جامعة مصراته

كلية الهندسة — القسم العام

فيزياء معمل

خطوات كتابة تقرير تجربة عملية

التقرير العملي: إن كتابة تقرير نموذجي لتجربة ما يعد جزءً مهمًا من العمل التجريبي إذ يمكن من خلاله التوصل إلى الأفكار والنظريات والنتائج المختبرية. ويمكن أن نعرف التقرير العملي على أنه عبارة عن كتابة وصفية حول ما قمت به من نشاط عملي أو تجريبي، ويجب أن يحتوي التقرير العملي على الأجزاء التالية أو معظمها:

1. **عنوان التجربة:** يكتب العنوان بشكل واضح ودقيق متضمنًا معلومات في صلب موضوع التجربة.
2. **المقدمة:** يقدم عرض حول موضوع التجربة يبرز من خلاله أهمية القيام بالتجربة الحالية.
3. **الهدف / الأهداف من التجربة:** يتضمن التساؤل أو المشكلة التي تحاول إيجادها أو سبب إجراء التجربة.
4. **الأدوات والمواد المستخدمة:** تذكر قائمة بالمعدات، الأجهزة، الأدوات التي تم استخدامها لإجراء التجربة.
5. **خطوات العمل:** تسلسل وتوصيف واضح لخطوات إجراء التجربة التي قمت بها ويفضل أن تحتوي على نموذج للأجهزة المستخدمة.
6. **النتائج:** تكتب هنا ما حصل في التجربة التي قمت بها أو ما تم قياسه، وتعرض النتائج من خلال جداول، ورسومات بيانية، مع ذكر العمليات الإحصائية إن استخدمت.
7. **المناقشة والخلاصة:** يفسر هنا ما تم الحصول عليه من نتائج، مع ذكر ما تعلمته من التجربة أثناء القيام بها كما تذكر الأخطاء إن وجدت وأسبابها.

تجربة (1): استخدام بعض أجهزة القياس الدقيقة

- **الغرض من التجربة:**

تعلم كيفية استخدام بعض أجهزة القياس التي نحتاجها لإجراء التجارب العملية.

- **الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

القدمة ذات الورنية – المايكروميتر – جهاز مقياس التكور (الأسفيوميتر) – جهاز قياس الجهد (الفولتميتر) – جهاز قياس شدة التيار (الأميتر) – ساعة الإيقاف – شريط قياس الطول.

- **الجانب النظري:**

1. **القدمة ذات الورنية:** هي أداة تستخدم لقياس السمك او العمق وكذلك أقطار الأشكال الاسطوانية أو أي تجويف يراد قياس المسافة الداخلية له، ولكن بدقة أقل من المايكروميتر.
2. **المايكروميتر:** هو أداة تستخدم لقياس سمك الأشياء بدقة عالية لحد المايكرون، وكذلك يستخدم لقياس انصاف أقطار الأشكال الكروية والاسطوانية بدقة عالية.
3. **جهاز مقياس التكور (الأسفيوميتر):** جهاز يقاس به مقدار تكور الأجسام وخصوصًا العدسات والمرايا، ومن ثم يمكن حساب نصف قطر الشكل الكروي التي تكون المرآة او العدسة جزءً منه، وتستخدم العلاقة التالية لقياس نصف قطر التكور (R):

$$R = \frac{h^2 + L^2}{2h}$$

حيث (h) ارتفاع أو انخفاض اللولب المحوري عن سطح القياس، (L) متوسط المسافة بين اللولب المحوري وأرجل الجهاز الثلاثة.

4. **جهاز قياس الجهد (الفولتميتر):** هو جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد بين أي نقطتين في الدائرة الكهربائية أو بين طرفي أي جهاز موصل بالدائرة الكهربائية (مقاومة مثلًا)، ويوصل بالدائرة الكهربائية على التوازي ويوجد منه نوعان أحدهما رقمي وآخر مؤشر.
5. **جهاز قياس شدة التيار (الأميتر):** هو جهاز يستخدم لقياس شدة التيار المارة في الدائرة الكهربائية، ويوصل بالدائرة الكهربائية على التوازي ويوجد منه نوعان أحدهما رقمي وآخر مؤشر.
6. **ساعة الإيقاف:** هي أداة تستخدم لقياس الزمن لفترات صغيرة بشكل دقيق جدًا.
7. **شريط قياس الطول:** هو أداة تستخدم لقياس الطول أو المسافات الصغيرة او الكبيرة بشكل دقيق.

تجربة (2): تعيين مقاومة الفولتميتر (مقياس الجهد)

- **الغرض من التجربة:**

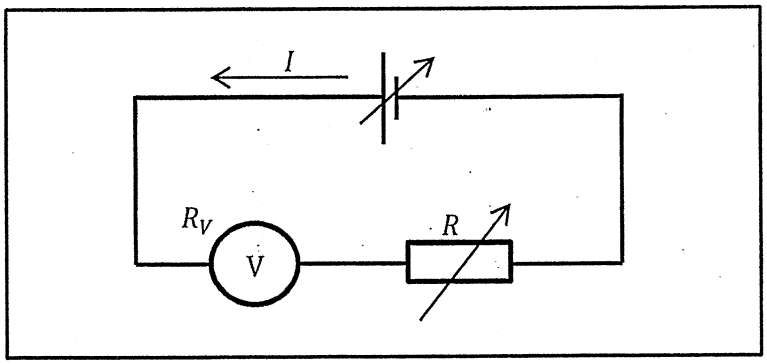
إيجاد قيمة مقاومة الفولتميتر (مقياس الجهد) (R_V)، وقيمة فولتية المصدر (V_S).

- **الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

جهاز قياس الجهد (الفولتميتر) – مصدر جهد مستمر – صندوق مقاومات بـ $(K\Omega)$ – أسلاك توصيل.

- **الجانب النظري:**

الشكل (1) يوضح دائرة كهربائية مكونة من مصدر جهد مستمر، مقاومة خارجية من صندوق المقاومات، وأسلاك توصيل، مقياس للجهد الكهربائي.



شكل (1) الدائرة الكهربائية المستخدمة في التجربة

نفرض أن المقاومة (R) مأخوذة من صندوق المقاومات، وأن (V) قراءة الفولتميتر، و (R_V) مقاومة الفولتميتر. عند إغلاق الدائرة الكهربائية يكون تيار الدائرة الكهربائية مساويًا إلى:

$$I = \frac{V_S}{R + R_V} \qquad (1)$$

حيث (V_S) يمثل الجهد الخارج من المصدر، وأن فرق الجهد حول مقاومة الفولتميتر يمكن إيجاده كالآتي:

$$V = R_V I \qquad (2)$$

بالتعويض من المعادلة (1) في المعادلة (2) نجد أن:

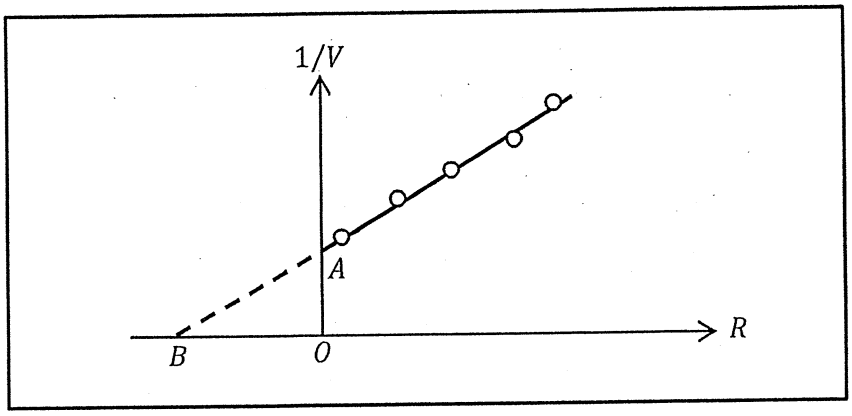
$$V = R_V \frac{V_S}{R + R_V}$$

$$\frac{1}{V} = \frac{R + R_V}{R_V V_S}$$

$$\frac{1}{V} = \frac{R_V}{R_V V_S} + \frac{R}{R_V V_S}$$

$$\frac{1}{V} = \frac{1}{V_S} + \frac{R}{R_V V_S}$$

عند رسم العلاقة البيانية بين $(1/V)$ على المحور العمودي مع قيم المقاومة (R) على المحور الأفقي نتحصل على خط مستقيم كما في الشكل (2) تقاطعه مع المحور العمودي OA يساوي $(1/V_S)$ ومنه نجد (V_S)، وتقاطع امتداده مع المحور العمودي يعطي قيمة مقاومة الفولتميتر (R_V) .



شكل (2) العلاقة البيانية بين (R) و $(1/V)$

- **خطوات العمل:**

1. وصل الدائرة الكهربائية كما في الشكل (1).
2. خد مقاومة من صندوق المقاومات بحدود $(0K\Omega)$.
3. أغلق الدائرة الكهربائية وسجل قراءة الفولتميتر مع هذه المقاومة.
4. زد المقاومة من صندوق المقاومات بقيم مناسبة مرات عدة، ثم وجدول القراءات كما في الجدول الآتي:

$R(K\Omega)$	$V(V)$	$\frac{1}{V}(V^{-1})$
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...

5. ارسم العلاقة بين $(1/V_S)$ على المحور العمودي مع قيم (R) على المحور الأفقي لتتحصل على خط مستقيم كما في الشكل (2).
6. أوجد قيمة فولتية مصدر الجهد (V_S)، ومقاومة مقياس الجهد (R_V) كما هو موضح في الجانب النظري.

انتهت التجربة

تجربة (3): دراسة منحنى العلاقة بين شدة التيار وفرق الجهد للموصلات الأومية (قانون أوم)

- **الغرض من التجربة:**

رسم ودراسة العلاقة البيانية بين شدة التيار الكهربائي (I) وفرق الجهد الكهربائي (V) للموصلات الأومية، تحقيق قانون أوم وإيجاد قيمة المقاومة المجهولة المستعملة في الدائرة الكهربائية، التعرف على كفية وخصائص توصيل المقاومات الكهربائية على التوالي والتوازي وإيجاد المقاومة المكافئة في حالة توصيل المقاومات على التوالي وفي حالة توصيل المقاومات على التوازي.

- **الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

مصدر جهد مستمر – جهاز قياس فرق الجهد (الفولتميتر) – جهاز قياس شدة التيار (الأميتر) – مقاومات ثابته – أسلاك توصيل – لوحة إلكترونية.

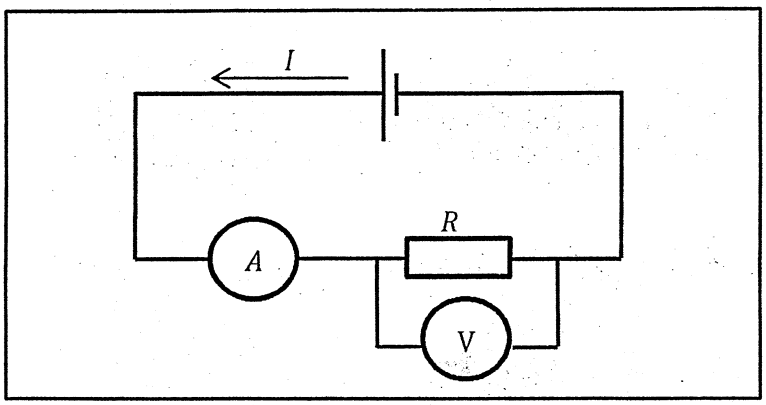
- **الجانب النظري:**

تعتبر المقاومة خاصية من خواص أي مادة تقيد حركة الإلكترونات الحرة فيها، وتحدد قيمة شدة التيار الكهربائي الذي يمكن أن يمر خلالها، وتعرف المقاومة لمادة ما بأنها النسبة بين فرق الجهد (V) بين طرفي المادة، وشدة التيار الكهربائي (I) الساري خلال المادة، وتعطى بالعلاقة:

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

تعرف هذه المعادلة بقانون أوم، وكما هو معروف فإن قانون أوم ينص على أن التيار الكهربائي المتدفق (I) عبر الموصل يتناسب طرديًا مع فرق الجهد (V) بشرط أن تظل العوامل الأخرى مثل درجة الحرارة تحت السيطرة أو ثابتة.

الشكل (1) يوضح دائرة كهربائية مكونة من مصدر جهد مستمر، مقاومة خارجية ثابتة، وأسلاك توصيل، مقياس للجهد الكهربائي، ومقياس شدة التيار.



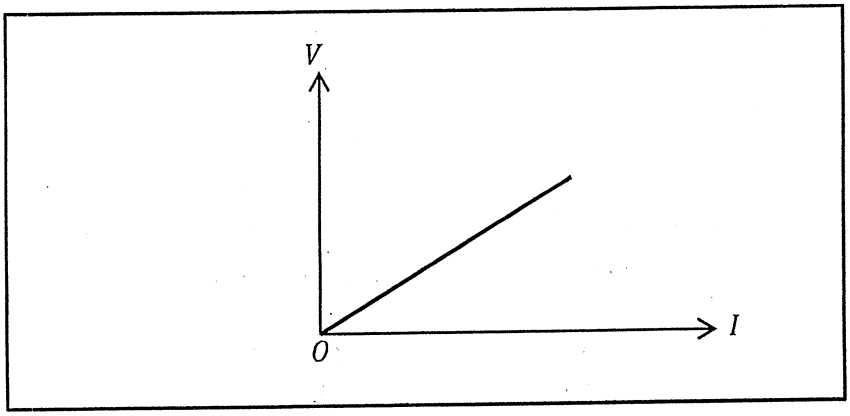
شكل (1) الدائرة الكهربائية المستخدمة في التجربة

يمكن التعبير عن قانون أوم الذي ينص على أن التيار الكهربائي المتدفق (I) عبر الموصل يتناسب طرديًا مع فرق الجهد (V) بشرط أن تظل العوامل الأخرى مثل درجة الحرارة تحت السيطرة أو ثابتة على الصورة التالية:

$$V \alpha I$$

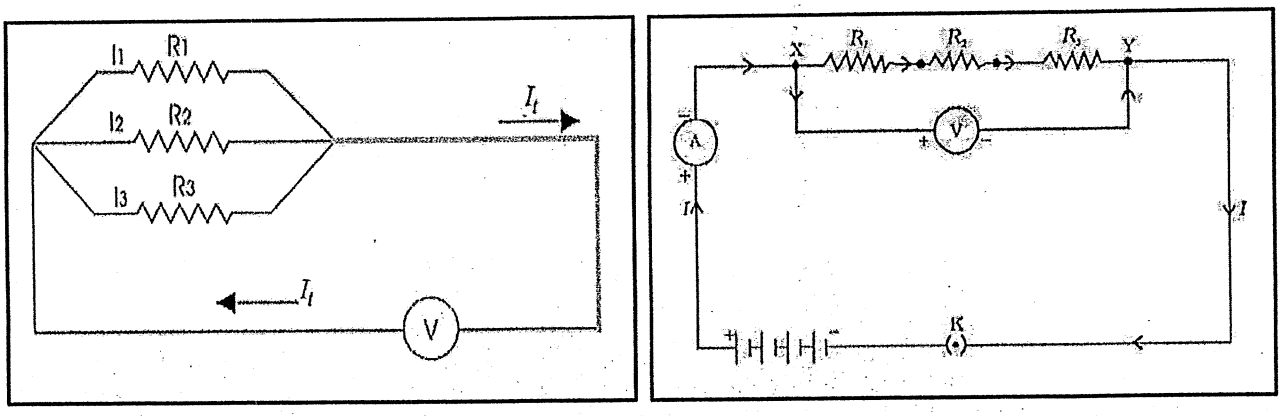
إن الموصلات التي تلتزم بهذا القانون تسمى الموصلات الأومية بينما أولئك الذين لا يتبعون هذا القانون تسمى الموصلات غير الأومية. المعادن النقية مثل النحاس هي موصلات أومية لأنها تخضع للقانون تمامًا. تحتاج هذه الموصلات إلى ضغط ودرجة حرارة ثابتين لاتباع قانون أوم. بحيث أن مقاومتهم لا تختلف مع شدة التيار الكهربائي وتبقى ثابتة. ومع ذلك، يجب أن تكون قوة شدة التيار الكهربائي منخفضة أيضًا وإلا فإنها ستفقد خاصية كونها موصلات أومية. يُعرف هذا بتأثير التسخين.

عند رسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد (V) على المحور العمودي مع قيم شدة التيار الكهربائي (I) على المحور الأفقي لموصل يخضع لقانون أوم (موصل أومي) نتحصل على خط مستقيم كما في الشكل (2).



شكل (2) العلاقة البيانية بين (I) و (V)

في الدوائر الكهربائية بصفة عامة يمكن أن توصل المقاومات الكهربائية إما على التوالي أو على التوازي، كما في الشكل (3).



شكل (3) توصيل المقاومات على التوالي وعلى التوازي

- توصيل المقاومات الكهربائية على التوالي : عند توصيل المقاومات في الدائرة الكهربائية على التوالي سوف توصل نهاية المقاومة الأولى مع بداية المقاومة الثانية وهكذا، في هذا النوع من التوصيل تكون شدة التيار في اتجاه واحد بمعنى أن التيار المار في الدائرة الكهربائية سيكون متساوي في كل مقاومة، بينما فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة سيكون مختلف إلا إذا كانت المقاومات متساوية القيمة، ويمكن إيجاد قيمة المقاومة المكافئة لهذا النوع من التوصيل من خلال القانون:

$$R_T = R_1 + R_2 + \cdots \quad (1)$$

- توصيل المقاومات الكهربائية على التوازي: عند توصيل المقاومات في الدائرة الكهربائية على التوازي سوف توصل طرفي المقاومة الأولى مع طرفي المقاومة الثانية وهكذا، في هذا النوع من التوصيل سيكون فرق الجهد بين طرفي كل مقامة متساوي بينما ستكون شدة التيار في كل مقاومة مختلف إلا إذا كانت المقاومات متساوية القيمة، ويمكن إيجاد قيمة المقاومة المكافئة لهذا النوع من التوصيل من خلال القانون:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots \quad (2)$$

- **خطوات العمل:**

1. وصل الدائرة الكهربائية كما في الشكل (1). وأغلق الدائرة الكهربائية.
2. خذ قيم مختلفة لشدة التيار (I) وفرق الجهد (V) ويجب أن تكون هذه القيم ضمن حدود المقاومة المستخدمة، ثم دون هذه القراءات كما في الجدول الآتي:

$I(A)$	$V(V)$	$R(\Omega)$
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...

3. أوجد قيمة المقاومة (R) من قانون أوم في كل حالة، ثم أوجد متوسط قيم المقاومة المتحصل عليها.
4. ارسم العلاقة البيانية بين (V) على المحور العمودي مع قيم (I) على المحور الأفقي لتتحصل على خط مستقيم كما في الشكل (2)، ثم أوجد قيمة المقاومة من الرسم البياني حيث يكون ميل الخط المستقيم مساويًا لقيمة المقاومة (R).
5. قارن بين قيمة المقاومة المحسوبة من قانون أوم والقيمة الأخرى المتحصل عليها من الرسم البياني.
6. الآن نقوم بتوصيل المقاومات (مقاومتين أو أكثر) مرة على التوالي ومرة أخرى على التوازي كما في الشكل (3)، وفي كل مرة سجل قيمة فرق الجهد بين طرفي المقاومات وشدة التيار المارة في الدائرة الكهربائية.
7. أوجد قيمة المقاومة المكافئة (R_T) باستخدام البيانات المسجلة وقانون أوم، ثم قارن بين قيمة المقاومة المكافئة (R_T) المحسوبة من قانون أوم والقيمة الأخرى المتحصل عليها من المعادلتين (1) و(2).

انتهت التجربة

تجربة (4): دراسة منحنى العلاقة بين شدة التيار وفرق الجهد للموصلات الغير الأومية

- **الغرض من التجربة:**

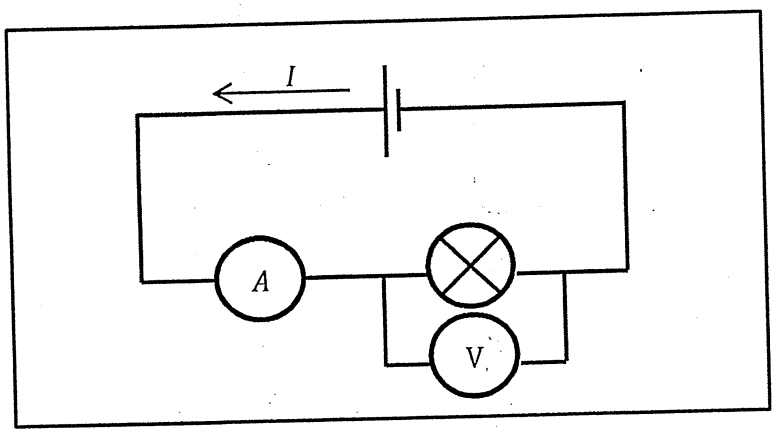
دراسة ورسم العلاقة البيانية بين شدة التيار الكهربائي (I) وفرق الجهد الكهربائي (V) للموصلات الغير الأومية، إيجاد قيم بعض الثوابت التي تعتمد على نوع العنصر المستخدم في التجربة صناعة المصباح، حساب مقاومة المصباح.

- **الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

جهاز قياس الجهد (الفولتميتر) – مصدر جهد مستمر– جهاز قياس شدة التيار (الأميتر) – أسلاك توصيل، مصباح كهربائي.

- **الجانب النظري:**

الشكل (1) يوضح دائرة كهربائية مكونة من مصدر جهد مستمر، مصباح كهربائي، وأسلاك توصيل، مقياس للجهد الكهربائي، ومقياس شدة التيار.



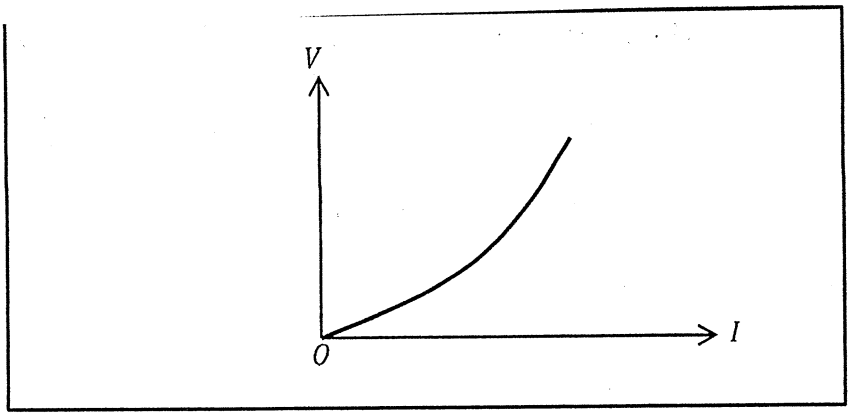
شكل (1) الدائرة الكهربائية المستخدمة في التجربة

من المعروف أن هناك ما يسمى بالمقاومات اللاخطية وهي مقاومة تعتمد على فرق الجهد المسلط ويكون هذا الاعتماد لا خطيًا، وبناءً على ذلك سيكون شدة التيار (I) المار في العنصر اللاخطي أسية لفرق الجهد (V). لذا يعبر عن علاقة الفولتية (V) وشدة التيار الكهربائي (I) بالعلاقة التالية:

$$I = kV^n \quad (1)$$

حيث أن (k, n) ثابتان يعتمدان على نوع العنصر المستخدم. إن الموصلات التي تلتزم بهذا القانون تسمى الموصلات الغير الأومية وذلك لأنها لا تخضع لقانون أوم.

عند رسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد (V) على المحور العمودي مع قيم شدة التيار الكهربائي (I) على المحور الأفقي لموصل لا يخضع لقانون أوم (موصل غير أومي) نتحصل على منحنى يمثل هذه العلاقة كما في الشكل (2).

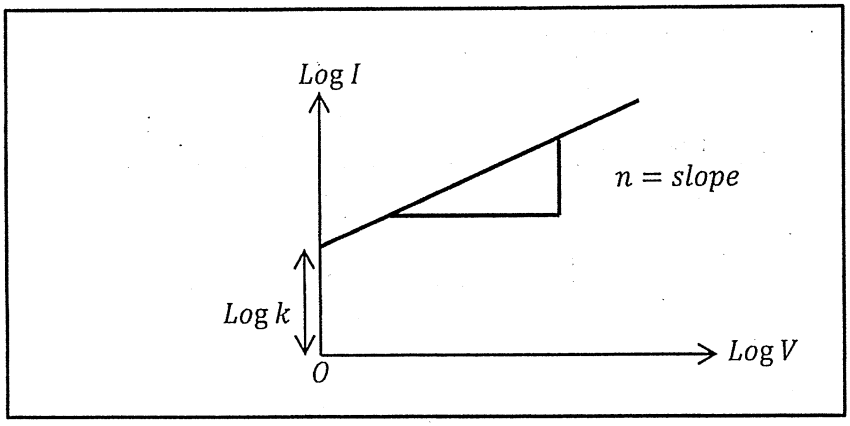


شكل (2) العلاقة البيانية بين (I) و (V)

إن الموصلات التي تلتزم بالقانون المعطى بالمعادلة (2) تسمى الموصلات الغير الأومية وذلك لأنها لا تخضع لقانون أوم، وعند أخذ لوغاريتم طرفي المعادلة السابقة نتحصل على:

$$Log\, I = n\, Log\, V + Log\, k$$

عند رسم العلاقة البيانية بين $(Log\, I)$ على المحور العمودي مع قيم $(Log\, V)$ على المحور الأفقي نتحصل على خط مستقيم يمثل هذه العلاقة كما في الشكل (3)، بحيث يكون ميله مساوي لقيمة الثابت (n)، والتقاطع مع المحو العمودي يعطي قيمة ، ومنه نجد قيمة $(Log\, k)$ بعد أخذ قيمة القطع للأساس (10).



شكل (3) العلاقة البيانية بين $(Log\, V)$ و$(Log\, I)$

خطوات العمل:

1. وصل الدائرة الكهربائية كما في الشكل (1).
2. خذ قيم مختلفة لشدة التيار (I) وفرق الجهد (V) ويجب أن تكون هذه القيم ضمن حدود المقاومة المستخدمة.
3. احسب قيمة $Log(I)$ و $Log(V)$ كذلك قيمة (R) في كل حالة، ثم دون هذه القراءات كما في الجدول الآتي:

$I(A)$	$V(V)$	$Log(I)$	$Log(V)$	$R(\Omega)$
....	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

4. احسب متوسط المقاومة، ثم ارسم العلاقة البيانية بين (V) على المحور العمودي مع قيم (I) على المحور الأفقي لتتحصل على منحنى كما في الشكل (2)، وذلك لتوضيح العلاقة بينهما في الموصلات الغير الأومية.
5. ارسم العلاقة البيانية بين $\mathrm{Log}(I)$ على المحور العمودي مع قيم $\mathrm{Log}(V)$ على المحور الأفقي لتتحصل على خط مستقيم كما في الشكل (3).
6. أوجد قيمة (n) من ميل الخط المستقيم، ثم عين قيمة $(\mathrm{Log}\, k)$ من تقاطع الخط المستقيم مع المحور العمودي ومنه أوجد قيمة (k) حسب ما هو موضح في الجانب النظري.

انتهت التجربة

تجربة (5): تعيين سرعة الصوت في الهواء باستخدام أنبوب الرنين

- **الغرض من التجربة:**

تحديد قيمة سرعة الصوت في الهواء باستخدام أنبوبة الرنين.

- **الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

أنبوب رنين بلاستيكي مفتوح الطرفين – اسطوانة زجاجية مملوءة بالماء – مجموعة شوكات رنانة ذات ترددات مختلفة – مسطرة مترية.

- **الجانب النظري:**

ظاهرة الرنين هي ظاهرة اهتزاز جسم قابل للاهتزاز متأثرًا بجسم آخر وبنفس التردد. ويمكن حساب سرعة انتشار الموجات (V) التي طولها الموجي (λ) وترددها (f) من خلال المعادلة:

$$V = \lambda f \quad (1)$$

عندما تهتز شوكة رنانة ذات تردد معين قرب فوهة أنبوبة الرنين البلاستيكية التي يكون طرفها السفلي مغمور بالماء بحيث يتم تحريك هذا الأنبوب ليتغير طول عمود الهواء فوق سطح الماء فإننا نتحصل على أوضح صوت عندما يحدث الرنين، وعندها يكون اهتزاز عمود الهواء بنفس تردد اهتزاز الشوكة الرنانة.

إن الموجات الصوتية الناتجة تنتشر داخل الأنبوب ثم تنعكس عند سطح الماء نحو الأعلى، وعند النهاية المغلقة ونتيجة للتداخل بين الموجات المنعكسة والموجات الساقطة يتكون تذبذب مستقر (حالة الرنين) بحيث تتكون موجات موقوفة ساكنة التي تحتوي على عقد (وهي الأماكن التي تكون عندها سعة الاهتزاز أقل ما يمكن)، ويتكون بطن (وهي الأماكن التي تكون عندها سعة الاهتزاز أكبر ما يمكن)، بحيث يتكون عقدة عند الطرف المغلق للأنبوب بينما يتكون بطن مفتوح في النهاية المفتوحة لأنبوبة الرنين البلاستيكية. بالتالي نتحصل على الرنين الأساسي.

إن أول رنين يتكون عندما يكون طول عمود الهواء مساويًا لربع طول الموجة:

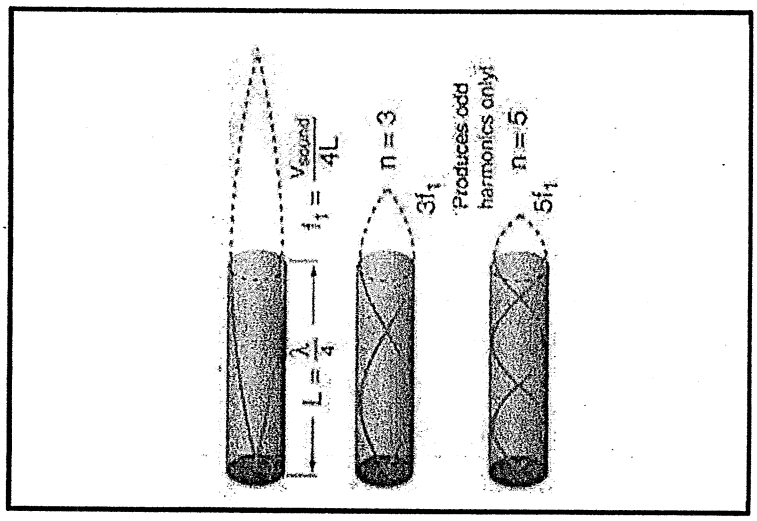
$$L = \frac{\lambda}{4} \quad (2)$$

بينما تحدث النغمات التوافقية الأخرى عندما يكون طول عمود الهواء مساويًا لعدد فردي من ربع الطول الموجي:

$$L = n\frac{\lambda}{4} \quad , n = 1,3,5, \ldots \quad (3)$$

بالتعويض عن قيمة للرنين الأساسي في المعادلة (1) نتحصل على المعادلة التالية:

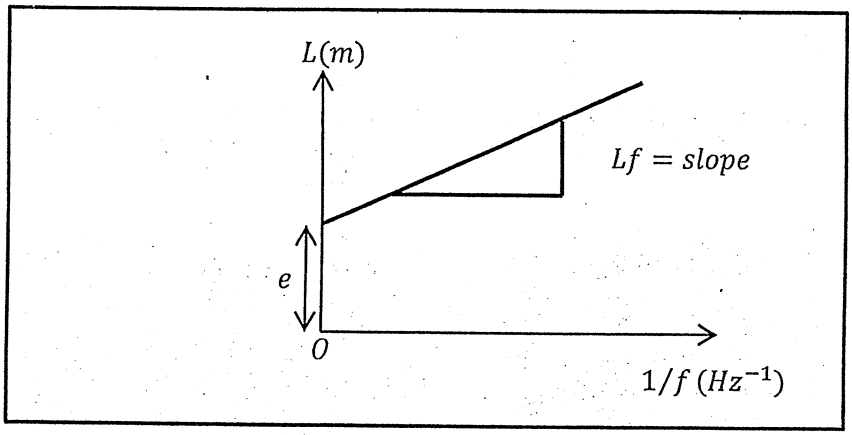
$$V = 4Lf \quad (4)$$



شكل (1) تكون الموجات الصوتية داخل أنبوبة الرنين البلاستيكية

وفي الحقيقة فإن موقع البطن يبعد مسافة (e) عن فوهة الأنبوبة، حيث (e) تمثل المسافة الصغيرة من حافة فوهة الأنبوب إلى موضع البطن. أي أن الطول الفعلي لعمود الهواء أطول بقليل من المسافة (L) حيث تكون أكبر سعة لبطن الموجة عند الرنين خارج فوهة الأنبوبة بمقدار تصحيح (e).

عند رسم العلاقة البيانية بين $(L(m))$ على المحور العمودي مع قيم $\left(\frac{1}{f}\ (Hz^{-1})\right)$ على المحور الأفقي نتحصل على خط مستقيم يمثل هذه العلاقة كما في الشكل (2)، بحيث يكون ميله مساوي لقيمة (Lf)، وبالتعويض عن قيمة الميل في المعادلة (4) نتحصل على قيمة سرعة الهواء (V).



شكل (2) العلاقة البيانية بين $L\ (m)$ و $1/f\ (Hz^{-1})$

خطوات العمل:

1. ضع أنبوب الرنين البلاستيكي عموديًا في الاسطوانة الزجاجية المملوءة بالماء.

2. أطرق الشوكة الرنانة على وسادة مطاط بهدوء وقربها من فوهة الأنبوبة البلاستيكية بحيث لا تلامسه، وارفعها تدريجيًا ببطء حتى تحصل على حالة الرنين الأساسي حيث تسمع أعلى صوت ممكن.

3. ثبت الأنبوب في موقع الرنين الأول ثم قس عمود الهواء داخل الأنبوبة البلاستيكية (L) والذي يمثل المسافة بين فوهة الأنبوبة البلاستيكية ومستوى الماء داخل الاسطوانة الزجاجية.

4. كرر الفقرة (3) للحصول على عدة قراءات للرنين الأساسي وذلك لتقليل نسبة الخطأ في القياس، ثم أحسب متوسط القراءات $(\grave{L})$.

5. كرر الخطوات (4,3,2,1) لعدة شوكات مختلفة التردد ثم دون هذه القراءات كما في الجدول الآتي:

$f(Hz)$	$L_1(cm)$	$L_2(cm)$	$L_3(cm)$	$\grave{L}(cm)$	$\frac{1}{f}(Hz^{-1})$	$V(m/s)$
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...

6. احسب متوسط السرعة، ثم ارسم العلاقة البيانية بين $L(m)$ على المحور العمودي مع قيم $\frac{1}{f}(Hz^{-1})$ على المحور الأفقي لتتحصل على خط مستقيم كما في الشكل (2).

7. أوجد قيمة السرعة $(V(m/s))$ من ميل الخط المستقيم واستخدام المعادلة (4) حسب ما هو موضح في الجانب النظري.

انتهت التجربة

تجربة (6): تعيين تردد الشوكة الرنانة

- **الغرض من التجربة:**

تعيين قيمة تردد شوكة رنانة بمعلومية شوكة رنانة معلومة التردد.

- **الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

أنبوب رنين بلاستيكي مفتوح الطرفين – اسطوانة زجاجية مملوءة بالماء – شوكة رنانة ذات تردد معلوم – شوكة رنانة مجهولة التردد – مسطرة مترية.

- **الجانب النظري:**

ظاهرة الرنين هي ظاهرة اهتزاز جسم قابل للاهتزاز متأثرًا بجسم آخر وبنفس التردد. عندما تهتز شوكة رنانة ذات تردد معين قرب فوهة أنبوبة الرنين البلاستيكية التي يكون طرفها السفلي مغمور بالماء بحيث يتم تحريك هذا الأنبوب ليتغير طول عمود الهواء فوق سطح الماء فإننا نتحصل على أوضح صوت عندما يحدث الرنين، وعندها يكون اهتزاز عمود الهواء بنفس تردد اهتزاز الشوكة الرنانة.

يمكن استخدام القانون التالي لإيجاد تردد شوكة بمعلومية تردد شوكة أخرى:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{L_2}{L_1} \qquad (1)$$

حيث:

(F_1) تردد الشوكة الرنانة معلومة التردد.

(L_1) طول عمود الهواء للشوكة الرنانة معلومية التردد.

(F_2) تردد الشوكة الرنانة مجهولة التردد.

(L_2) طول عمود الهواء للشوكة الرنانة مجهولة التردد.

خطوات العمل:

1. ضع أنبوب الرنين البلاستيكي عموديًا في الاسطوانة الزجاجية المملوءة بالماء.
2. أطرق الشوكة الرنانة معلومة التردد على وسادة مطاط بهدوء وقربها من فوهة الأنبوبة البلاستيكية بحيث لا تلامسه، وارفعها تدريجيًا ببطء حتى تحصل على حالة الرنين الأساسي حيث تسمع أعلى صوت ممكن.
3. ثبت الأنبوب في موقع الرنين الأول ثم قس عمود الهواء داخل الأنبوبة البلاستيكية (L_1) والذي يمثل المسافة بين فوهة الأنبوبة البلاستيكية ومستوى الماء داخل الاسطوانة الزجاجية.

4. كرر الفقرة (3) للحصول على عدة قراءات للرنين الأساسي وذلك لتقليل نسبة الخطأ في القياس، ثم أحسب متوسط القراءات (L_1').

5. كرر الخطوات (4,3,2,1) للشوكة مجهولة التردد ثم دون هذه القراءات كما في الجدول الآتي:

$f(Hz)$	$L_1(cm)$			$L_1'(cm)$	$L_2(cm)$			$L_2'(cm)$
	(1)	(2)	(3)		(1)	(2)	(3)	
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...

6. أوجد قيمة تردد الشوكة المجهولة (F_2) وذلك باستخدام المعادلة (1) حسب ما هو موضح في الجانب النظري.

انتهت التجربة

تجربة (7): قياس سرعة الضوء في الأوساط المختلفة وتعيين معامل الانكسار للزجاج باستخدام لوح زجاجي

- **الغرض من التجربة:**

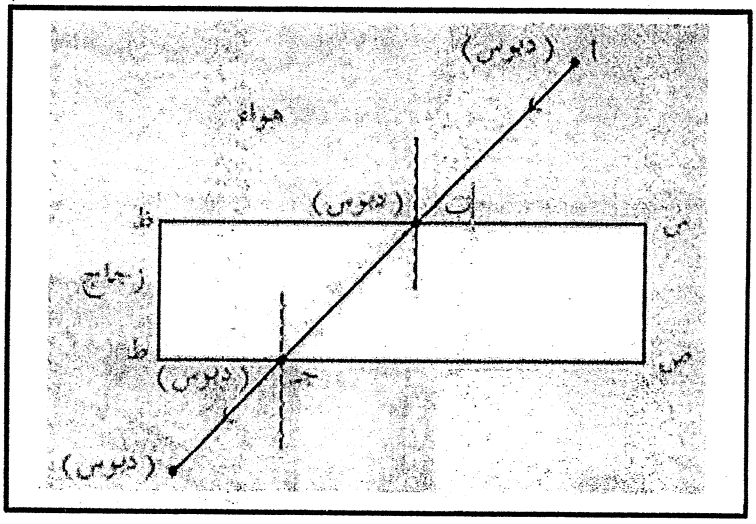
حساب سرعة الضوء في الهواء، حساب سرعة الضوء في الزجاج، تعيين معامل انكسار الزجاج باستخدام السرعات المحسوبة، تعيين معامل الانكسار للزجاج باستخدام متوازي مستطيلات مصنوع من الزجاج.

- **الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

لوح زجاجي على هيئة متوازي مستطيلات مصنوع من الزجاج – دبابيس – منقلة لرسم وقياس الزوايا – ورق أبيض.

- **الجانب النظري:**

عندما يسقط شعاع ضوئي منبعث من الهواء على لوح زجاجي بزاوية معينة والتي تدعى بزاوية السقوط (θ_i)، فإن مساره يتغير (ينكسر) بحيث ينكسر الشعاع بزاوية تدعى زاوية الانكسار (θ_r) ويكون الشعاع المنكسر مقتربًا من العمود المقام وذلك لأن سرعته تقل بحيث يكون الشعاع الضوئي منتقلًا من وسط ذو كثافة منخفضة إلى وسط ذو كثافة مرتفعة، كما في الشكل (1).



شكل (1) سقوط الشعاع الضوئي من الهواء إلى الزجاج

إن النسبة بين جيب زاوية السقوط $(\sin\theta_i)$ وجيب زاوية الانكسار $(\sin\theta_r)$ تدعى معامل الانكسار للزجاج والذي يرمز له بالرمز (n)، وباستخدام قانون سنل نجد أن:

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_r \qquad (1)$$

بحيث (n_1) تمثل معامل الانكسار لوسط السقوط (أي الهواء $(n_1 = 1)$)، وتمثل (n_2) معامل الانكسار لوسط الانكسار (أي الزجاج). بالتالي يمكن كتابة المعادلة (1) على الصورة:

$$n = \frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} \qquad (2)$$

حيث (n) يمثل معامل الانكسار لوسط الانكسار (أي الزجاج)، ويمكن أن يعرف على أنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته هي وسط معين، بحيث يعطى بالعلاقة:

$$n = \frac{c}{V} \qquad (3)$$

كان الاعتقاد في السابق أن الضوء ينتقل على الفور دون الحاجة إلى أي وقت يستغرقه للوصول إلى مكان معين، إلى أن تقدم العلم بالوصول إلى قياس سرعة الموجات وما إلى ذلك مما ساعد في قياس سرعة الضوء.

كان هناك العديد من التجارب لقياس سرعة الضوء ومن بينها التجربة التي قام بها العالم جاليليو الذي يعتبر أول من حاول قياس سرعة الضوء بتجربة بسيطة، وتعد اول تجربة ناجحة لقياس سرعة الضوء في الفراغ هي التجربة التي قام بها العالم أرماند فيزو. في وقتنا الحالي تم الاتفاق على أن سرعة الضوء في الفراغ تساوي $(299792458m/s)$ والمتعارف عليها في الفيزياء بالثابت (c).

مبدأ عمل جهاز قياس سرعة الضوء: الجهاز المستخدم في هذه التجربة هو جهاز قياس سرعة الضوء، وهو جهاز يطلق شعاع ليزر بتردد عالي، ويمكن أن ينعكس هذا الشعاع بعد قطع مسافة معينة للخلف إلى الجهاز بواسطة مرآة. يقوم الجهاز بقياس المسافة التي يقطعها شعاع الليزر وزمن الذي يستغرقه للوصول إلى المرآة والعودة. وبالتالي يمكن تحديد سرعة الضوء، كما يمكن للجهاز قياس سرعة الضوء عبر الزجاج أو الماء وذلك بنفس الطريقة مع تغير الوسط المار به الشعاع. يجب الأخذ بعين الاعتبار عملية معايرة الجهاز في بداية التشغيل وذلك بوضع المرآة بالقرب من وحدة تشغيل الجهاز ويتم تحديد الوضع "mode" ويتم الضغط على زر المعايرة "calibration".

خطوات العمل:

1. ضع متوازي المستطيلات الزجاجي على ورقة بيضاء وحدد أبعاده بقلم الرصاص.
2. أزل اللوح الزجاجي وقم برسم زاوية سقوط للشعاع الساقط ومن ثم الشعاع الساقط وثبت على الأقل دبوسين بحيث يكونان على مسار الشعاع الضوئي الساقط.
3. ضع اللوح الزجاجي في موقعه على الورقة البيضاء والذي تم تحديد موقعه في الخطوة (1)، ومن ثم أنظر من الجهة المقابلة للدبابيس التي تم وضعها في مسار الشعاع الضوئي الساقط وقم بوضع دبوسين على الأقل بحيث تكون جميع الدبابيس على استقامة واحدة.
4. قم بإزالة اللوح الزجاجي وجميع الدبابيس، ثم أرسم الشعاع المنكسر من خلال موقع الدبابيس وحدد زاوية السقوط.

5. كرر الخطوات (4,3,2,1) لعدة زوايا سقوط مختلفة ثم أحسب معامل الانكسار للزجاج باستخدام المعادلة (2) دون هذه القراءات كما في الجدول الآتي:

θ_i	$\sin\theta_i$	θ_r	$\sin\theta_r$	n
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

6. احسب متوسط معامل الانكسار للزجاج $(\bar{n})$.

7. الآن قم باستخدام الجهاز المذكور أعلاه في الجانب النظري لقياس سرعة الضوء في الهواء مرة وفي الزجاج مرة أخرى، ثم دون القراءات كما في الجدول الآتي:

$d(m)$	$t(s)$	$V(m/s)$
...	...	...
...	...	...
...	...	...

8. قم بإجراء التجربة ونحسب سرعة الضوء عندما يكون الوسط هواء، ومرة أخرى عندما يكون الوسط زجاج، ثم احسب المتوسط السرعة في كل حالة (الهواء والزجاج). ثم احسب معامل انكسار الزجاج من خلال المعادلة (3).

انتهت التجربة

تجربة (8): تعيين العجلة الجاذبية الأرضية باستخدام البندول البسيط

- **الغرض من التجربة:**

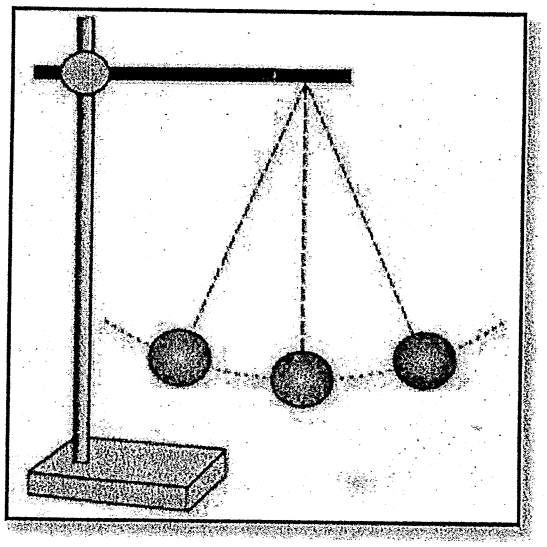
دراسة الحركة التوافقية البسيطة للبندول البسيط، دراسة العلاقة بين الزمن الدوري وطول خيط البندول، إيجاد العجلة الجاذبية الأرضي (g).

- **الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

كرة معدنية صغيرة – خيط رفيع غير مرن – ساعة إيقاف أو ساعة إلكترونية – مسطرة مترية – حامل – قدمة ذات ورنية.

- **الجانب النظري:**

البندول البسيط كما هو موضح في الشكل (1) هو عبارة كتلة (كرة) صغيرة معلقة بشكل عمودي بخيط رفيع طوله (L) مهمل الكتلة وغير قابل للتمدد (غير مرن). بإهمال قوة الاحتكاك بين الخيط ونقطة التعليق فإن الكتلة (الكرة) المعلقة تكون في وضع اتزان تحت تأثير قوتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في الاتجاه، وهما قوة جذب الأرض للكتلة (الكرة) لأسفل (ثقل الجسم) وقوة شد الخيط لأعلى. عند إزاحة الكرة بزاوية بسيطة لا تزيد عن $(10°)$ وتركها حرة الحركة فإن الكرة لم تعد متوازنة وتحلل قوة جذب الأرض (mg) إلى مركبتين أحدهما $(mg\cos\theta)$ والتي تساوي بالمقدار وتعاكس في الاتجاه قوة شد الخيط المائلة على العمودي بزاوية (θ) والأخرى $(mg\sin\theta)$ التي تسبب حركة الكرة تلقائيًا باتجاه عمودي لموضع توازنها، وعند وصولها لموقع الاتزان تكون قد اكتسبت طاقة حركية تجعلها تذهب للطرف الآخر محدثة بذلك حركة توافقية بسيطة بسعة اهتزاز ثابتة كما هو موضح في الشكل (2).



شكل (1) البندول البسيط

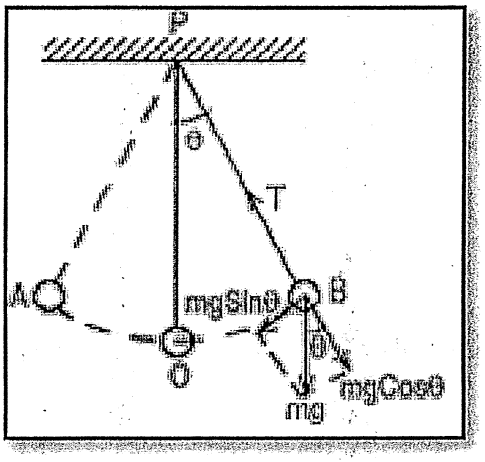
سمي البندول البسيط بهذا الاسم لكون زاوية الإزاحة بسيطة أقل من $(10°)$ بحيث يمكن اعتبار $(\theta = \sin\theta)$، وعلى هذا الأساس تم استنتاج علاقة لحساب الزمن الدوري (T) والتي تعطى على الصورة:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

وعندما نقوم بتحويلها إلى معادلة خط مستقيم تصبح على الصورة:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 L}{g} \qquad (1)$$

حيث (T) ويقاس بوحدة الثانية (s)، (L) طول خيط البندول ويقاس بوحدة المتر (m)، و (g) العجلة الجاذبية الأرضية وتقاس بوحدة المتر لكل ثانية مربعة (m/s^2).



شكل (2) القوى المؤثرة على كرة البندول البسيط

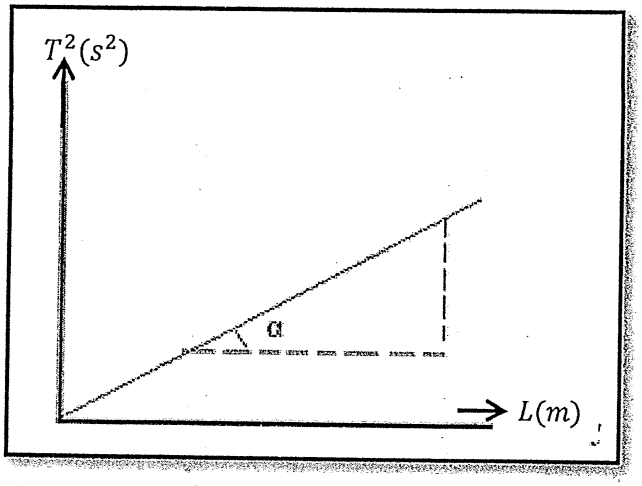
نلاحظ من المعادلة (1) أن الزمن الدوري لا يتأثر بقيمة كتلة الكرة المعلقة (m) سواء أكانت ذات كتلة صغيرة أو ذات كتلة كبيرة، كذلك لا يتأثر الزمن الدوري بحجم الكرة سواء أكانت ذات حجم صغير أو ذات حجم كبير.

من المعادلة (1) نتحصل على العجلة الجاذبية الأرضية على الصورة:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \qquad (2)$$

وبرسم العلاقة البيانية بين مربع الزمن الدوري (T^2) على المحور العمودي و قيم طول خيط البندول (L) على المحور الأفقي نتحصل على خط مستقيم كما هو موضح في الشكل (3) وحساب قيمة الميل للخيط المستقيم المتحصل عليه نستنتج قيمة العجلة الجاذبية الأرضية من خلال العلاقة:

$$g = \frac{4\pi^2}{\text{slope}} \qquad (3)$$



شكل (3) العلاقة البيانية بين (T^2) و (L)

خطوات العمل:

1. قس قطر الكرة بواسطة القدمة ذات الورنية مرات عدة وخذ متوسط القطر ومنها احسب نصف قطر كرة البندول.
2. رتب التجربة كما في الشكل (1).
3. اجعل طول الخيط ذو قيمة معينة وأضف إليها نصف قطر الكرة لتتحصل بذلك على الطول (L) (المسافة من نقطة التعليق إلى مركز كرة البندول)، بحيث لا يقل طول البندول عن $(10cm)$ حتى لا يكون الزمن الدوري صغير جدًا)
4. أزح كرة البندول إزاحة بسيطة واترك البندول يتذبذب بزاوية صغيرة حتى تكون مقاربة للحركة التوافقية البسيطة.
5. عين زمن 10 ذبذبات حيث أن الذبذبة الكاملة هي ذهاب الكرة وإيابها إلى نفس نقطة ابتداء الحركة، ثم احسب زمن الذبذبة الواحدة (T) ومنه احسب (T^2).
6. احسب العجلة الجاذبية الأرضية من خلال المعادلة (2).
7. كرر الخطوات (5,4,3) بتغير الخيط في كل مرة ثم دون هذه القراءات كما في الجدول الآتي:

$L(m)$	$t_{10}(s)$	$T(s)$	$T^2(s^2)$	$g(m/s^2)$
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

8. احسب متوسط العجلة الجاذبية الأرضية $(\bar{g})$.
9. ارسم العلاقة البيانية بين قيم (T^2) على المحور العمودي وقيم (L) على المحور الأفقي، ثم احسب ميل الخط المستقيم الحاصل كما في الشكل (3)، ومنه أوجد عجلة الجاذبية الأرضية بالتعويض في المعادلة (3).
10. قارن النتيجة المتحصل عليها من الفقرتين (8) و(9) مع النتيجة الحقيقية للعجلة الجاذبية الأرضية.

انتهت التجربة

تجربة (9): تحقيق قانون هوك

- **الغرض من التجربة:**

تحقيق قانون هوك، إيجاد ثابت النابض.

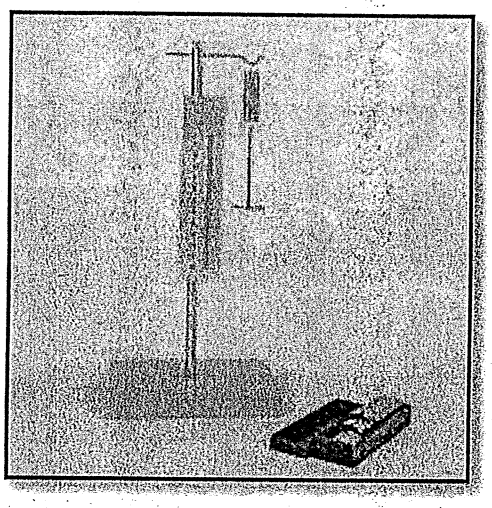
- **الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

نابض حلزوني معلق ذو مؤشر – مسطرة مترية – مجموعة أثقال مختلفة – مواسك.

- **الجانب النظري:**

تنص المرونة على أن كل جسم يتعرض إلى تسليط قوة فإنه يحدث به إزاحة أو تشوه وأن الإزاحة أو حجم التشوه الذي يتغير بمقدار الجسم يتناسب طرديًا مع قوة التشوه أو الحمل، وبمجرد إزالة الحمل أو القوة عن الجسم فإنه يعود إلى شكله وحجمه الأصليين. وعليه يوضح قانون هوك السلوك المرن للمواد الصلبة، حيث تتناسب الإزاحة القليلة التي تتعرض لها جزيئات المادة أو ذراتها، أو أيوناتها تناسب طردي مع قوة الإزاحة المؤثرة عليها، ويجدر بالذكر أن قانون هوك اكتشف على يد العالم روبرت هوك عام 1660م.

تحتاج عملية سحب النابض أو دفع النابض وتغير حالته من وضع السكون إلى الحركة إلى استخدام قوة كما هو موضح في الشكل (1)، أيضًا في حالة كان النابض على مسافة (x) عن موضع سكونه (x_0)، فإنه سيبذل قوة استعادة أو إرجاع في الاتجاه (x) السالب، وأن قوة الاستعادة في النابض تتناسب مع المسافة التي ابتعد فيها عن حالته في السكون.



شكل (1) تجربة قانون هوك

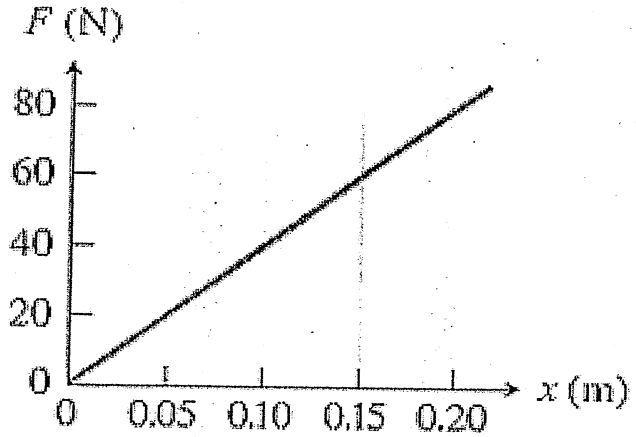
لذلك يحدد قانون هوك تلك العلاقة بين المسافة (Δx) والقوة (F) من خلال ثابت المرونة (k)، وتختلف قيمته حسب نوع النابض، وعليه تكون معادلة هوك على الصورة:

$$F = k\Delta x \quad (1)$$

حيث (F) القوة المسلطة، والتي تعطى بالعلاقة:

$$F = mg \quad (2)$$

عند رسم العلاقة بين القوة (F) على المحور العمودي مع قيم الاستطالة (Δx) على المحور الأفقي نتحصل على الخط الموضح في الشكل (2)، ومن ميل الجزء المستقيم يمكن أن نجد ثابت القوة للنابض المستخدم.



شكل (2) العلاقة البيانية بين (F) و (Δx)

خطوات العمل:

1. رتب التجربة كما في الشكل (1)، ونثبت موقع المؤشر (x_0).
2. ضع كتلة معينة ولتكن $(50kg)$ مثلًا ومنه احسب القوة المؤثرة من الكتلة (F) من المعادلة (2) ودون الطول على المسطرة المترية، ومنه احسب (Δx).
3. ضع كتلًا مختلفة وفي كل مرة نحسب القوة المؤثرة (F) والمسافة (Δx)، ومن هذه القيم نحسب قيمة ثابت النابض (k) كما في المعادلة (1).
4. كرر الخطوات (3,2) ثم دون هذه القراءات كما في الجدول الآتي:

$m(kg)$	$F(N)$	$\Delta x(m)$	$k(N/kg)$
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...

5. احسب متوسط قيم ثابت النابض $(\bar{k})$.
6. ارسم العلاقة البيانية بين قيم (F) على المحور العمودي وقيم (Δx) على المحور الأفقي، ثم احسب ميل الخط المستقيم الحاصل كما في الشكل (2)، ومنه أوجد قيمة ثابت النابض (k)

انتهت التجربة

تجربة (10): السقوط الحر

- **الغرض من التجربة:**

التحقق من معادلة السقوط الحر، إيجاد العجلة الجاذبية الأرضية (g).

- **الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

جهاز لحساب الزمن – كرة معدنية صغيرة – مسطرة مترية – حامل – أسلاك توصيل حامل.

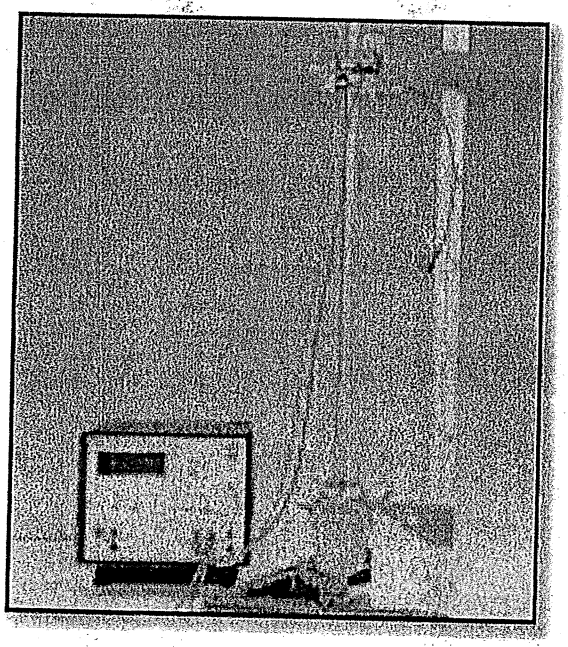
- **الجانب النظري:**

السقوط الحر هو سقوط الجسم باتجاه مركز الأرض من دون التأثير عليه بقوة أخرى غير القوة المكتسبة من الجاذبية الأرضية وبتسارع منتظم لكل الأجسام قرب سطح الأرض دون تأثير لكتلتها، وتستخدم المعادلة التالية في السقوط الحر:

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \quad (1)$$

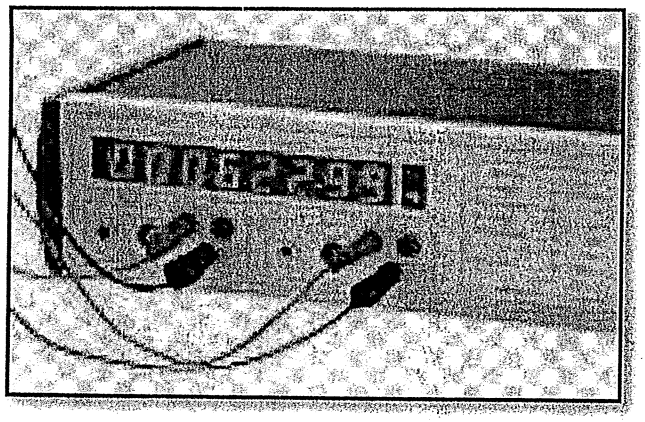
حيث (y) تمثل الموضع عند وحدة تحرير الكرة، (y_0) تمثل الموضع عند صحن الاستقبال، (v_0) السرعة الابتدائية للكرة، (t) الزمن المستغرق لقطع المسافة $(\Delta y = y - y_0)$، (g) عجلة الجاذبية الأرضية.

فكرة عمل الجهاز: عند إطلاق الكرة من وحدة تحرير الكرة يتم توصيل التيار الكهربائي ومنها يبدأ العداد في حساب الوقت. ولحظة وصول الكرة إلى صحن الاستقبال يتم فصل الدائرة الكهربائية ومنها يفصل العداد حساب الوقت. وبالتالي نحصل على الزمن التي استغرقته الكرة للسقوط الحر من وحدة التحرير إلى صحن الاستقبال، كما هو موضح في الشكل (1).



شكل (1) جهاز السقوط الحر

الإعدادات: يتم ضبط العداد العام (Universal Counter) كما هو موضح في الشكل (2).



شكل (2) ضبط العداد العام أثناء تجربة السقوط الحر

خطوات العمل:

1. رتب التجربة كما هو موضح في الشكل (1).
2. نحدد مسافة معينة والتي تمثل $(\Delta y = y - y_0)$ (المسافة من الصحن إلى وحدة تحرير الكرة).
3. احسب الزمن اللازم لقطع المسافة (Δy) وليكن (t) ومنه احسب (t^2).
4. احسب العجلة الجاذبية الأرضية من خلال المعادلة (1).
5. كرر الخطوات (4,3,2) بتغير المسافة (Δy) في كل مرة ثم دون هذه القراءات كما في الجدول الآتي:

$\Delta y(m)$	$t(s)$	$t^2(s^2)$	$g(m/s^2)$
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...

6. احسب متوسط العجلة الجاذبية الأرضية $(\bar{g})$.
7. قارن النتيجة المتحصل عليها من الفقرة (6) مع النتيجة الحقيقية للعجلة الجاذبية الأرضية.

انتهت التجربة