعمال.
2. يجب أن نجعل جهد المصدر عند الصفر في بداية ونهاية التجربة.
3. تسجيل القراءات بحيث يكون مستوى الإبصار عمودي على مستوى مؤشر الفولتميتر.

خطوات العمل:

1. صلي الدارة الكهربائية كما هو مبين بالشكل رقم (2).
2. أديري مفتاح مصدر الجهد المتردد ثم قومي بوضع جهد الدخل V_1 على قيمة مناسبة باستخدام الفولتميتر الأول مبتدأه من الصفر بحيث يمكنك زيادتها تدريجياً لتحصلي على مجموعة من القراءات المناسبة .
3. ابدئي الآن بزيادة مقدار جهد الدخل و دوني جهد الخرج V_2 في جدول (1)، كرري ذلك عشر مرات. بإمكانك الآن تحديد نوع المحول.
4. ارسمي العلاقة بيانياً بين V_2 و V_1 .
5. بعد أن حصلت على مقدار الميل من الخط البياني، قارني النتيجة مع النسبة N_2/N_1 بين عددي لفات الملف الثانوي و الابتدائي واحسبي نسبة الخطأ. ماذا تلاحظين؟
6. اعكسي الآن موضع الملفين بحيث يصبح الابتدائي ثانوياً و الثانوي ابتدائيا، ثم كرري التجربة ودوني ملاحظاتك في جدول (2). ماذا تستنتجين؟

جدول (1)

نوع المحول ( )

No.	$V_1(volt)$	$V_2(volt)$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

$\frac{N_2}{N_1} =$

Slope =

جدول (2)

نوع المحول ( )

No.	$V_1(volt)$	$V_2(volt)$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

$\frac{N_2}{N_1} =$

Slope =

الأسئلة والمناقشة

1. ما الفرق بين الفيض المغناطيسي و المجال المغناطيسي؟ وما هي وحدة كل منهما؟
2. كيف نحصل على تيار كهربائي بدون التوصيل بمصدر ما؟
3. لماذا تمدنا مراكز توليد الطاقة الكهربائية بالتيار المتردد فقط؟
4. ما فائدة القلب الحديدي الذي يلف حوله الملفان الابتدائي والثانوي؟
5. لماذا يسخن المحول الكهربائي أثناء الاستخدام؟
6. ما هو جهد الخروج للمحول عند استخدام مصدر للتيار المستمر؟

القوة الدافعة الكهربائية

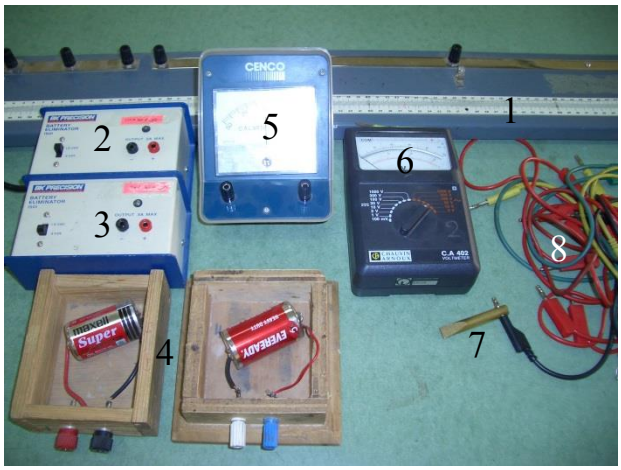
الغرض من التجربة:

باستخدام مقياس الجهد :

1. قياس القوة الدافعة الكهربائية لبطارية.
2. المقارنة بين القوة الدافعة الكهربائية لبطاريتين.

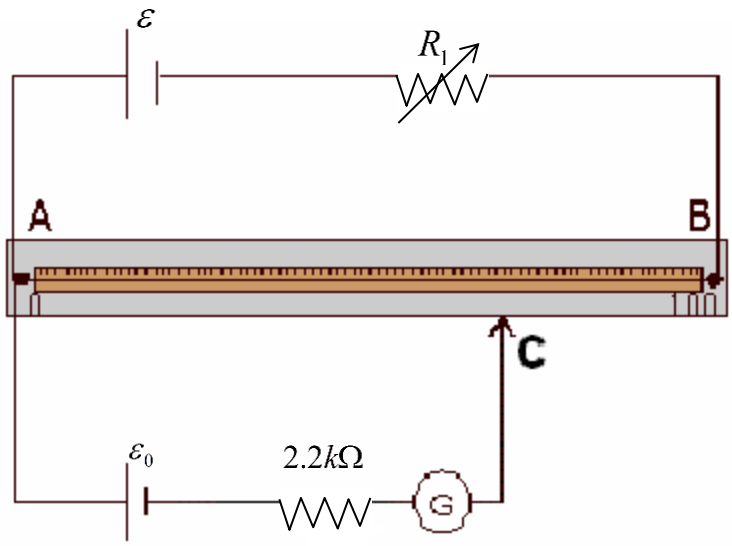
الأدوات:

1. مقياس الجهد.
2. بطارية ذات قوة دافعة كهربية مرتفعة E.
3. بطارية عيارية E_0.
4. بطاريتين قوتهما الدافعة الكهربائية مجهولة.
5. جلفانوميتر.
6. فولتميتر
7. زالق.
8. أسلاك توصيل.
9. صندوق مقاومات.
10. مقاومة $2.2k\Omega$.



النظرية:

يتكون مقياس الجهد في أبسط أشكاله من سلك طوله متر مشدود ومثبت من طرفيه على قاعدة خشبية مدرجة، ومساحة مقطع السلك منتظمة.



شكل (1)

فإذا وصلت بطارية عيارية قوتها الدافعة الكهربائية ε_0 في الدائرة الكهربائية كماهو مبين في الشكل (1) (مع ضرورة توصيل القطبين الموجبين بالنقطة A) وحركنا السلك المنزلق المتصل مع الجلفانوميتر حتى أشار مؤشر الجلفانوميتر إلى الصفر فإن فرق الجهد بين النقطتين A و C يكون مساوياً ومعاكساً القوة الدافعة الكهربائية للبطارية العيارية ε_0، فإن طول السلك AC الذي حدث عنده الاتزان هو L_0

وإذا أُستبدلت البطارية العيارية ε_0 بأخرى قوتها الدافعة الكهربائية ε_1 مجهولة وبحثنا عن نقطة الاتزان (بتحريك المنزلق) وانعدم التيار في الجلفانوميتر عند طول جديد $L_1 = AC_1$:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} = \frac{L_1}{L_0}$$

أي أنه يمكن حساب القوة الدافعة الكهربائية ε_1 بمعرفة ε_0 وقياس كل من L_1 و L_0.

أما إذا كانت ε_0 مجهولة القيمة فإنه بالإمكان إيجاد النسبة بين القوتين الدافعتين الكهربائيتين للبطاريتين بإيجاد النسبة بين الطولين L_1 و L_0 وبصورة عامة فإن:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

حيث ε_1 و ε_2 هما القوتان الدافعتان الكهربائيتان للبطاريتين و L_1 و L_2 هما الطولان اللذان حصل عندهما الاتزان عند توصيل البطاريتين ε_1 و ε_2 على الترتيب وهكذا يمكن المقارنة بين القوتين الدافعتين الكهربائية للبطاريتين.

الاحتياطات:

4. عدم حك الزالق على سلك مقياس الجهد.
5. التأكد من أن جهد البطارية ε أكبر منه لبقية البطاريات.

خطوات العمل:

- **قياس القوة الدافعة الكهربائية لبطارية:**

1. صلي الدائرة كما هو موضح بالشكل (1) مستخدمة البطارية العيارية ε_0، اضبطي ε على 3V .
2. أدخلي مقاومة 5Ω في صندوق المقاومات R_1 .
3. حركي الزالق على سلك مقياس الجهد حتى تحصلي على الاتزان (أي يعود مؤشر الجلفانوميتر إلى الصفر).
4. حددي طول السلك الذي حصل عنده الاتزان وليكن L_0 وسجلي نتائجك في الجدول (1).
5. كرري الخطوتين السابقتين 4مرات بإنقاص المقاومة R_1 بمقدار 1Ω كل مرة.
6. استبدلي البطارية العيارية بالبطارية المجهولة القيمة (البطارية الجافة) ولتكن ε_1 .
7. مرة أخرى حركي الزالق على سلك مقياس الجهد حتى تحصلي على الاتزان.
8. حددي طول السلك الذي حصل عنده الاتزان وليكن L_1 وسجلي نتائجك في الجدول (1).
9. كرري الخطوتين السابقتين 4مرات بإنقاص المقاومة R_1 بمقدار 1Ω كل مرة.

10.قيسي القوة الدافعة الكهربائية للبطارية العيارية بواسطة الفولتميتر.

11.احسبي القوة الدافعة الكهربائية للبطارية المجهولة ε_1 لكل خطوة باستخدام العلاقة:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_0 \frac{L_1}{L_0}$$

12.احسبي متوسط القوة الدافعة الكهربائية للبطارية ε_1.

جدول (1)

$\varepsilon_0 = \ldots\ldots\ldots Volt$

No	$R_1(\Omega)$	$L_0(cm)$	$L_1(cm)$	$\varepsilon_1 = \varepsilon_0 L_1 / L_0 \quad (Volt)$
1				
2				
3				
4				
5				

المقارنة بين القوة الدافعة الكهربائية لبطاريتين:

1. سجلي نتائج L_1 في الجدول (2) باستخدام الجدول (1) .
2. ضعي ε_2 بدلاً من ε_1 .
3. أدخلي مقاومة 5Ω في صندوق المقاومات R_1.
4. حركي الزالق على سلك مقياس الجهد حتى تحصلي على الاتزان .
5. حددي طول السلك الذي حصل عنده الاتزان وليكن L_2 وسجلي نتائجك في الجدول (2).
6. كرري الخطوتين السابقتين 4مرات بإنقاص المقاومة R_1 بمقدار 1Ω كل مرة.

7. احسبي النسبة بين القوتين الدافعتين ε_1 و ε_2 لكل خطوة باستخدام العلاقة :

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

8. احسبي متوسط $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$.

9. ارسمي العلاقة بين L_1, L_2

10. أوجدي الميل.

11. قارني بين الميل ومتوسط النسبة المحسوب سابقا.

جدول (2)

No	$L_1(cm)$	$L_2(cm)$	$\varepsilon_1/\varepsilon_2 = L_1/L_2$
1			
2			
3			
4			
5			

الأسئلة والمناقشة

1. وضحي فكرة عمل مقياس الجهد؟
2. كيف يستخدم مقياس الجهد لتعيين قيمة قوة دافعة مجهولة؟
3. في دائرة مقياس الجهد يجب التأكد أن الأقطاب الكهربية متصلة بالنقطة المشتركة من نفس النوع، لماذا؟
4. تنحرف إبرة الجلفانومتر في اتجاهين متضادين عند تحريك الزالق إلى نقطتين حول نقطة الاتزان على سلك مقياس الجهد، لماذا؟

الفهرس

معامل الفيزياء العامة س ج 1

الجزء الأول: مقدمة

1 القياسات والأخطاء 6

2 كتابة البيانات العملية 10

3 التمثيل البياني لنتائج القياس 14

4 بعض أجهزة القياس 19

الجزء الثاني: التجارب العملية

قانون أوم 27

راسم الاهتزاز المهبطي 34

شحن المكثف 53

استخدام الجلفانومتر كأميتر 58

المقاومة النوعية 63

ثابت رايدبيرج 69

البعد البؤري لعدسة 75

معامل الانكسار 81

المحول الكهربائي 86

القوة الدافعة الكهربائية 93