كلية علوم البيئة وتقاناتها
قسم التقانات
المرحلة الأولى

تجارب الفيزياء العملي

اعداد

د. علي بشير عزيز
(مدرس)

همسة برهان البزاز
(مدرس مساعد)

رحاب رعد داوود
(مدرس مساعد)

مأوى عبد الغني يونس
(رئيس فيزياويين اقدم)

1
البندول البسيط

- **الهدف من التجربة:** حساب قيمة التعجيل الارضي باستخدام البندول البسيط

- **الادوات المستخدمة:** بندول بسيط، ساعة توقيت، مسطرة مترية.

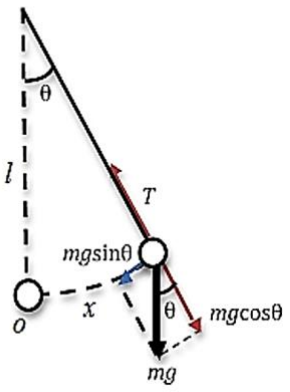
- **نظرية التجربة:** اذا ازيح البندول من موضع الاستقرار بإزاحة جانبية صغيرة (θ) فأنه يتحرك حركة توافقية بسيطة والتي تعرف بأنها حركة ذهاب واياب للجسم على خط مستقيم بتعجيل يتناسب طردياً مع إزاحة الجسم عن موضع استقراره بحيث تتكرر هذه الحركة باستمرار وبشكل دوري. ولدراسة هذه الحركة نحتاج الى معرفة القوى المؤثرة على البندول اثناء حركته.

الشكل (1) يمثل البندول البسيط، طول الخيط فيه يساوي (L) والثقل المعلق فيه يساوي (m) والقوى المؤثرة عليه هي:

1. قوة جذب الارض للثقل= mg
2. قوة الشد في الخيط = T

القوة mg يمكن تحليلها الى مركبتين:

- مركبة افقية(قطرية)= $mg\cos\theta$ وهي التي تسبب التعجيل المركزي الذي يجعل البندول يستمر في الحركة على قوس دائرة وتعادل قوة الشد في الخيط حيث $T=mg\cos\theta$
- مركبة عمودية (مماسية)= $mg\sin\theta$ وهي القوة المرجعة التي تحاول ارجاع كرة البندول الى موضع الاستقرار



الشكل (1)

ويرمز لها بـ F. اي ان:

$$F= -mg\sin\theta \ldots\ldots (1)$$

والاشارة السالبة في المعادلة اعلاه تدل على ان اتجاه القوة يكون دائما بعكس اتجاه الازاحة. ويجب ان تكون ازاحة البندول صغيرة لا تتعدى (10°) بحيث يمكن اعتبار جيب الزاوية مساويا تقريبا للزاوية نفسها. اي ان:

$\sin\theta \approx \theta$

وبالتعويض في المعادلة (1): $F=-mg\,\theta$

ومن الشكل (1) لاحظ المثلث ABC تجد ان الزاوية θ تساوي القوس AB أي الازاحة x مقسومة على طول الخيط L :

$\text{Sin}\theta \approx \theta = \frac{x}{L}$ ... ... (2)

وباستخدام قانون نيوتن الثاني في الحركة لتحديد تسارع البندول البسيط:

F= ma …. (3)

وبتعويض المعادلتين (2) و (3) في المعادلة (1):

$$ma = -mg\frac{x}{L}$$

$$a = -g\frac{x}{L} \ldots\ldots \quad (4)$$

ان حركة البندول البسيط هي حركة توافقية بسيطة تسارعها (a) حيث نعبر عنه بالعلاقة:

$$a = -\omega^2 x \quad \ldots\ldots\ldots(5)$$

(ω: السرعة الزاوية لحركة البندول)

بتعويض المعادلة (5) في المعادلة (4):

$$-\omega^2 x = -g\frac{x}{L}$$

$$-\omega^2 = -\frac{g}{L} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

ويمكن التعبير عن السرعة الزاوية ω بدلالة زمن الدورة الواحدة T(الزمن الدوري للبندول):

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \ldots\ldots (7)$$

بتعويض المعادلة (7) في المعادلة (6) نحصل على الزمن اللازم ليكمل البندول دورة واحدة:

$$\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{L}{g} \quad \ldots\ldots (8)$$

وهكذا نجد ان قيمة التعجيل الارضي (g) يمكن التعبير عنها بالمعادلة:

$$g = 4\pi^2\frac{L}{T^2} \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

- **<u>طريقة العمل:</u>**

1. اجعل طول البندول من نقطة التعليق الى منتصف الكرة يساوي 100 cm.
2. دع كرة البندول تتأرجح على قوس صغير مقداره (10°) وباستخدام ساعة توقيت احسب الزمن اللازم لانجاز 20 ذبذبة كاملة.
3. قلل من طول الخيط بمقدار 10 cm وفي كل مرة قس الزمن اللازم لإنجاز 20 ذبذبة.

دون النتائج في جدول كالاتي:

طول البندول L/cm	زمن 20 ذبذبة			زمن الذبذبة الواحدة	T^2/sec^2
	t1/sec	t2/sec	المعدل t/sec	$T= t/20(sec)$	

4. ارسم العلاقة البيانية بين قيم L/cm على المحور الصادي وT^2/ sec^2 على المحور السيني.
5. احسب ميل الخط المستقيم وذلك بتحديد نقطتين عليه والذي يساوي:

$\frac{L}{T^2} = slope$ (الميل)

6. احسب قيمة التعجيل الارضي (g) من العلاقة (9):

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

$$g = 4\pi^2 \times slope$$

شكل -2-

- **<u>اسئلة حول التجربة:</u>**

1. عرف التعجيل الارضي مع ذكر وحدته

2. علل سبب عودة كرة البندول الى موضع الاستقرار بعد ازاحته بزاوية (θ)؟

3. كيف يتغير التعجيل الارضي في الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر؟

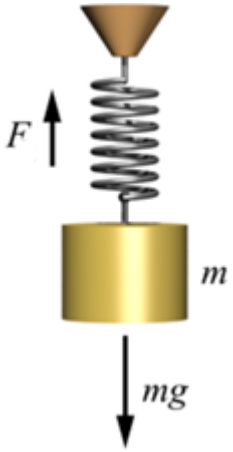
4. هل يعتمد زمن الذبذبة في البندول البسيط على كتلة الثقل المعلق بالخيط؟ لماذا؟

2
اثبات قانون هوك

- **الهدف من التجربة:** إيجاد ثابت المرونة لنابض حلزوني بتحقيق قانون هوك

- **الادوات المستخدمة:** نابض حلزوني، مسطرة، اوزان مختلفة، حامل

- **نظرية التجربة:** إذا ثبت نابض من أحد طرفيه وعلق بالطرف الاخر ثقل، نلاحظ ان النابض يستطيل بمقدار معين يعتمد على مقدار الثقل المعلق به. الشكل (1)



شكل(1)

لقد وجد هوك من خلال العلاقة بين القوة المبذولة على النابض والاستطالة الناتجة فإن التناسب يبقى طردي، بشرط أن لا تتجاوز القوة المطبقة حد المرونة (وهي القوة التي عندها لا يعود النابض الى طوله الأصلي بعد زوال القوة المؤثرة عليه)

$$F \alpha \Delta l$$

$$F = - k \Delta l \ldots\ldots (1)$$

يسمى الثابت k بثابت النابض أو ثابت هوك ووحدته N/m.

وتفسر إشارة السالب بأن قوة إرجاع النابض باتجاه الأعلى معاكسة لقوة الشد الناتجة عن تعليق الكتلة في النابض المعلق عمودياً إلى أسفل، وفي هذه الحالة يكون الزنبرك في توازن تحت تأثير قوتين متساويتين بالمقدار ومتعاكستين في الاتجاه وزن الجسم للأسفل F1 وقوة إرجاع الزنبرك للأعلى F2 محصلتهما تساوي صفر:

$$F_1 + F_2 = 0$$
$$mg - k \Delta l = 0$$
$$mg = k \Delta l \ldots\ldots (2)$$

$$k = \frac{m}{\Delta l} g \quad \ldots (3)$$

من العلاقة الخطية بين الثقل المعلق ومقدار الاستطالة تعني ان أي زيادة في الثقل يتناسب مع الاستطالة التي يسببها، وهذا هو قانون هوك

- **طريقة العمل:**

1) علق ثقلاً صغيراً في نهاية النابض وسجل مقدار الزيادة في الطول (الاستطالة) والثقل المعلق.
2) أضف اثقالا بصورة تدريجية بمقدار (20 gm) وسجل قراءة المؤشر.
3) اعد هذه القراءات بإنقاص الاوزان تدريجياً وسجل قراءة المؤشر في كل مرة.

دون القراءات في جدول كالآتي:

الثقل gm	قراءة المؤشر cm		
	في حالة الزيادة	في حالة النقصان	معدل القراءات

4) ارسم منحنياً لقيم معدل قراءة المؤشر (cm) على المحور العمودي وقيم الاثقال (gm) على المحور الافقي كما في الشكل (2) وجد ميل الخط المستقيم والذي يساوي $\text{slope} = \frac{\Delta l}{m}$ وبالتالي النسبة $\frac{m}{\Delta l}$ تساوي مقلوب الميل، حيث: $k = \frac{g}{slope}$

شكل (2)

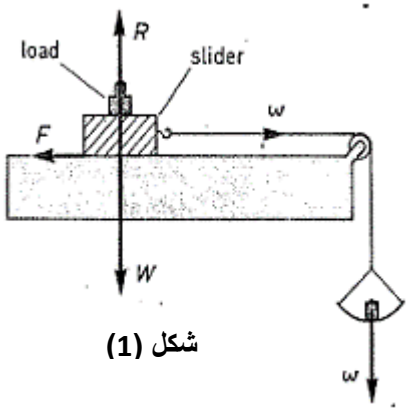
- **أسئلة حول التجربة:**

1. على ماذا ينص قانون هوك؟ وماذا تعني الإشارة السالبة في القانون؟
2. ما سبب كون الجزء الأول من الرسم البياني هو منحني؟
3. ما الفرق بين ثابت النابض ومعامل المرونة له؟

3
معامل الاحتكاك الشروعي

- **الهدف من التجربة:** حساب معامل الاحتكاك الشروعي.

- **الادوات المستخدمة:** لوح خشبي مثبت على منضدة وقطعة خشبية على شكل متوازي مستطيلات تسمى بالزلاقة، الزلاقة تحوي كلاباً يربط به خيط يمر على بكرة وتتدلى من الجهة الثانية منه كفة ميزان، صندوق اثقال، ميزان. انظر الى (شكل 1)



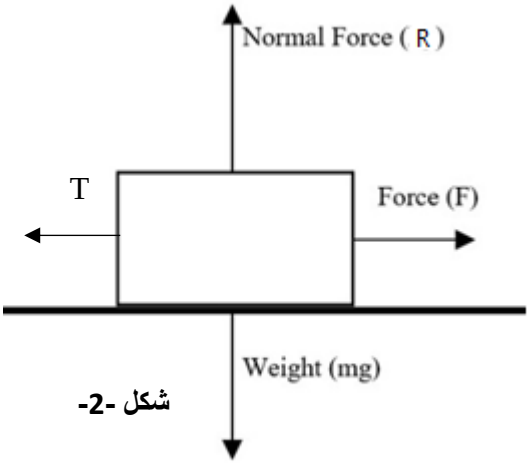
شكل (1)

- **نظرية التجربة:**

ان قوة الاحتكاك هي عبارة عن قوة مضادة لحركة الجسم على جسم اخر تمنعه من الحركة او تعيق حركته، وتنشأ قوة الاحتكاك نتيجة لتشابك النتوءات والفجوات المجهرية بين السطحين.

نفرض ان جسماً (كما في الشكل-2-) يسحب بقوة مقدارها T على سطح لوح بصورة افقية، تتولد في نفس الوقت قوة احتكاك F بين سطحي الجسمين المتلامسين مقدارها يساوي قوة السحب T وتعاكسها بالاتجاه.

إذا كانت قوة السحب T صغيرة، عندئذ تكون قوة الاحتكاك F كبيرة نسبياً بالنسبة الى القوة T بحيث تمنع الجسم من الحركة. وإذا ازدادت القوة F تزداد معها قوة الاحتكاك حتى يشرع الجسم بالحركة وتدعى هذه القوة بقوة الاحتكاك الشروعي Force of static friction (F_s) وتعرف بأنها القوة التي يكون عندها الجسم على وشك الحركة. وبعد ان يشرع الجسم بالحركة من السكون تدعى القوة اللازمة لإدامة حركته بسرعة منتظمة وعلى خط مستقيم بقوة الاحتكاك الانزلاقي Force of kinetic friction (F_k)



شكل -2-

ان قوة الاحتكاك الشروعي (F_s) تتناسب تناسبا طرديا مع القوة العمودية (R) الضاغطة على الجسم والسطح الافقي، اي ان:

$$F_s \alpha\ R$$

$$F_s = \mu_s R \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

μ_s: هو ثابت يسمى بمعامل الاحتكاك الشروعي بين السطحين المتلامسين وقيمته تعتمد على طبيعة السطحين المتلامسين، ويعرف بأنه النسبة بين مقدار قوة الاحتكاك (سكوني او حركي) الى القوة العمودية R.

وان لأي سطحين متلامسين يكون ($\mu_k < \mu_s$)، كما لا يعتمد معامل الاحتكاك بين الجسمين على مساحة السطحين المتلامسين.

- **<u>طريقة العمل:</u>**

1. قم بوزن القطعة الخشبية (الزلاقة) وعين موضع الزلاقة على لوحة الاحتكاك بقلم الرصاص، افرض ان وزنها W1 gm
2. قم بوزن الكفة وافرض ان وزنها W2 gm.
3. اربط الزلاقة والكفة بخيط يمر فوق بكرة عند حافة لوحة الاحتكاك كما مبين في الشكل (1).
4. ابدأ بوضع اثقال بصورة تدريجية في الكفة وفي كل اضافة اطرق اللوح طرقا خفيفا الى ان تبدأ الزلاقة بالتحرك.
5. سجل الاوزان على الكفة W3 gm.
6. ضع اوزان معلومة على الزلاقة واعد التجربة مرة ثانية وهكذا كرر التجربة عدة مرات مع مراعاة ارجاع الزلاقة على نفس الموضع السابق في كل مرة.

دون النتائج في جدول كالتالي:

وزن الزلاقة W1= gm		وزن الكفة W2= gm	
الثقل على الزلاقة W/gm	الثقل على الزلاقة+ وزن الزلاقة W+W1/gm	الثقل على الكفة W3/gm	الثقل على الكفة+ وزن الكفة W2+W3/gm

7. ارسم العلاقة البيانية بين الثقل على الكفة+ وزن الكفة (W2+W3) على المحور العمودي وبين الثقل على الزلاقة+ وزن الزلاقة (W+W1) على المحور الافقي لتحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الاصل ثم جد ميله الذي يمثل معامل الاحتكاك الشروعي μ_s.

- **<u>الحسابات والنتائج:</u>**

بتطبيق المعادلة: $F_s = \mu_s R$

حيث:

$$F_s = W2 + W3$$
$$R=W+W1$$

وبما ان:

$$W2+W3=\mu_s W + W1$$

$$\mu_s = \frac{W2 + W3}{W + W1}$$

μ_s: تمثل ميل الخط المستقيم.

- **<u>اسئلة حول التجربة:</u>**

1. عرف معامل الاحتكاك وعلى ماذا يعتمد؟
2. اذكر العوامل التي تؤثر على قوة الاحتكاك؟
3. ايهما أكبر معامل الاحتكاك الشروعي ام الانزلاقي؟ ولماذا؟
4. فسر العلاقة بين قوة الاحتكاك التي حصلت عليها من الرسم البياني والقوة العمودية على السطح. وهل قوة الاحتكاك تساوي صفراً عندما يكون الجسم ساكناً؟

4

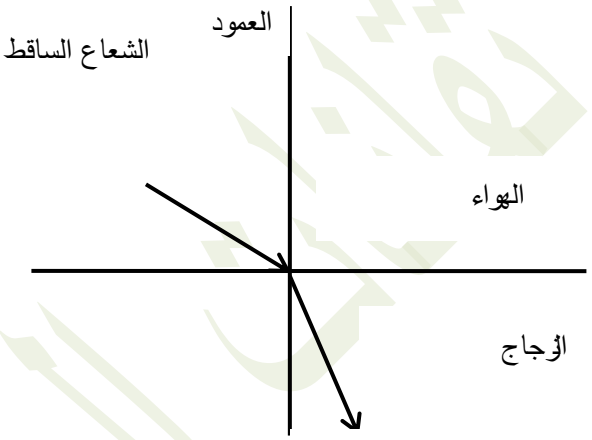
معامل انكسار الزجاج (البلوك الزجاجي)

- **الهدف من التجربة:** ايجاد معامل انكسار الزجاج وحساب قيمة الزاوية الحرجة.

- **الادوات المستخدمة:** بلوك زجاجي على شكل متوازي مستطيلات، لوح خشبي، ورق رسم، دبابيس، منقلة لقياس الزوايا.

- **نظرية التجربة:** الضوء ينتشر بخطوط مستقيمة في وسط متجانس، الا انه يغير مساره (ينحرف) عند انتقاله من وسط شفاف الى وسط اخر شفاف مختلف عنه في الكثافة وذلك نتيجة لاختلاف سرعة الضوء في الوسطين، وتدعى هذه الظاهرة بانكسار الضوء. شكل (1)

i: زاوية السقوط
r: زاوية الانكسار



شكل (1)

اذا انتقل شعاع ضوئي من وسط قليل الكثافة الضوئية (الهواء مثلا) الى وسط اكثر كثافة ضوئية (الزجاج) فان الشعاع المنكسر يقترب من العمود المقام على السطح المستوي الفاصل بين الوسطين من نقطة السقوط، اي ان زاوية السقوط تكون اكبر من زاوية الانكسار ($r< i$) ويعود ذلك الى الاختلاف في سرعة الضوء في الوسطين، حيث تكون سرعته اقل في الاوساط الاكثر كثافة. ويحدث العكس عندما ينتقل الضوء من وسط كثيف كالزجاج مثلا الى وسط اقل كثافة كالهواء فان زاوية الانكسار في الهواء ستكون اكبر من زاوية السقوط في الزجاج ($r> i$).

العلاقة بين الشعاع الساقط والمنكسر تكون حسب قانون سنيل:

$$n_1 \sin\theta 1 = n_2 \sin\theta 2$$

حيث n_1 ، n_2 معاملي انكسار الوسطين المختلفين على التوالي.

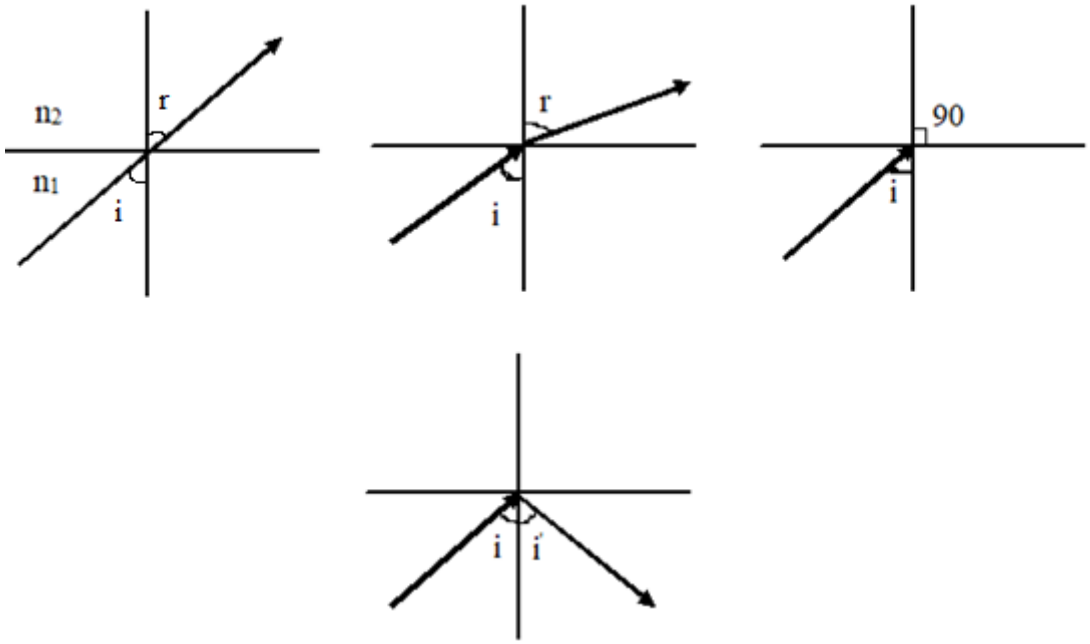
فاذا كان الوسط الاول هواء ($n_1=1$) والثاني زجاج فان معامل انكسار الزجاج (n_g) يعطى بالعلاقة:

$$n_g = \frac{\sin i}{\sin r} \qquad \dots\dots\dots (1)$$

اما معامل الانكسار المطلق لأي مادة شفافة يعرف بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ الى سرعته في المادة.

$$n = \frac{c}{v}$$

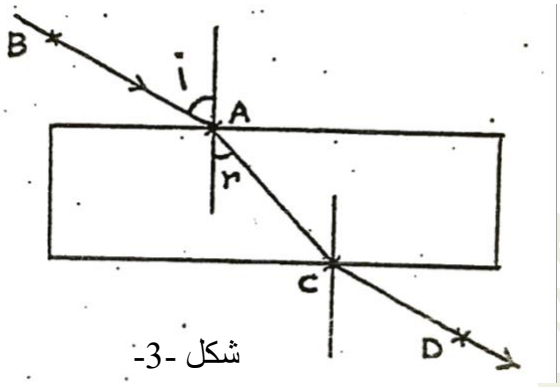
واذا مر شعاع ضوئي من وسط معامل انكساره n_1 الى وسط اخر معامل انكساره n_2 بحيث $n_1 > n_2$ فأن الشعاع ينكسر عند الحد الفاصل بينهما مبتعدا عن العمود وكلما زادت زاوية سقوط الشعاع الضوئي في الوسط الاول تزداد تبعا لذلك زاوية الانكسار في الوسط الثاني الى ان تصل الحالة التي يكون فيها الشعاع المنكسر موازيا للسطح الفاصل بين الوسطين، اي يشكل زاوية 90° مع العمود المقام وتسمى زاوية السقوط انذاك بالزاوية الحرجة θ_c (Critical angle). اما إذا ازدادت زاوية السقوط أكثر بحيث اصبحت اكبر من الزاوية الحرجة فأن الشعاع الضوئي لايخرج من الوسط الثاني بل ينعكس كليا داخل الوسط الاول وتسمى هذه الحالة بالانعكاس الداخلي الكلي كما موضح بالشكل (2).



الشكل -2-

- **طريقة العمل:**

1. ثبت ورقة الرسم على اللوح الخشبي وضع البلوك الزجاجي على الورقة وحدد اطرافه بقلم رصاص.
2. ثبت دبوسا عموديا مثل A في اللوحة بالقرب من حافة البلوك الزجاجي ثم ثبت دبوسا اخر مثل B بحيث يصنع الخط الواصل بين الدبوسين مع الخط العمودي المقام من النقطة A زاوية مقدارها 30° والتي تمثل زاوية السقوط i.انظر الشكل (3)



شكل -3-

3. انظر الى الدبوسين من الجهة الاخرى خلال البلوك الزجاجي ثم ثبت دبوسا مثل c بالقرب من الحافة بحيث يظهر على استقامة واحدة مع الدبوسين A,B.
4. كرر الخطوة السابقة وثبت دبوسا اخر مثل D بحيث تظهر الدبابيس الاربعة على استقامة واحدة.
5. ارفع البلوك الزجاجي وارسم خطا يصل بين C,D.
6. قس زاوية الانكسار r داخل البلوك الزجاجي ثم احسب معامل انكسار الزجاج باستخدام المعادلة (1).
7. كرر الخطوات اعلاه لزوايا سقوط مختلفة 35,40,45,50 وقس زوايا الانكسار المقابلة في كل حالة واحسب معامل الانكسار في كل مرة، ثم جد متوسط معامل انكسار الزجاج.
8. احسب الزاوية الحرجة لمادة الزجاج باستخدام قيمة متوسط معامل الانكسار في قانون سنيل.

- **اسئلة حول التجربة:**

1. عرف ظاهرة الانعكاس الداخلي الكلي وماهي استخداماته؟
2. ما لمقصود بالزاوية الحرجة وماهي شروط تحقيقها؟
3. اثبت ان معامل انكسار مادة بالنسبة للفراغ = $\frac{1}{\text{جيب الزاوية الحرجة}}$
4. من النتائج التي حصلت عليها فسر العلاقة بين زاوية السقوط وزاوية الانكسار وماذا يحدث فيما لو سقط الشعاع الضوئي بشكل عمودي على السطح الفاصل؟

معامل انكسار الموشور

- **الهدف من التجربة:** تعيين زاوية الانحراف الصغرى وحساب معامل انكسار مادة الموشور

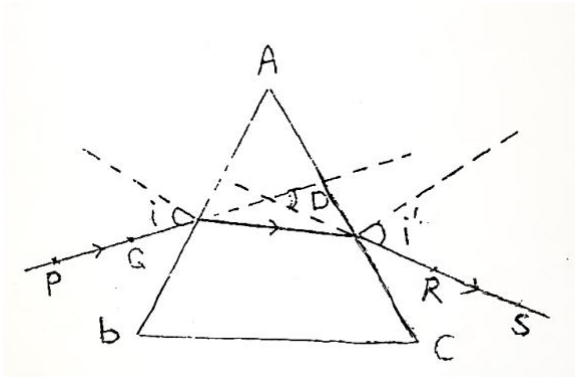
- **الادوات المستخدمة:** موشور زجاجي زاوية رأسه 60°، دبابيس، لوحة خشبية، ورقة بيضاء.

- **نظرية التجربة:** إذا سقط شعاع ضوئي من وسط الى وسط ثاني يختلف عنه في الكثافة فأنه يعاني انكسارا في مساره بسبب اختلاف سرعة الضوء في الاوساط المادية، ان معامل انكسار اي مادة (n) يعرف على انه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ الى سرعته في المادة.

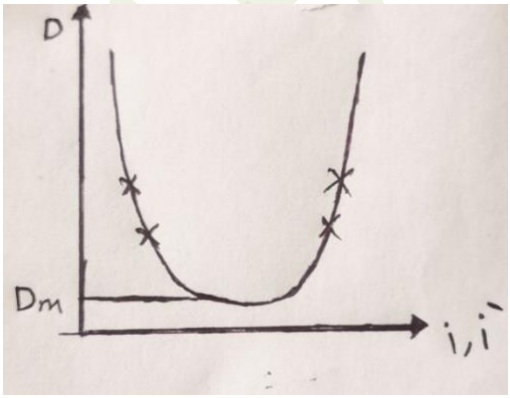
$$n = \frac{\text{سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{سرعته في المادة}}$$

ويختلف معامل انكسار المادة باختلاف الطول الموجي للضوء الساقط وهو اكبر ما يمكن للأشعة البنفسجية ذات الطول الموجي القصير واصغر ما يمكن للأشعة الحمراء ذات الطول الموجي الطويل وعليه فلو سقط شعاع ضوئي ابيض على موشور فان الشعاع الخارج سيتحلل الى الوان الطيف السبعة حيث تختلف زاوية انكسار كل لون باختلاف اطوالها الموجية ولهذا يستخدم الموشور كمحلل للضوء الابيض.

عند سقوط شعاع ضوئي (PQ) بزاوية سقوط معينة على احد اوجه موشور ثلاثي (شكل 1) فأنه ينحرف عن مساره ثم يخرج من الوجه الاخر مغيرا مساره الى المسار (RS). والزاوية D المحصورة بين امتداد الشعاع الساقط على الموشور وامتداد الشعاع الخارج منه تسمى بزاوية الانحراف وتتغير قيمة زاوية الانحراف بتغير زاوية السقوط حيث انه كلما زادت زاوية السقوط قلت زاوية الانحراف حتى تصل الى قيمة معينة تبدأ بعدها زاوية الانحراف بالزيادة كلما زادت زاوية السقوط. شكل (2)



شكل -1-



شكل -2-

وتسمى اقل قيمة لزاوية الانحراف بزاوية الانحراف الصغرى (D_m) وتكون ايضا محصورة بين امتدادي الساقط والخارج وعندها تتساوى زاوية السقوط مع زاوية الخروج ويكون الطيف في شدته العظمى ويصبح للموشور قدرة اكبر مايمكن للتفريق اللوني.

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

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

حيث: A: زاوية رأس الموشور =60° للمثلث المتساوي الاضلاع

- **<u>طريقة العمل:</u>**

1. ضع الموشور على ورقة بيضاء وخطط حافاته ABC على الورقة، ارفع الموشور وارسم شعاعا ساقطا على الوجه AB بزاوية سقوط 30°، ضع دبوسين (PQ) على مسار الشعاع الساقط ثم ضع الموشور مرة اخرى في مكانه، انظر خلال الوجه AC وضع دبوسين SR على استقامة الشعاع الخارج من الموشور بحيث يكونان على استقامة واحدة مع صورة الدبوسين PQ بحيث تظهر النقاط الاربعة على استقامة واحدة، ارفع الموشور وارسم الشعاع RS، مد كلا من الشعاعين PQ، RS على استقامتهما. قس زاوية الانحراف D بين امتداد الشعاعين، ارسم عمودا على الوجه AC عند نقطة الخروج، قس زاوية الخروج (i') كما في الشكل (1).
2. كرر التجربة بتغيير زاوية السقوط (i) بحيث تكون 35,40,45,50 واحسب زاوية الانحراف لكل حالة.
3. دون النتائج كما في الجدول الآتي:

زاوية السقوط	زاوية الخروج	زاوية الانحراف
30		

4. ارسم العلاقة البيانية بين قيم D على المحور العمودي وقيم (i, i') على المحور الافقي ثم حدد قيمة زاوية الانحراف الصغرى من المنحني الناتج.
5. استخرج قيمة معامل انكسار مادة الموشور من المعادلة (1).

<u>اسئلة حول التجربة:</u>

1. على ماذا تعتمد زاوية الانحراف الصغرى في الموشور؟
2. ايهما أكبر زاوية انحراف اللون البنفسجي ام الاحمر؟ ولماذا؟ وضح ذلك.
3. ناقش العلاقة البيانية التي حصلت عليها بين زاوية الانحراف وزاوية السقوط وماذا تستنتج من الرسم؟

البعد البؤري لعدسة محدبة

- **الهدف من التجربة:** إيجاد البعد البؤري لعدسة محدبة

- **الأدوات المستخدمة:** عدسة محدبة وماسك، مرآة مستوية، مصباح ذات فتحة مشبكة، حاجز خشبي

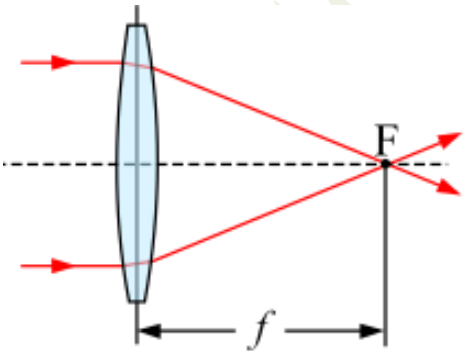
- **نظرية التجربة:**

تكون العدسة المحدبة سميكة الوسط ورقيقة الطرفين وتعمل على تجميع الضوء في نقطة واحدة نتيجة انكسار الضوء من خلالها، تسمي النقطة التي تتجمع عندها الأشعة الضوئية نتيجة انكسار الأشعة الساقطة على العدسة بشكل موازي لمحورها البصري ببؤرة العدسة، وتسمى المسافة بين البؤرة والعدسة بالبعد البؤري للعدسة. تعبر قوة العدسة عن مقدار قدرة العدسة على تجميع الضوء، فكلما كان التجميع أقرب للعدسة كانت قوتها التجميعية أكبر. عند وضع جسم ما أمام العدسة، تتكون له صورة معينة تتحدد بحسب موقع الجسم من العدسة والبعد البؤري للعدسة.

- **طريقة العمل:**

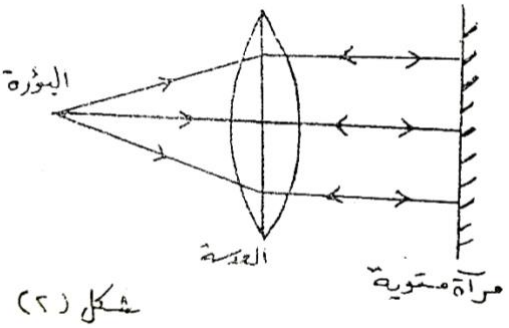
1. ***استخدام الاشعة المتوازية:***

وجه العدسة نحو جسم بعيد (نافذة المختبر مثلاً) واحصل على احسن صورة لهذا الجسم على الحاجز. لاحظ الشكل (1) ان الاشعة الساقطة على العدسة والمنكسرة تلتقي في العدسة حيث يمكن اظهارها على الحاجز. قس المسافة بين الشاشة والعدسة حيث تمثل البعد البؤري للعدسة f بصورة تقريبية.



شكل (1)

2. استخدام المرآة المستوية:



شكل (٢)

ضع المرآة المستوية خلف العدسة مباشرة وضع المصباح امام العدسة وعلى بعد يساوي تقريباً البعد البؤري للعدسة. حرك العدسة والمرآة حتى ينطبق شباك المصباح (الجسم) مع صورته المتكونة من الضوء المنعكس من المرآة المستوية بعد مروره خلال العدسة كما في الشكل (2)

قس المسافة بين الشاشة والعدسة والتي تمثل البعد البؤري التقريبي f للعدسة.

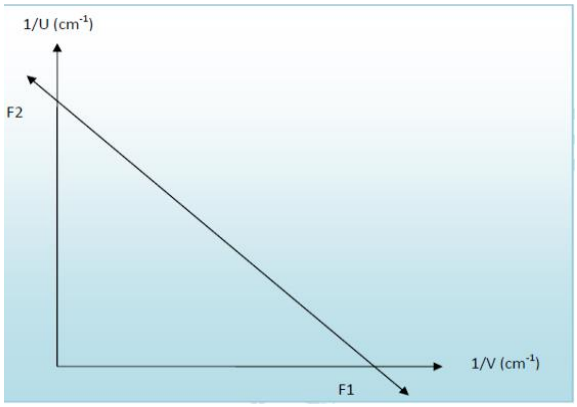
3.طريقة المنحنى البياني:

1. ضع المصباح (الجسم) على بعد معين من العدسة U وحرك الحاجز الموضوع خلف العدسة حتى تحصل على احسن صورة لمشبك المصباح على بعد V من العدسة.
2. غير موضع المصباح وكرر العملية عدة مرات لتحصل على قراءات U,V.

سجل قراءاتك في جدول كالآتي:

بعد الجسم عن العدسة U/cm	بعد الصورة عن العدسة V/cm	$1/U\ cm^{-1}$	$1/V\ cm^{-1}$

3. ارسم منحنياً بيانياً بين قيم 1/U على المحور الافقي، 1/V على المحور العمودي وارسم أفضل خط مستقيم يمر خلال النقاط بحيث يقطع كلاً من الاحداثيين ويميل بزاوية 45^o مع كل احداثي. انظر الشكل-3-



شكل-3-

4. قم بتطبيق القانون العام للعدسات

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{U} + \frac{1}{V}$$

حيث f البعد البؤري للعدسة

ان التقاطع مع كل احداثي يمثل قيمة f /1. خذ معدل التقاطعين، ان مقلوب هذا المقدار يمثل البعد البؤري للعدسة f

- **<u>أسئلة حول التجربة</u>**

1. عرف البعد البؤري للعدسة
2. ماهي حالات تكون الصور في العدسات المحدبة؟ موضحاً ذلك بالرسم
3. ما نوع العدسة المستخدمة في النظارات الطبية لمعالجة أ- طول البصر ب- قصر البصر

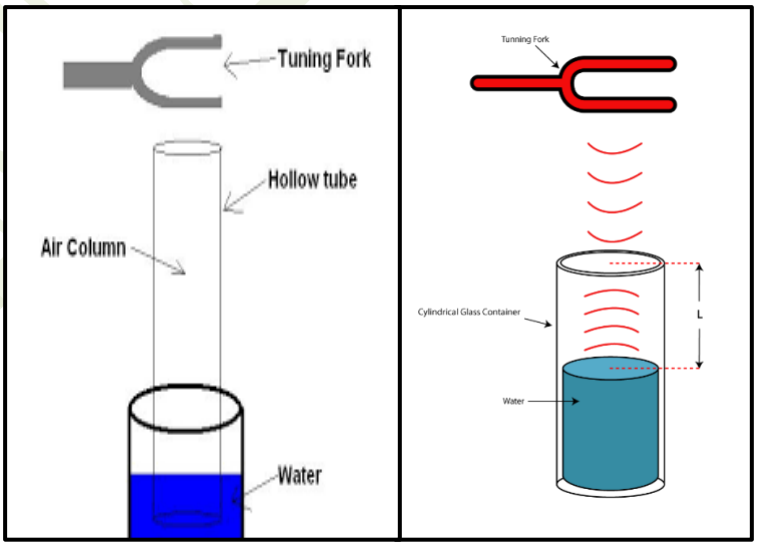
قسم تقانات البيئة

7

سرعة الصوت باستخدام انبوب الرنين المغلق من طرف واحد

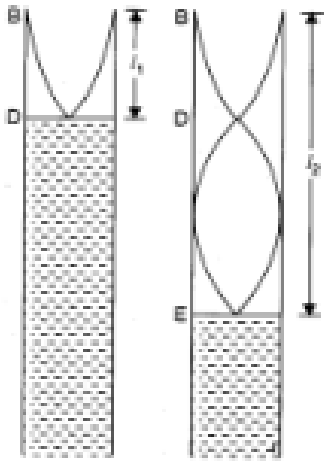
- **الهدف من التجربة:** ايجاد سرعة الصوت في الهواء ودراسة ظاهرة الرنين.
- **الادوات المستخدمة:** انبوبة الرنين، مجموعة من شوكات رنانة مختلفة التردد، مطرقة مطاطية، مايكروميتر لقياس نصف القطر الداخلي لأنبوبة الرنين، دورق زجاجي به ماء بحيث يمكن ادخال انبوبة الرنين داخله (شكل 1)، مسطرة مترية، ثرموميتر لقياس درجة حرارة المختبر.
- **نظرية التجربة:** تحصل ظاهرة الرنين عندما تؤثر في جسم قابل للاهتزاز سلسلة من موجات دورية ترددها يساوي التردد الطبيعي للجسم مما يسبب اهتزازات ذات سعة هائلة للجسم وفيه يحدث تضخم للموجة الصوتية.

لو وضعت شوكة رنانة مهتزة بتردد (f) امام فوهة انبوب الرنين المفتوح من طرف واحد والموضوع داخل انبوبة اختبار تحوي ماء فان الموجات الصادرة عنها تنتقل عبر الوسط داخل الانبوب، فمتى وصلت سطح الماء انعكست عنه وتداخلت مع الموجات الساقطة مكونة ما يسمى بالموجة الواقفة او المستقرة، فسطح الماء يعتبر عقدة (node) وفتحة نهاية الانبوبة عبارة عن بطن الموجة (antinode)، لاحظ الشكل (1)



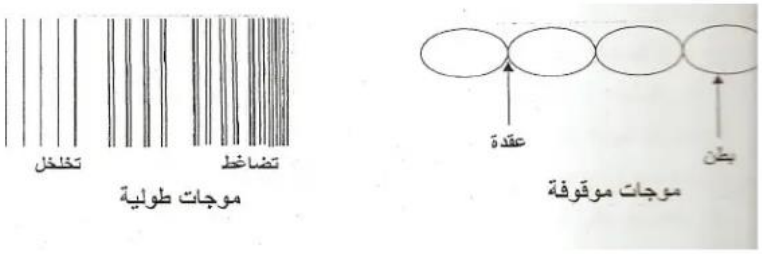
شكل (1)

شكل -2-



-a- -b-

الشكل (2-a و2-b) يبين اهتزازات عمود الهواء عند موضعي الرنين الاول والثاني على شكل موجات عرضية. ويجب التذكر بأن موجات الصوت هي طولية ولكن رسمت على شكل موجات مستعرضة لكي يسهل تصور حدوث الموجات الصوتية ولتسهيل التعامل معها رياضياً. الشكل (3)



الشكل -3-

في حالة حدوث الرنين يكون لطول انبوب عمود الهواء (L) علاقة بطول الموجة (λ) حيث:

$L_1+\varepsilon=\frac{1}{4}\lambda$ ..... (1) (الموضع الاول للرنين شكل 2-a)

$L_2+\varepsilon=\frac{3}{4}\lambda$ ..... (2) (الموضع الثاني للرنين شكل 2-b)

وهكذا تحدث النغمات التوافقية الاخرى عندما يكون طول عمود الهواء مساويا لعدد فردي من ارباع الطول الموجي اي ان: $L=n\frac{\lambda}{4}$ حيث n=5,7,9,....

ان القياس العملي لطول عمود الهواء يتم بقياس المسافة بين الطرف المغلق للأنبوبة (سطح الماء) والطرف المفتوح للأنبوبة (الفوهة)، ولكن الطول الفعلي في حالة حدوث الرنين في انبوبة اسطوانية الشكل يعادل $(L+\varepsilon)$ حيث ε عبارة عن الزيادة في طول عمود الهواء ويدعى بخطأ نهاية الانبوب وذلك بسبب عدم اخذ مسافة بُعد الشوكة عن الفوهة ولهذا يوجد خطأ نهاية مقداره ε حيث ان:

$$\varepsilon = 0.6 \times r$$

r : تمثل نصف قطر انبوب الرنين الداخلي.

وبما ان سرعة اي موجة (V) تعتمد على ترددها f وطول موجتها λ حيث ان:

$$V = f\lambda$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

وباستخدام الموضع الاول للرنين، نعوض عن قيمة λ في المعادلة (3) بالمعادلة (1):

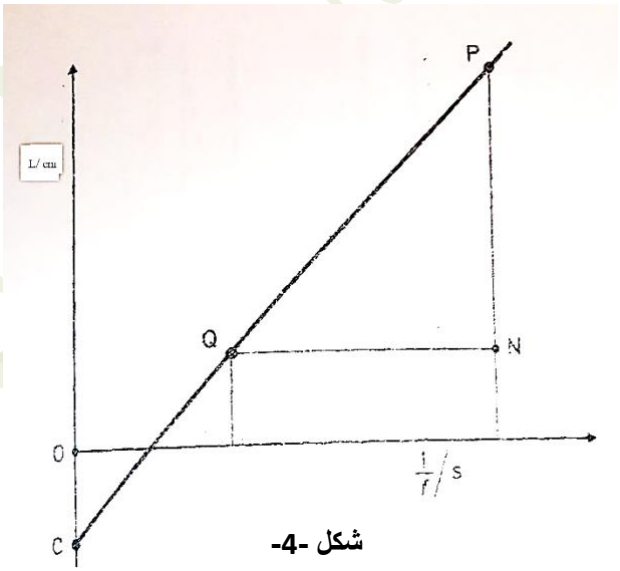
$$L_1 + \varepsilon = \frac{1}{4}\frac{V}{f} \qquad \text{أو} \qquad L_1 = \frac{V}{4}\frac{1}{f} - \varepsilon \quad \ldots\ldots (4)$$

وبذلك فان المنحني المرسوم بين قيم L/cm و 1/f Sec (الشكل -4-) يكون خطا مستقيما ميله يساوي عدديا $\frac{V}{4}$ بينما التقاطع السالب على محور L عبارة عن قيمة ε (خطأ نهاية الانبوب)

اذ ان سرعة الصوت V تكون:

$$V = 4 \times slope \quad \text{أو} \quad V = 4 \times \frac{PN}{QN}$$

وخطأ النهاية ε = التقاطع OC



شكل -4-

- **طريقة العمل:**

1. هيئ ادوات التجربة كما في الشكل (1).
2. ابدأ بالشوكة ذات التردد العالي واطرقها ثم قربها من فوهة انبوب الرنين ثم ابدأ برفع وخفض الانبوب داخل الماء حتى تسمع اقوى رنين، ثبت الانبوبة في الحامل. قس طول عمود الهواء L من فوهة

الانبوب حتى سطح الماء. تأكد من هذه القراءة بتغيير طفيف في طول عمود الهواء للحصول على افضل موضع لأفضل رنين، كرر التجربة مرتين لنفس التردد وخذ معدل L.

3. كرر خطوات العمل لبقية الشوكات ثم رتب نتائجك كما في الجدول الاتي:

التردد f/ Hz	الموضع الاول للرنين L/cm		المعدل L/cm	$\frac{1}{f}$ (sec^{-1})
	(1)	(2)		

4. سجل درجة حرارة المختبر في بداية التجربة وعند الانتهاء منها ثم جد المعدل.
5. استخدم المايكروميتر لإيجاد نصف قطر الانبوب الداخلي للرنين.
6. ارسم منحني لقيم L/cm على المحور العمودي مقابل $\frac{1}{f}$/sec على المحور الافقي كما في الشكل-3-.
7. اوجد ميل الخط المستقيم والذي يساوي عدديا $\frac{V}{4}$ ثم جد سرعة الصوت V اي ان: V= slope×4
8. اوجد قيمة خطأ النهاية ε عمليا وتساوي مقدار التقاطع OC التي حصلت عليها من الرسم، قارنها مع قيمة ε نظريا من المعادلة: ε=0.6*r
9. احسب سرعة الصوت نظرياً في درجة حرارة المختبر t مستخدما العلاقة التالية:

$$V=V_0\sqrt{\frac{T/K}{273}} \quad \ldots\ldots(5)$$

حيث V_0 تمثل سرعة الصوت في الهواء بدرجة الصفر المئوي وتساوي (331 m/s).

T : درجة حرارة المختبر بالكلفن وتساوي (t+273).

- **<u>اسئلة حول التجربة:</u>**

1. ما هو الرنين ولماذا يحدث؟
2. ما هي العوامل التي تؤثر على سرعة الصوت في الهواء؟ وكيف؟
3. ايهما أكبر سرعة الصوت في الهواء ام في داخل الماء؟ ولماذا؟
4. احسب سرعة الصوت إذا علمت ان طول عمود الهواء هو 18cm لعمود هواء مغلق وتردد الصوت 488Hz؟
5. ناقش العلاقة البيانية بين تردد الشوكة الرنانة وطول عمود الهواء وماذا يمثل التقاطع السالب الذي حصلت عليه من الرسم البياني؟

8
قانون اوم

- **الهدف من التجربة:** تحقيق قانون اوم عمليا وايجاد قيمة المقاومة المكافئة
- **الادوات المستخدمة:** اميتر، فولتميتر، مقاومة متغيرة (ريوستات)، مقاومة مجهولة، اسلاك توصيل، بطارية (مصدر جهد)
- **نظرية التجربة:** هناك علاقة بين التيار والجهد والمقاومة تدعى بقانون اوم والذي ينص على ان فرق الجهد (V) بين طرفي موصل يتناسب طرديا مع شدة التيار (I) المار في موصل بثبوت المقاومة. أي ان

$$V \propto I$$

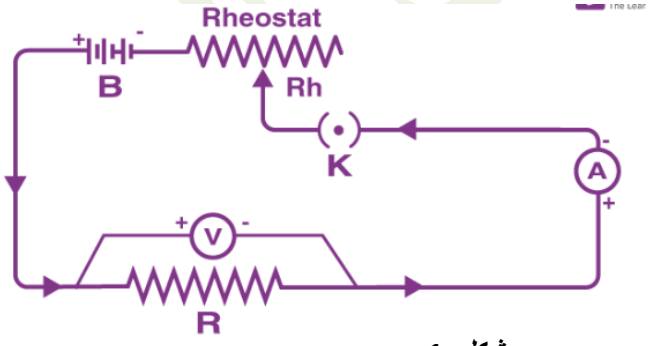
$$V = R \times I$$

$$R\ (\Omega) = \frac{V\ (Volt)}{I\ (Amper)} \quad \ldots\ldots(1)$$

R : كمية ثابتة لكل موصل وتسمى بمقاومة الموصل وتقاس بالاوم (Ω)

- **طريقة العمل:**

1. اربط الدائرة كما في الشكل (1):



شكل -1-

2. غير التيار من القيمة العظمى الى اصغر قيمة بواسطه المقاومة المتغيرة، خذ عدة قراءات مختلفة لكل من التيار (I) والفولتية (V).
3. دون القراءات في جدول كالاتي:

V(Volt)	I(Amp)

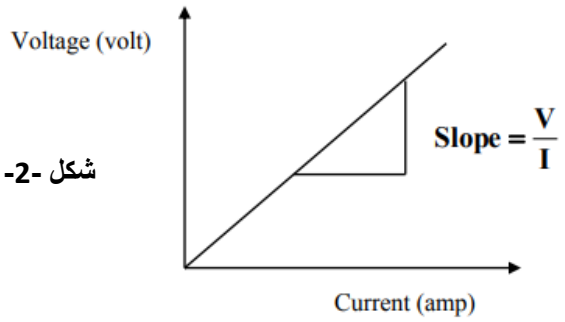
4. ارسم العلاقة البيانية بين قيم V/Volt على المحور العمودي وقيم I/Amp على المحور الافقي والمنحني يجب ان يكون خطا مستقيما يمر بنقطة الاصل (الشكل-2-) وبذلك يتم تحقيق قانون اوم.
5. احسب قيمة المقاومة R بحساب قيمة الميل للخط المستقيم حيث:

$$R(\Omega) = \text{Slope} = \frac{V}{I}$$

6. اربط مقاومتين معلومتين على التوالي وجد المقاومة المكافئة لها وذلك بقياس كل من الفولتية (V) والتيار(I).
7. احسب المقاومة المكافئة للمقاومتين نظريا باستخدام العلاقة: $R_{eq} = R_1 + R_2$ .....(2)
ثم قارن القيمة التي حصلت عليها في المعادلة (2) مع القيمة التي حصلت عليها عمليا من الفقرة رقم (6).
8. اربط مقاومتين معلومتين على التوازي وجد المقاومة المكافئة لهما بقياس كل من الفولتية (V) والتيار(I) حيث ان المقاومة المكافئة تساوي: $R_{eq} = \frac{V}{I}$
9. احسب المقاومة المكافئة للمقاومتين نظريا باستخدام العلاقة:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \ldots\ldots (3)$$

ثم قارن القيمة التي حصلت عليها من المعادلة (3) مع القيمة التي حصلت عليها عمليا من الفقرة رقم (8).



شكل -2-

- **<u>اسئلة حول التجربة:</u>**

1. على ماذا تعتمد قيمة المقاومة الاومية؟
2. لماذا يفضل ربط التوازي على ربط التوالي في الدوائر الكهربائية؟
3. عرف وحدة الاوم، مستخدما النظام الدولي للقياس
4. ماذا تستنتج من قيم المقاومة المكافئة التي حصلت عليها في ربط التوازي والتوالي؟

9
إيجاد معامل اللزوجة للسوائل

- **الهدف من التجربة:** ايجاد معامل اللزوجة لسائل شفاف باستخدام كرات معدنية وبتطبيق قانون ستوك.
- **الادوات المستخدمة:** انبوب زجاجي طوله حوالي متر مملوء بالسائل المراد ايجاد لزوجته، مجموعة من الكرات المعدنية المتساوية الاقطار، ساعة ايقاف، مسطرة مترية، احزمة مطاطية تستخدم لأخذ طول معين من الانبوب.

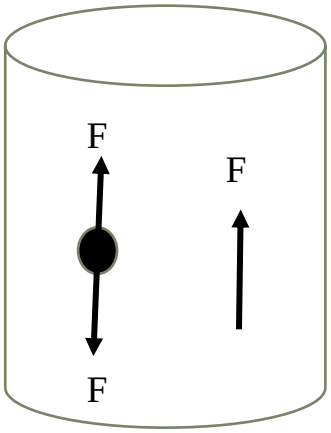
- **نظرية التجربة:** اللزوجة هي نوع من الاحتكاك الداخلي بين طبقات المائع المتجاورة وجسم صلب يتحرك فيه، باعتبار ان المائع مكون من طبقات ذات سماكات صغيرة موجودة فوق بعضها البعض.

اذا وضع المائع في اناء فأنه يمكننا وصفه وصفا كاملا من خلال اجزائه الثلاثة الاتية:

1. جزء ملاصق لجدار الاناء
2. جزء مجاور لجدار الاناء
3. جزء اخر داخلي

و لا شك ان سرعة جزيئات المائع الملاصقة لجدار الاناء اقل من سرعة جزيئات الطبقات المجاورة وذلك بسبب قوة التلاصق بين جزيئات المائع وجدار الاناء الذي يحتويه وتزداد سرعة جزيئات المائع كلما اتجهنا الى الداخل نحو مركز الاناء.

اذا اسقطنا كرة معدنية صلبة نصف قطرها r وكثافة مادتها ρ وسرعتها المنتظمة V_t في سائل لزج فانها تكون معرضة لثلاث قوى كما في الشكل (1):



شكل (1)

1. القوة ($F_1\downarrow$) الناتجة عن الجاذبية الارضية للكرة (وزن الكرة)

واتجاهها نحو الاسفل وتساوي حجم الكرة × كثافة مادة الكرة ×التعجيل الارضي

اي ان: $$F_1\downarrow = \frac{4}{3}\pi\, r^3 \rho_s\, g \quad \ldots\ldots(1)$$

2. القوة ($F_2\uparrow$) الناتجة عن دفع السائل للكرة نحو الاعلى (القوة الصعودية) وتساوي وزن كمية من السائل الذي كثافته ρ_L وحجمه يساوي حجم الكرة، اي ان:

$$F_2\uparrow = \frac{4}{3}\pi\, r^3 \rho_L\, g \quad \ldots\ldots(2)$$

3. قوة اللزوجة ($F_3\uparrow$) الناتجة عن لزوجة المائع واتجاهها الى الاعلى وهي تعيق حركة الكرة داخل السائل وتعتمد على معامل اللزوجة η ونصف قطر الكرة r وسرعتها المنتظمة V_t حسب قانون ستوك Stock's Law:

$$F_3\uparrow = 6\pi\eta r V_t \quad \ldots\ldots(3)$$

حيث ان سرعة الكرة تكون منتظمة اثناء حركتها داخل السائل، فهذا يعني ان مجموع القوى المؤثرة في الكرة نحو الاعلى ($F_2\uparrow+F_3\uparrow$) تساوي القوة الناتجة عن الجاذبية الارضية والمتجهة نحو الاسفل ($F_1\downarrow$)

وزن الكرة المعدنية = قوة اللزوجة + القوة الصعودية

$$F_1\downarrow = F_3\uparrow + F_2\uparrow \quad \ldots\ldots(4)$$

وبالتعويض عن قيم القوى F_1 و F و F_3 في العلاقة اعلاه نحصل على:

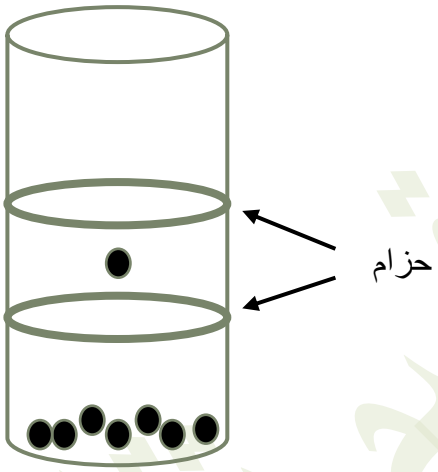
$$\eta = \frac{g\,(\rho_s - \rho_L)d^2}{18V_t} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

حيث d تمثل قطر الكرة، ρ_s كثافة الكرة المعدنية، ρ_L كثافة السائل. تستخدم هذه العلاقة (5) المعرفة بمعادلة ستوك لإيجاد معامل اللزوجة للسائل η

معامل اللزوجة: هو القوة السطحية المؤثرة على وحدة المساحات بين طبقتين من السائل البعد العمودي بينهما يساوي 1cm ويقاس بوحدة البواز(Poise) حيث ان: $p\ (poise) = \frac{gm}{cm.Sec}$

- **طريقة العمل:**

1. قس اقطار مجموعة من الكرات المتشابهة الاقطار باستخدام المايكروميتر.
2. احصر طولا" معينا" من الانبوب وليكن 90cm مثلا بين حزامين مطاطيين كما في الشكل (2).



3. دع الكرة تسقط سقوطا حرا داخل السائل واحسب الزمن الذي تستغرقه الكرة لقطع هذه المسافة (90cm).
4. غير المسافة بين الاحزمة المطاطية بمقدار 10cm وفي كل مرة احسب الزمن اللازم للكرة لقطع المسافة بين الحزامين المطاطيين. رتب قراءاتك كما في الجدول الاتي:

معدل قطر الكرات cm	
t/sec	**L/cm**

5. ارسم العلاقة البيانية بين المسافة L/cm على المحور العمودي والزمن T/sec على المحور الافقي (الشكل-3-) والتي تمثل خطاً مستقيماً دلالة على ان الجسم يتخذ سرعة نهائية ثابتة عند سقوطه في سائل لزج، جد السرعة V_t والتي تمثل ميل الخط المستقيم.
6. استخدم قيمة V_t التي حصلت عليها من الرسم البياني وكذلك ادخل قيم ρ_s ، ρ_L ، g ، d في العلاقة (1) واستخرج قيمة معامل اللزوجة η.
7. سجل درجة حرارة المختبر.

ملاحظات حول التجربة:

1. يجب ان تسقط الكرة بعيدا عن جدار الانبوبة حتى لايؤثر ذلك على سرعتها النهائية.
2. ان الكرة الساقطة لاتصل الى سرعتها النهائية مباشرة، ولأجل ضمان حصول السرعة النهائية فان الحزام المطاطي العلوي يجب ان يبتعد عن سطح السائل بمقدار 10cm على الاقل.
3. يجب تسجيل درجة حرارة السائل والتي تساوي درجة حرارة المختبر وذلك بسبب تغير اللزوجة بسرعة مع درجات الحرارة.

شكل -3-

أسئلة حول التجربة:

1. اشتق وحدة اللزوجة؟
2. على ماذا يعتمد معامل اللزوجة، وكيف؟
3. كيف يؤثر ارتفاع درجة الحرارة على لزوجة السوائل والغازات؟ ولماذا؟

10
قاعدة ارخميدس

- **الهدف من التجربة:** ايجاد الوزن النوعي لسائل ولأجسام صلبة.
- **الادوات المستخدمة:** ميزان حساس، اوزان، وعاء تجميع، وعاء ذو فتحة جانبية، جسم صلب، قطعة فلين، سائل (نفط)، خيط.
- **نظرية التجربة:** عندما يغمر جسم في مائع تؤثر عليه قوتان هما:

1. وزنه W ويكون متجها عمودياً نحو الاسفل.
2. قوة الطفو (وزن المائع المزاح) وتكون عمودياً متجهة نحو الاعلى.

تنص قاعدة ارخميدس على انه اذا غمر جسم في مائع فأنه يعاني قوة رفع نحو الاعلى من قبل السائل ويزيح من السائل بقدر حجمه لان حجم الجسم المغمور= حجم السائل المزاح

وكذلك فان الجسم المغمور في السائل يفقد من وزنه بقدر وزن السائل المزاح وقوة الطفو تساوي وزن الجسم المغمور.

يعرف الوزن النوعي (او الكثافة النسبية) لأي جسم بأنه النسبة بين كثافة مادة الجسم الى كثافة الماء النقي بدرجة $4C^{\circ}$ ويمكن التعبير عن ذلك بالعلاقة:

الوزن النوعي=كثافة المادة/ كثافة الماء النقي بدرجة $4C^{\circ}$ **.....(1)**

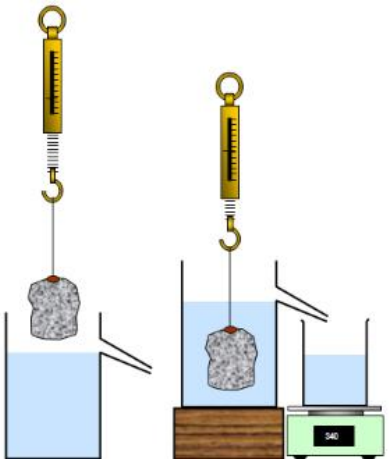
أو:

الوزن النوعي= وزن الجسم في الهواء/ وزن الماء المزاح من قبل الجسم.....(2)

- **طريقة العمل:**

اولا": الوزن النوعي لجسم صلب يغطس في الماء

1. زن الجسم الصلب في الهواء بالميزان وليكن W1
2. زن وعاء التجميع فارغاً وليكن W2
3. املأ الوعاء ذو الفتحة الجانبية بالماء تماما الى الحد الذي يبدأ عنده الماء بالانسكاب من الفتحة الجانبية ثم انتظر قليلا" حتى ينتهي انسكاب اخر قطرة ماء من الفتحة الجانبية.
4. اغمر الجسم الصلب المعلق بخيط في الوعاء ذو الفتحة الجانبية واجمع الماء المزاح من الفتحة باستخدام وعاء التجميع كما في الشكل (1):



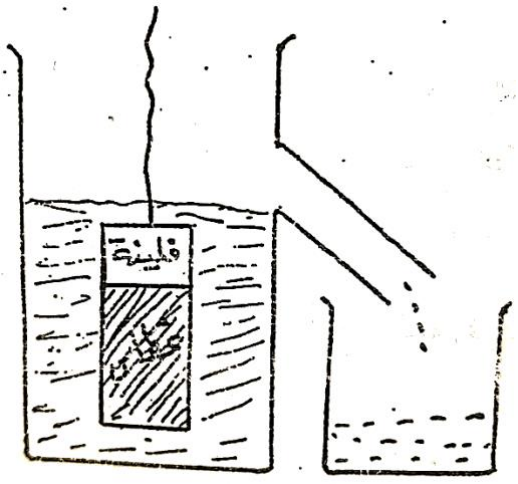
الشكل -1-

5. قم بوزن وعاء التجميع وما يحتويه من الماء المزاح وليكن W3
6. احسب الوزن النوعي للجسم الصلب باستخدام العلاقة (2) حيث:

$$\text{الوزن النوعي للجسم الصلب} = \frac{W1}{W3-W2} = \frac{\text{وزن الجسم في الهواء}}{\text{وزن الماء المزاح}}$$

ثانيا": الوزن النوعي لجسم صلب يطفو في الماء (الفلينة مثلاً):

1. جد وزن الفلينة في الهواء بالميزان وليكن W1
2. اغمر الغطاس (الجسم الصلب من الجزء الاول) بالماء ثم زن وعاء التجميع وما يحتويه من ماء مزاح من قبل الغطاس لوحده وليكن W2
3. علق قطعة الفلين والغطاس معاً بحيث يكون الغطاس في الطرف الاسفل من الخيط كما مبين في الشكل (2):



شكل -2-

4. دع الغطاس وقطعة الفلين ينغمران في الماء تماماً واجمع الماء المزاح من قبلهما
5. قم بوزن وعاء التجميع وما يحتويه من ماء مزاح من قبل الغطاس والفلين معاً وليكن W3
6. احسب الوزن النوعي لقطعة الفلين من العلاقة:

$$\text{الوزن النوعي للفلين} = \frac{W1}{W3-W2} = \frac{\text{وزن قطعة الفلين في الهواء}}{\text{وزن الماء المزاح من قبل الفلين}}$$

ثالثاً: الوزن النوعي لسائل (النفط مثلاً):

1. جد وزن الماء المزاح من قبل الجسم الصلب كما في الجزء الاول والذي يساوي (W3-W2)
2. جد وزن السائل المزاح من قبل نفس الجسم الصلب بعد غمره في سائل النفط وليكنW1
3. احسب الوزن النوعي للسائل من العلاقة:

$$\text{الوزن النوعي للسائل} = \frac{\text{وزن السائل المزاح من قبل الجسم الصلب}}{\text{وزن الماء المزاح من قبل نفس الجسم}} = \frac{W1}{W3-W2}$$

<u>ملاحظة</u>: كثافة الماء تساوي ($1\ gm/cm^3$) أو ($1000\ Kg/m^3$)

- **<u>اسئلة حول التجربة</u>:**

1. وزن الجسم في الماء اقل من وزنه في الهواء. علل ذلك؟
2. كرتان لهما نفس الحجم احداهما مصنوعة من الرصاص والاخرى من الالمنيوم غمرا في الماء ايهما تفقد من وزنها أكثر؟ ولماذا؟
3. ما الفرق بين الكثافة الحجمية والكثافة النسبية؟
4. احسب كلاً من الكثافة والوزن النوعي لجسم شغلت كتلة منه مقدارها (51 gm) ، حجماً مقداره ($75\ cm^3$) وذلك عند غمره بالماء.

11
الحرارة النوعية لجسم صلب

- **الهدف من التجربة**: إيجاد الحرارة النوعية لمادة صلبة بطريقة الخلط

- **الأدوات المستخدمة:** مسعر مع محرك وغطاء كما في الشكل (1)، حمام مائي، سخان كهربائي، محرار، كرة معدنية، ميزان

- **نظرية التجربة**: تعرف الحرارة النوعية بأنها كمية الحرارة اللازمة لزيادة درجة حرارة وحدة الكتلة من المادة بمقدار درجة مئوية واحدة، ووحدة قياسها $J/g.^oC$. يمكن حساب كمية الحرارة ΔQ التي يكتسبها او يفقدها جسم كتلته m وحرارته النوعية C عند تغير درجة حرارته بمقدار ΔT بالعلاقة الآتية:

$$Q=m\ C\ \Delta T \ldots\ldots. (1)$$

إن إيجاد الحرارة النوعية لكرة صلبة يعتمد على مبدأ التوازن الحراري والذي ينص على انه عند خلط مواد ذات درجات حرارة مختلفة تنتقل الحرارة من المواد الساخنة الى الباردة وتكون كمية الحرارة التي تفقدها الاجسام الساخنة تساوي كمية الحرارة التي تكتسبها الاجسام الباردة.

شكل (1)

ولإيجاد الحرارة النوعية C_b لجسم صلب كتلته m_b بطريقة الخلط، يسخن الجسم الصلب (الكرة في هذه التجربة) إلى درجة حرارة T_2 ثم يخلط مع كمية مناسبة من الماء كتلتها m_w موضوعة في مسعر كتلته مع المحرك m_c وحرارته النوعية C_c ودرجة حرارته (أي المسعر وبه المحرك والماء) T_1 وعند الاتزان فان الجسم الصلب يفقد كمية من الحرارة مقدارها Q_b وتصبح درجة حرارة المجموعة (أي المسعر وبه المحرك والماء والجسم الصلب الساخن) T_f. وبذلك يمكن تطبيق قانون التوازن كما يلي:

$$\Delta Q_b = \Delta Q_w + \Delta Q_c \ldots\ldots. (2)$$

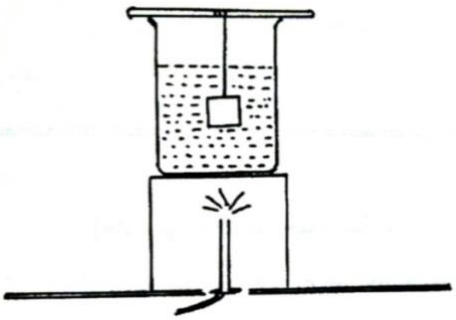
من المعادلة (1) يمكن إعادة كتابة المعادلة (2) كما يلي:

$$m_b(T_2 - T_f) = m_w C_w(T_f - T_1) + m_c C_c(T_f - T_1) \ldots (3)$$

ولإيجاد الحرارة النوعية للكرة، نعيد ترتيب المعادلة (3) لنحصل على الصيغة النهائية التالية:

$$C_b = \frac{(m_w C_w + m_c C_c)(T_f - T_1)}{m_b(T_2 - T_f)} \quad \ldots\ldots (4)$$

طريقة العمل:



شكل (2)

1. زن الكرة الصلبة وسجل كتلتها ولتكن m_b
2. زن الكأس الداخلي للمسعر مع المحرك وسجل كتلتهما ولتكن m_c
3. ضع كمية من الماء في المسعر بحيث تكفي لغمر الكرة (شكل-2-) ثم أعد وزنه مع المحرك والماء وسجل كتلتهم ولتكن m_{wc}، ثم احسب كتلة الماء m_w، قم بتسجيل درجة حرارة الماء والمسعر والمحرك الابتدائية ولتكن T_1
4. ضع الكرة في الحمام المائي مع المحرار وقم بوضع الغطاء بحيث يكون المحرار ملامساً للكرة وأترك الكرة تسخن وسجل درجة حرارتها T_2
5. أنقل الكرة بسرعة إلى المسعر بواسطة ماسك، ثم حرك الخليط (الكرة والماء) بلطف باستخدام المحرك ثم سجل درجة حرارة الاتزان T_f مع ملاحظة عدم ملامسة مقياس درجة الحرارة للكرة عند إلقائه داخل المسعر.
6. احسب الحرارة النوعية للكرة باستخدام المعادلة (4)

- **أسئلة ومناقشة حول التجربة:**

1. عرف الجول
2. من القيم التي حصلت عليها في التجربة، جد كمية الحرارة التي تفقدها الكرة بعد وضعها داخل المسعر
3. ماذا تعني زيادة ونقصان الحرارة النوعية للمواد؟

المصادر:

- الفيزياء العملية بوحدات/ إى آرمتياج- ترجمة الدكتور ادمون طوبيا جورج
- الفيزياء التجريبية التخصصية – الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج –المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
- كتاب فيزياء تمهيدية/ اعداد: الأستاذ عادل بن عبد الرحمن الحفظي
- الانترنت

رقم التجربة	اسم التجربة	الصفحة
1	البندول البسيط	1
2	اثبات قانون هوك	4
3	معامل الاحتكاك الشروعي	6
4	معامل انكسار الزجاج (البلوك الزجاجي)	9
5	معامل انكسار الموشور	12
6	البعد البؤري لعدسة محدبة	14
7	سرعة الصوت باستخدام انبوب الرنين المغلق من طرف واحد	17
8	قانون اوم	21
9	إيجاد معامل اللزوجة للسوائل	23
10	قاعدة ارخميدس	27
11	الحرارة النوعية لجسم صلب	30
	المصادر	32