تجربة البندول البسيط

الغاية من التجربة:

دراسة العلاقة بين طول البندول البسيط والزمن الدوري له وإيجاد قيمة التعجيل الأرضي (g).

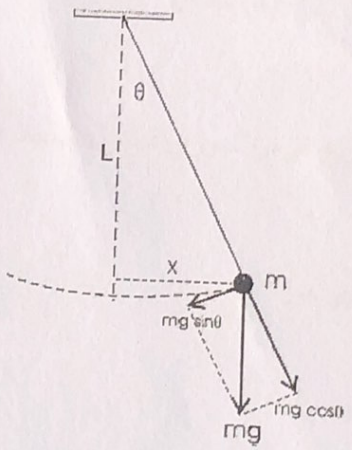
الأجهزة المستخدمة:

1- بندول بسيط (يتكون من كرة صغيرة وخيط رفيع وحامل يزيد عن النصف متر بقليل).
2- ساعة توقيت

النظرية:

يعرف البندول البسيط بانه جسم صغير عادة ما يكون على شكل كرة صغيرة معلق بخيط عديم الوزن غير قابل للتمدد.

وعند إزاحة البندول عن وضع التوازن بزاوية صغيرة مقدارها θ نجد أن كرة البندول تتُرد حول وضع



شكل (1) الحركة التوافقية البسيطة للبندول البسيط

التوازن بحركة دورية وتذبذبية وتسير على قوس طوله x من موضع الاتزان كما في الشكل (1).

وتعطى x بالعلاقة $x = L\theta$ حيث L طول البندول البسيط.

نجد من الشكل أن القوة المرجعة **F**(القوة التي تؤثر على الكرة لكي تعيدها لوضع الاتزان) تعطى بالعلاقة:

$$\mathbf{F} = -mg\ sin\theta \qquad \ldots\ldots (1)$$

حيث m كتلة الكرة و g التعجيل الأرضي.

من هذه المعادلة نلاحظ أن حركة البندول لا تكون حركة توافقية بسيطة إلا إذا كانت الزاوية θ صغيرة بحيث يمكن استبدال $\theta = sin\theta$ وبذلك تصبح المعادلة:

$$\mathbf{F} = -\mathrm{mg}\theta - \mathrm{mg}\left(\frac{\mathrm{x}}{\mathrm{L}}\right) \quad \ldots\ldots (2)$$

وفي حالة الحركة التوافقية فانه يمكن كتابة **F** كتالي:

$$\mathbf{F} = -\omega^2 \mathrm{xm} \quad \ldots\ldots (3)$$

حيث ω هي التردد الزاوي $\omega = 2\pi f$

و f هو تردد الحركة التوافقية، وحيث من المعروف أن الزمن الدوري (T) هو مقلوب التردد ويمثل زمن الذبذبة الواحدة للبندول البسيط. فانه يمكن كتابة المعادلة (3) بالشكل التالي:

$$\mathbf{F} = \frac{-4\pi^2 \mathrm{x}}{\mathrm{T}^2} \mathrm{m} \quad \ldots\ldots (4)$$

ومن المعادلتين (2) و(4) نجد أن:

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

وعليه فإن مربع الزمن الدوري للبندول البسيط هو:

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

والزمن الدوري هو:

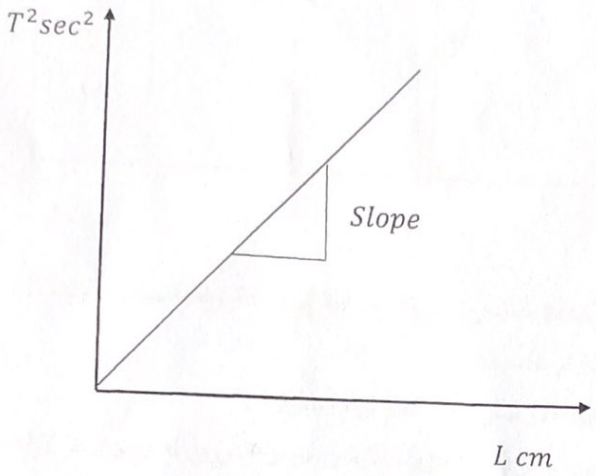
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \ldots\ldots (5)$$

طريقة العمل:

1- اجعل طول البندول L (المسافة من نقطة التعليق إلى سطح الكرة) حوالي 50 سم (ويجب ألا يقل طول البندول عن 10 سم حتى لا يكون الزمن الدوري صغيرا وبالتالي يكون قياس T صعبا).

2- أزح البندول بزاوية صغيرة حوالي 5° ثم اتركه يتذبذب، شغل ساعة الإيقاف واحسب الزمن اللازم لعمل 20 ذبذبة، سجل الزمن في الجدول (1)، ثم احسب زمن الذبذبة الواحدة T بالثانية، أوجد مربع الزمن الدوري T^2.

3- ارسم العلاقة بين T^2 على محور الصادات و L على محور السينات لتحصل على خط مستقيم ثم أوجد ميل هذا الخط (Slope).



4- أوجد قيمة التعجيل الأرضي من خلال:

$$g = \frac{4\pi^2}{Slope}$$

احسب نسبة الخطأ المئوي لقيمة g علما بان القيمة النظرية لـ g هي $9.8\ \frac{m}{s^2}$ أو $980\ \frac{cm}{s^2}$.

$$\text{نسبة الخطأ } (\%) = \frac{\text{القيمة النظرية} - \text{القيمة العملية}}{\text{القيمة النظرية}} \times 100\%$$

جدول (1):

L (cm)	$t_1\ (sec)$	$t_2\ (sec)$	$t_{avg} = \frac{t_1 + t_2}{2}$	$T = \frac{t_{avg}}{20}$	$T^2\ sec^2$
50					
40					
30					
20					
10					

أسئلة المناقشة:

1- إذا تركنا الكرة الصغيرة تتذبذب فإنها تتحرك حركة دورانية أم حركة توافقية بسيطة، ولماذا؟

2- هل العلاقة بين T^2 و L طردية أم عكسية؟

3- هل تتوقع أن تتغير قيمة التعجيل الأرضي بتغير كتلة كرة البندول؟

4- بندول بسيط طويل موجود في مختبر مادة الفيزياء إذا كان الزمن الدوري له $T = 5$ sec احسب طوله علماً بأن التعجيل الأرضي 980 سم / ثانية؟

5- ما هو الزمن الدوري؟

6- هل يختلف الزمن الدوري للبندول البسيط التوافقي المهتز عند مستوى سطح البحر عن الزمن الدوري لمثيله يهتز على قمة جبل؟ ولماذا؟

7- ماذا يحصل للزمن الدوري في بندول بسيط توافقي، عند مضاعفة طوله؟ عند مضاعفة سعة اهتزازه؟

قياس معامل اللزوجة

١. الغاية من التجربة:

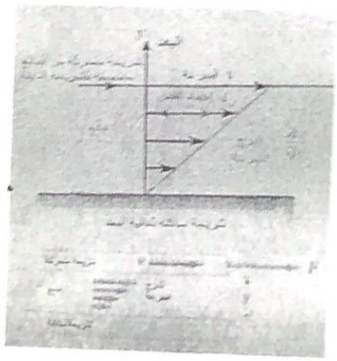
قياس معامل اللزوجة باستخدام قانون ستوكس

٢. تمهيد نظري:

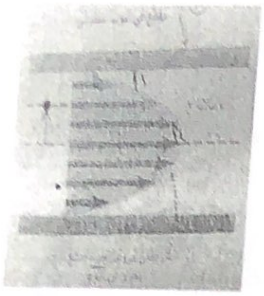
اللزوجة هي إحدى الخصائص المهمة للموائع(سوائل وغازات) تعبر عن مقاومة المائع لتغير شكله الذي يعينه الوعاء الحاوي عليه وذلك نتيجة تأثير قوى القص المؤثرة عليه عند محاولة تحريكه ينظر للزوجة على أنها مقدار مقاومة المائع لقوة تجبره على التحرك أو السيلان اذ من المعروف أنه كلما زادت لزوجة سائل قلت قابليته للجريان .

فيعرف معامل اللزوجة لمائع ما η في حالة الجريان الطبقي(الرقائقي) بأنه ثابت التناسب بين إجهاد القص τ الذي يمثل القوة المطبقة على واحدة السطح والتدرج في سرعة الطبقات المتتالية:

$$\eta \quad \frac{\tau}{\quad}$$



يظهر في الشكل المجاور حالة الجريان في الأنبوب وتدرج السرعة مع البعد عن محور الأنبوب.
وفي حال وجود جسم يتحرك في سائل لزج فإن هذا السائل سيعيق حركة الجسم بصورة متناسبة مع اللزوجة ولذلك سنستفيد من هذه الإعاقة في التحديد الكمي للزوجة السائل الذي يمكن استنتاجه كما يلي:



عندما تسقط الكرية في سائل لزج فإنها تخضع لتأثير ثلاث قوى كما في الشكل هي:

- قوة ثقل الكرية F_1 وتساوي:

$$F_1 = mg$$

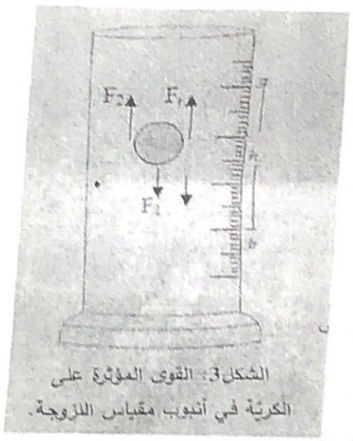
حيث $m = \rho_1 V$ و ρ_1 كثافة الكرية (كتلتها الحجمية) وV حجم الكرية
وبالتعويض في المعادلة السابقة نجد:

$$F_1 = \rho_1 Vg$$

- قوة دفع السائل للكرية (دافعة أرخميدس) F_2 نحو الأعلى وتعطى بالمعادلة :

$$F_2 = \rho_2 Vg$$

حيث ρ_2 كثافة السائل.



الشكل3: القوى المؤثرة على الكريّة في أنبوب مقياس اللزوجة.

- قوة لزوجة السائل $F_r = 6\pi\eta rv$
حيث v سرعة سقوط الكرية، r نصف قطر الكرية، η معامل لزوجة الوسط السائل التي تختلف باختلاف جملة الواحدات المستعملة وواحدتها في الجملة السغثية هي البواز poise حيث:

$1poise = 1g/cm.s = 0.1kg/m.s = 0.1N.s/m^2 = 0.1Pa.s$

تعريف البواز: هو شدة القوة المماسية لمنطقة من السائل مساحتها تساوي وحدة المساحة واللازمة للحفاظ على فرق في السرعة مقداره $1cm/s$ بين مستويين متوازيين من السائل تفصل بينهما مسافة$1cm$.

وبتعويض المعادلات السابقة في قانون نيوتن الثاني نجد:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = m\vec{a}$$

وبإسقاط هذه العلاقة على محور موجه نحو الأسفل باتجاه حركة السقوط وبإجراء العمليات الحسابية وبملاحظة أنه بازدياد السرعة يتناقص التسارع حتى تتساوي قوة الثقل مع محصلة قوتي دافعة أرخميدس وقوة المقاومة الناتجة عن لزوجة السائل وعندها ينعدم التسارع وتصبح حركة الكرة حركة مستقيمة منتظمة سرعتها الثابتة تعطى بالعلاقة

$$v_0 = \frac{2}{9}\frac{(\rho_1 - \rho_2)gr^2}{\eta}$$

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{(\rho_1-\rho_2)gr^2}{v_0}$$ او

تمكننا هذه العلاقة من حساب معامل اللزوجة لسائل بعد قياس السرعة الحدية v_0 ومعرفة نصف قطر الكرية r وكل من ρ_1 و ρ_2

٣. الأجهزة والأدوات

أنبوب أسطواني مدرج، سائل لزج كالغليسرين النقي، ميقاتية لقياس الزمنt، كريات زجاجية أو معدنية مختلفة الأقطار، دوارة لولبية لقياس أنصاف أقطار الكريات، ميزان حرارة.

٤. طريقة العمل:

- اسكب السائل(الغليسرين) المعلوم الكثافة ρ_2 في الأنبوب الأسطواني.
- ضع مميزتينa,b على الأنبوب الأسطواني، الأولى تقع على بعد 5cm من السطح الحر للسائل والثانية بالقرب من قاعدة الأسطوانة. قس المسافة بين العلامتين L
- اختر احدى الكريات وقم بقياس نصف قطرها (يؤخذ متوسط قياسين على الأقل).
- ابدأ بإسقاط الكرية في السائل اللزج مع مراعاة أن يبدأ الإسقاط من مركز اسطح الحر للسائل حتى تتحرك الكرية بحرية(لاحظ أن الكرية تسقط متسارعة في البدء ثم تنتظم سرعتها أي تبلغ السرعة الحدية v_0)
- عندما تصل الكرية إلى العلامة a الموجودة على جدار الأنبوب شغل الميقاتية وعندما تصل الكرية إلى العلامة b أوقف الميقاتية ثم سجل الزمن t الذي استغرقته الكرية لقطع المسافةL بين العلامتين
- احسب سرعة سقوط الكرية v_0 وذلك بتقسيم المسافة المقطوعة L على الزمن اللازم لقطعها
- احسب قيمة معامل اللزوجة من علاقة η المعطاة في الموجز النظري
- اعد التجربة من أجل كريات مختفة الأقطار
- دون النتائج التي حصلت عليها في الجدول التالي

$2r_1(mm)$	$2r_2(mm)$	$2\bar{r}(mm)$	$\bar{r}(mm)$	t (s e c)	$v_0(ms^{-1})$	η(poise)

- ارسم على ورقة ميلمترية تحولات v_0 بدلالة r^2 واستنتج معمل اللزوجة من ميل المستقيم الناتج.

معامل انكسار الزجاج (البلوك الزجاجي)

الادوات المستخدمة:

1-بلوك زجاجي على شكل متوازي مستطيلات.

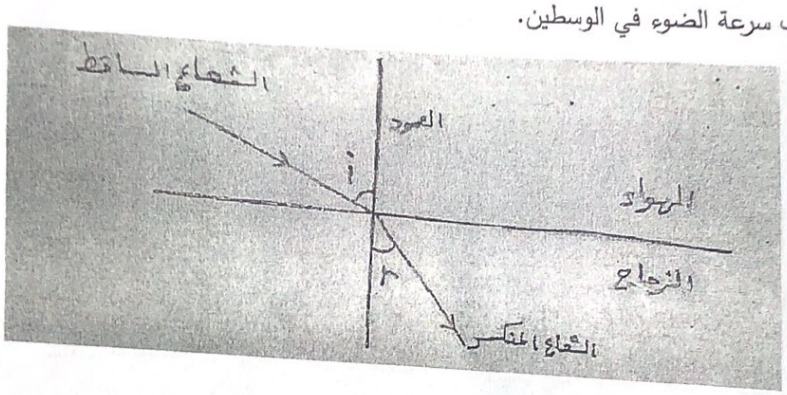
2- لوحة + ورقة بيضاء للرسم عليها.

3- دبابيس

4- منقلة لقياس الزوايا

نظرية التجربة:

عندما ينتقل الضوء من وسط الى اخر فانه يغير اتجاهه، وتدعى هذه الظاهرة بالانكسار، ويعود ذلك الى اختلاف سرعة الضوء في الوسطين.



حيث تدعى الزاوية i بزاوية السقوط.

وتدعى الزاوية r بزاوية الانكسار.

اذا انتقل شعاع ضوئي من وسط قليل الكثافة الضوئية (الهواء مثلاً) 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 اكبر من زاوية الانكسار (i > r).

ويعود ذلك الى الاختلاف في سرعة الضوء في الاوساط المختلفة، حيث تكون سرعته اقل في الاوساط الاكثر كثافة. ويحدث العكس عندما ينتقل الضوء من الزجاج الى الهواء.

يعرف معامل الانكسار المطلق لاي مادة شفافة بانه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ الى سرعته في المادة.

اي ان :

$$n = \frac{\text{سرعة الضوء فى الفراغ}}{\text{سرعة الضوء بالمادة}}$$

لقد وجد العالم سنيل ان حاصل ضرب معامل انكسار اي وسط وجيب زاوية سقوط الشعاع عليه هو مقدار ثابت مهما اختلفت الاوساط اي ان:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 = \text{constant}$$

حيث ان:

n_1 = معامل انكسار الهواء

n_2 = معامل انكسار الزجاج

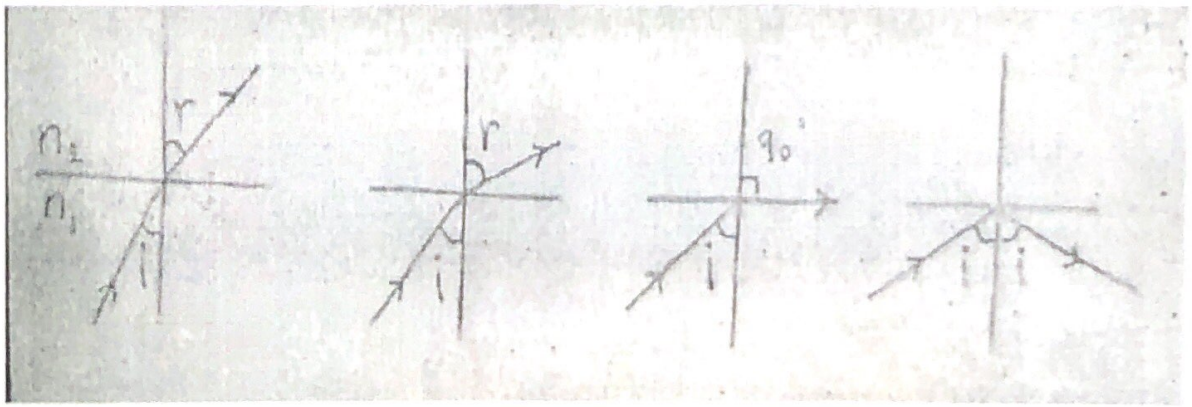
فاذا كان الوسط الاول هواء ($n_1=1$) والثاني زجاج فان معامل انكسار الزجاج (n_2) يعطى بالعلاقة:

$$\text{معامل انكسار الزجاج } n_2 = \frac{\text{جيب زاوية السقوط فى الهواء } \sin i}{\text{جيب زاوية الانكسارفي الزجاج } \sin r}$$

واذا مر شعاع ضوئي من وسط معامل انكساره n_1 الى وسط اخر معامل انكساره n_2 بحيث يكون $n_2 < n_1$ فان الشعاع ينكسر عند الحد الفاصل بينهما مبتعداً عن العمود.

وكلما ازدادت زاوية سقوط الشعاع الضوئي في الوسط الاول تزداد تبعاً لذلك زاوية الانكسار في الوسط الثاني الى ان تصل الحالة التي يكون فيها الشعاع المنكسر موزياً للسطح الفاصل بين الوسطين، وتسمى زاوية السقوط آنذاك بالزاوية الحرجة θ_c Critical angle.

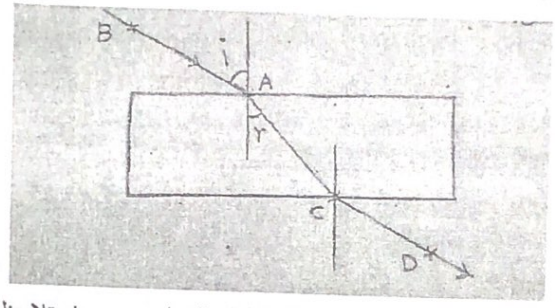
اما اذا ازدادت زاوية السقوط بحيث اصبحت اكبر من الزاوية الحرجة فان الشعاع الضوئي لايخرج من الوسط الثاني بل ينعكس كليا داخل الوسط الاول، وتسمى هذه الحالة بالانعكاس الداخلي كما موضح بالاشكال ادناه.



طريقة العمل:

1- ثبت ورقة الرسم على لوحة الرسم وضع البلوك الزجاجي عليها وارسم حدوده بقلم الرصاص.

2- ثبت دبوساً عمودياً في النقطة A في اللوحة بحيث يلامس حافة البلوك الزجاجي، ثم ثبت دبوساً اخر مثل B صل بخط مستقيم بينهما بحيث يصنع الخط الواصل بين الدبوسين مع الخط العمودي المقام من النقطة A زاوية مقدارها 30 درجة والتي تمثل زاوية السقوط أ. انظر الشكل.



3- انظر الى الدبوسين من الجهة الاخرى من خلال البلوك الزجاجي، بحيث تلاحظ الدبوسين A و B على استقامة واحدة، ثم ثبت دبوس اخر مثل C على الحافة بحيث يظهر على استقامة واحدة مع الدبوسين A و B.

4- ثبت دبوساً اخر مثل D بحيث تظهر الدبابيس الاربعة على استقامة واحدة.

5- ارفع البلوك الزجاجي وارسم خطاً يصل بين C وD.

6- قس زاوية الانكسار r داخل البلوك الزجاجي، ثم احسب معامل انكسار الزجاج من المعادلة.

7- كرر الخطوات اعلاه لزوايا سقوط مختلفة (40،50،60) 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 المناقشة:

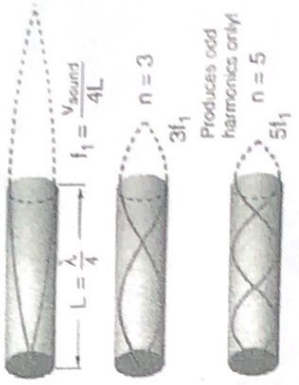
1- عرف ظاهرة الانعكاس الداخلي الكلي؟ وماهي استخداماتها.

2- هل يتبع الشعاع الضوئي القادم من الشمس مساراً مستقيماً خلال مروره بالغلاف الجوي المحيط بالارض؟

وقد وجد ان الطول الفعلي في حالة حدوث الرنين في انبوبة اسطوانية الشكل يعادل (L+ε)، حيث ان ε عبارة عن الزيادة في طول عمود الهواء وتدعى بتصحيح النهاية. لان موضع البطن يكون اعلى من فوهة الانبوب بقليل.
اي ان:

$\varepsilon=0.6*r$

حيث ان r تمثل نصف قطر انبوب الرنين الداخلي.



وبما ان سرعة اي موجة **v** تعتمد على ترددها وطول موجتها λ .
حيث ان :

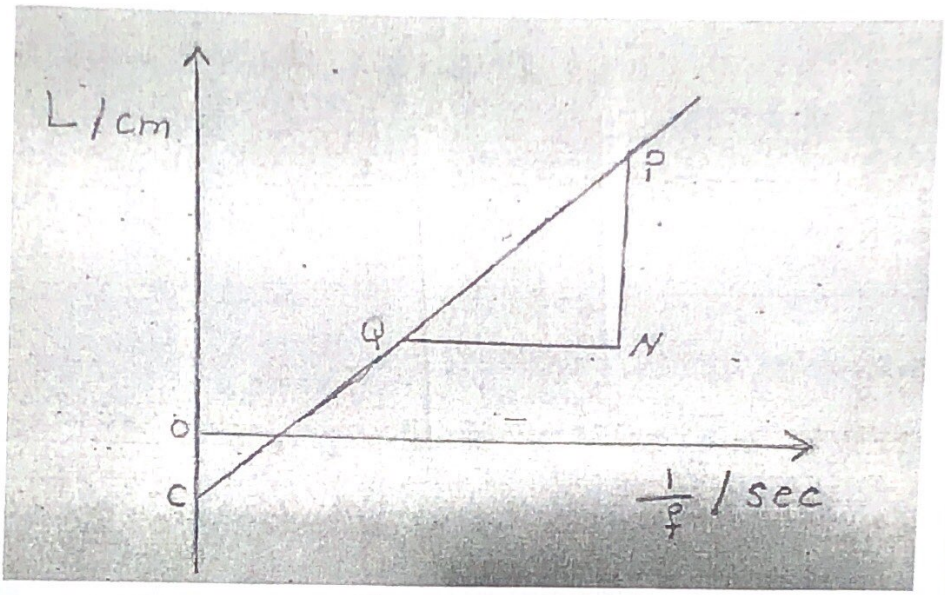
$V=f * \lambda$.....(2)

وباستخدام الموضع الاول للرنين نعوض عن قيمة λ من المعادلة(1) في المعادلة (2) فنحصل على:

$$L_1+\varepsilon=\frac{1}{4}\frac{V}{f}$$

$$L_1=\frac{V}{4}\frac{1}{f}-\varepsilon \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

وعلى هذا فان المنحني المرسوم بين قيم L_1(cm) على المحور العمودي مقابل قيم 1/f(sec) على المحور الافقي يكون خطا مستقيما ميله يساوي عددياً V/4 بينما التقاطع السالب على محور L عبارة عن قيمة ε (خطا نهاية الانبوب).



الشكل (2)

اذا سرعة الصوت V تكون:

$$v = 4 * slope$$

او

$$v = 4 * \frac{PN}{QN} \quad m/s$$

بالاضافة الى حساب خطأ النهاية ε = التقاطع oc

طريقة العمل:

1- هيئ الجهاز 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 ثم قس طول عمود الهواء L من نهاية الانبوب حتى سطح الماء تاكد من هذه القراءة بتغيير طفيف في طول عمود الهواء للحصول على افضل موضع لافضل رنين، كرر العملية مرتان لنفس التردد ثم خذ معدل L.

تجربة ايجاد البعد البؤري لعدسة محدبة

الهدف من التجربة:

ايجاد البعد البؤري لعدسة محدبة لامة (مجمعة) باستخدام الطريقة البيانية.

الادوات المستخدمة:

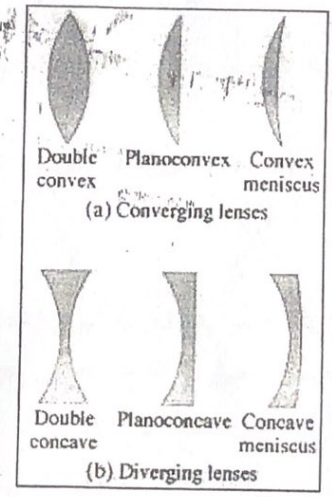
1- مصباح ضوئي عادي 12 فولت.
2- عدسة محدبة (لامة)
3- ركائز اومساند + جسم مثلا (شمعة او قلم او اي جسم اخر)
4- مسطرة مترية (شريط قياس)
5- شاشة او حائل لاظهار الصورة عليها.

نظرية التجربة:

العدسة هي وسيلة بصرية لإنكسار الضوء أثناء مروره بها، تتكون العدسة من مادة شفافة للضوء يحدها سطحان كرويان عادةً، وتسمى بالعدسة الكروية.

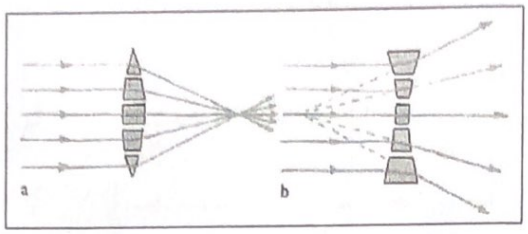
المهمة الابتدائية للعدسة هي تكوين صور حقيقية للاجسام، تصنع العدسات غالباً من الزجاج العادي الا ان هناك عدسات خاصة تصنع من مواد شفافة كالكوارتز والفلورايت.

وقد تكون العدسة محدبة الوجهين او محدبة مسطحة او محدبة مقعرة او مقعرة الوجهين اومقعرة مسطحة او مقعرة محدبة.

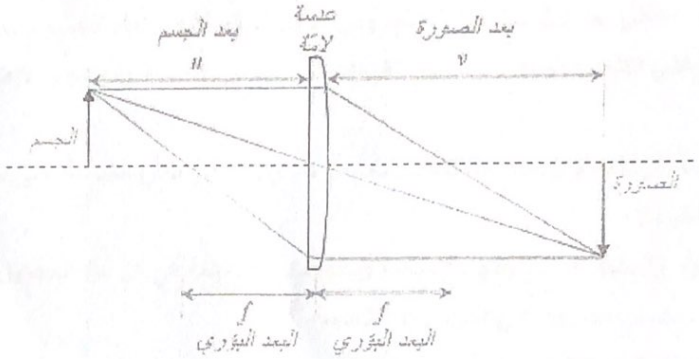


تتكون العدسة من اشكال مختلفة تبعاً لتكور سطحيها وهي قد تكون:

1- مجمعة (Converging) او ماتسمى موجبة القوة، وتمتاز بانها اكبر سمكاً في الوسط عنها في الاطراف، وعادةً تكون اشكالها اما محدبة الوجهين او مسطحة محدبة.



2- مفرقة (Diverging) او ماتسمى سالبة القوة، وتمتاز بانها سميكة عند الاطراف رقية عند الوسط واشكالها مقعرة الوجهين او مسطحة مقعرة.



* بؤرة العدسة: هي نقطة تجمع الأشعة المتوازية والموازية للمحور الرئيسي للعدسة بعد انكسارها في العدسة المحدبة.

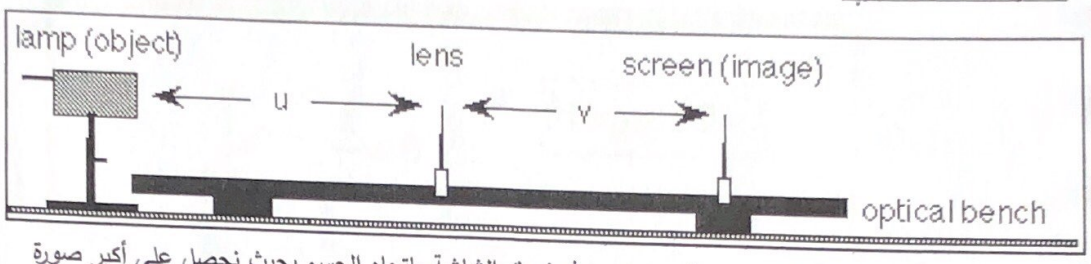
فاذا وضعنا جسماً على مسافة u من عدسة بعدها البؤري هو f، واذا اعتبرنا المسافة عن العدسة التي تتكون فيه الصورة هو v فتتحق العلاقة التالية المسماة بقانون العدسات:

$$1/f=1/u+1/v$$

لذلك اذا وضعنا جسم على بعد u يكون أكبر من بعد العدسة البؤريf نحصل على قيمة موجبة لـ v، أي أن الصورة حقيقية وتتكون من الجهة الأخرى للعدسة. معنى هذا أنه من الممكن إحضار شاشة ونصبها على بعد v من العدسة ونستطيع عندها رؤية صورة الجسم (مكبرة أو مصغرة)، وهذا هو أساس عملية التصوير.

أما إذا كانت قيمة u أصغر من قيمة f ، فتكون قيمة سالبة v ، أي أن الصورة تتكون على نفس الجهة الموجود فيها الجسم، وعندها تدعى صورة وهمية، فلا يمكن نصب شاشة حتى نرى عليها الصورة الوهمية، وهذا هو أساس عمل العدسة المكبرة.

الخطوات العملية للتجربة



1- نضع العدسة على بعد 20 سم من الجسم، ومن ثم نحرك الشاشة باتجاه الجسم بحيث نحصل على أكبر صورة واضحة وحادة على الشاشة ثم نقوم بتسجيل القراءات u البعد بين العدسة والجسم و v البعد بين العدسة والصورة على الشاشة.

2- نقدم العدسة إلى الامام باتجاه الشاشة بمسافة 5 سم ونعدل في مكان الشاشة حتى نحصل على اوضح واكبر صورة للجسم وناخذ القراءات.

3- نعيد الخطوة (2) لكل 5 سم باتجاه الشاشة ونعدل مكان الشاشة في كل مرة للحصول على اوضح واكبر صورة، وناخذ الأبعاد u و v للجسم والصورة على التوالي عن العدسة.

4- ندون القراءات الخاصة بالتجربة في جدول كالتالي :

البعد بين العدسة والجسم u(cm)	البعد بين العدسة و الشاشة v(cm)	$1/u\ (cm^{-1})$	$1/v\ (cm^{-1})$
20			
25			
30			
35			
40			

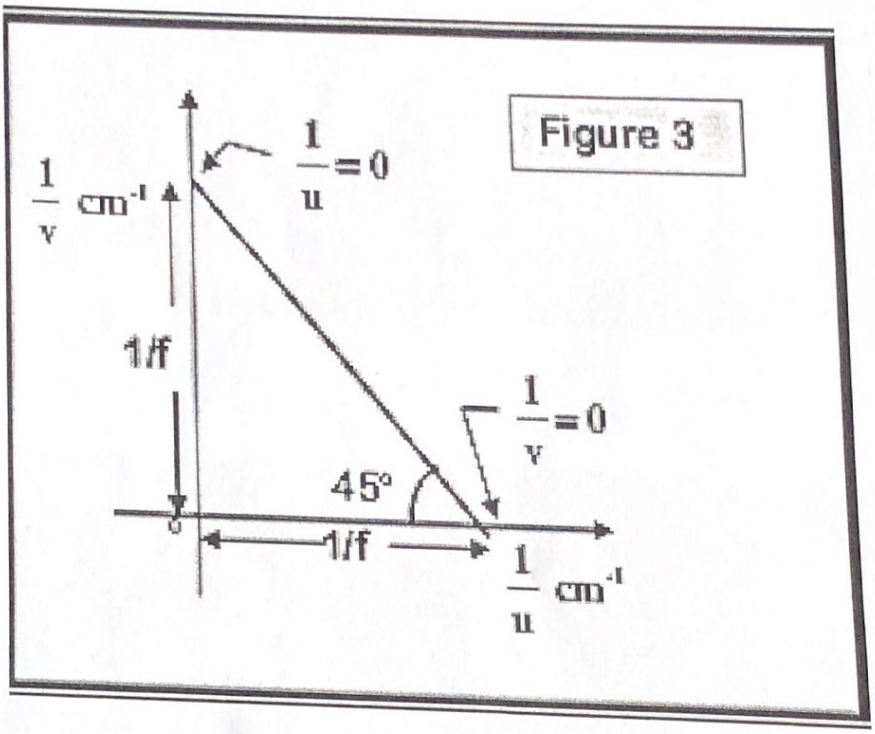
ومن خلال الرسم البياني بين قيم $1/v\ (cm^{-1})$ على المحور الصادي وقيم $1/u\ (cm^{-1})$ على المحور السيني، نجد البعد البؤري f وذلك من خلال القانون التالي:

$1/f=1/u+1/v$

وان تقاطع الخط المستقيم مع محور 1/u يعني ان 1/v=0 . اي ان 1/f=1/u.

وبنفس الطريقة تقاطع المستقيم مع محور 1/v يعني ان 1/u=0. اي ان 1/f=1/v.

من هاتين العلاقتين يمكن ايجاد قيمة البعد البؤري للعدسة f والتي يجب ان تكون متساوية وفي حالة عدم التساوي يؤخذ معدلهما.

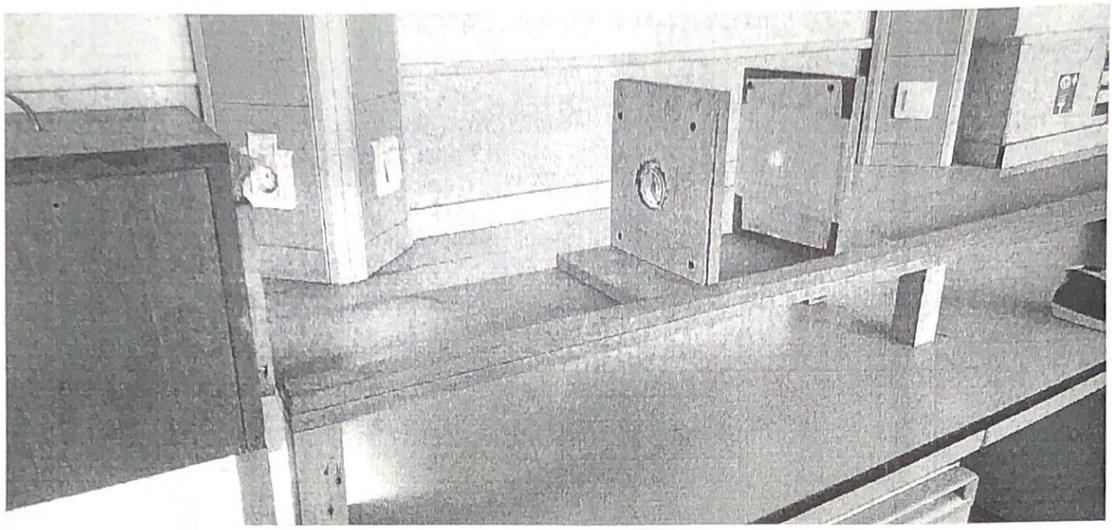


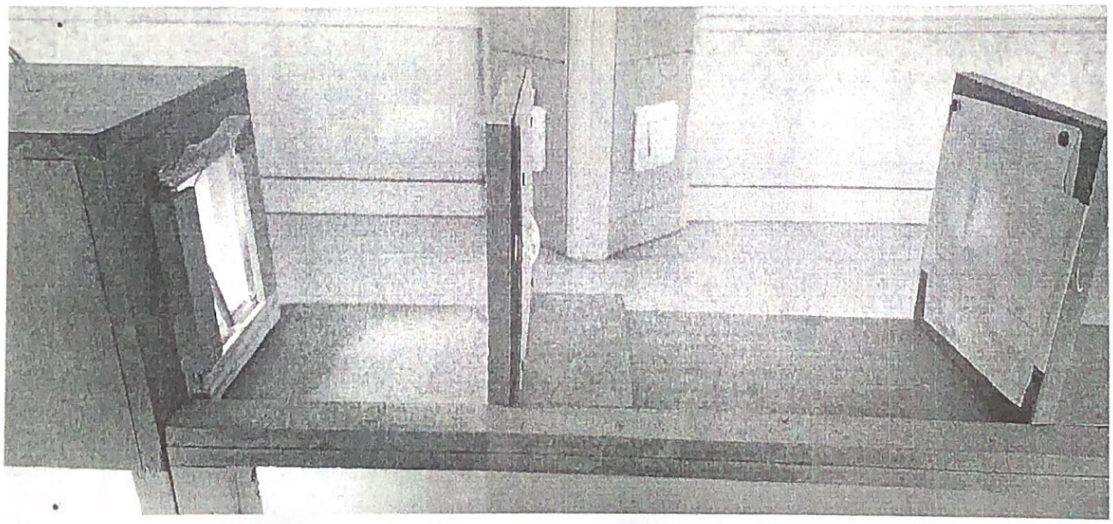
اسئلة المناقشة:

1- عرف مركز التكور، البعد البؤري.

2-وضح حالات تكون الصور في المرآة المحدبة مع الرسم؟

3- هل الصور التي تم الحصول عليها في المرآة المحدبة حقيقة ام خيالية؟





تجربة (3)

معامل الأحتكاك الشروعي بين سطحين

Coefficient of Static Friction between two Surfaces

الهدف من التجربة Aim of the Experiment

1- دراسة الاحتكاك بين سطحين متلامسين.

2-تعيين معامل الاحتكاك السكوني (الشروعي μ_μ) بطريقة السطح الافقي.

3- تعيين معامل الاحتكاك الشروعي بطريقة السطح المائل.

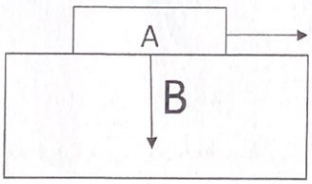
4-تعيين معامل الاحتكاك الانزلاقي (الحركي μ_μ).

الاجهزة المستخدمة Apparatus

1-جهاز معامل الاحتكاك. 2-قطعة من الخشب .3-حامل اثقال.4-اثقال.

نظرية التجربةTheory

اذا اثرت قوة ساحبة صغيرة Fنيوتن على جسم (A) موضوع على سطح (B) كما مبين في الشكل (1)



شكل (1)

ورغم عدم تحرك الجسم تتولد بين الجسمين قوة تساوي القوة الساحبة بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه وتدعى هذه القوة بقوة الأحتكاك Force of friction (F) واذا ازدادت القوة (F) تزداد معها قوة الاحتكاك حتى يشرع الجسم بالحركة وتدعى هذه القوة بقوة الاحتكاك الشروعي Force of static friction(μ_μ) وبعد ان يشرع الجسم بالحركة من السكون تدعى القوة اللازمة لأدامة حركته بسرعة منتظمة وعلى خط مستقيم بقوة الاحتكاك الانزلاقي Force of kinetic friction (μ_μ).

تنص قوانين الاحتكاك الشروعي بطريقة عملية على مايلي:-

قبل ان تصل قوة الاحتكاك منتهاها في القيمة تكون هذه معادلة للقوة المؤثرة على الجسم (القوة الساحبة باتجاه حركة الجسم).

1- قوة الاحتكاك (F) تتناسب طردياً مع القوة الضاغطة بين الجسمين المحتكين أي ان $F = \mu N$ حيث(μ) كمية ثابتة تدعى معامل الاحتكاك و(N) نيوتن هي القوة الضاغطة {القوة العمودية على السطح الذي يسير عليه الجسم}.

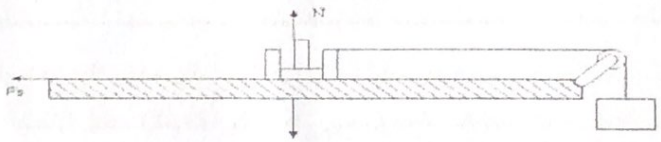
2- لاتعتمد قوة الاحتكاك بين الجسمين على مساحة السطحين المتلامسين.

طريقة العملMethod

أ- **<u>ايجاد معامل الاحتكاك الشروعي μ_μ بطريقة السطح الافقي</u>**

1- احسب كتلة القطعة الخشبية بواسطة الميزان ولتكن(W_1)Kg.

2 - ضع القطعة الخشبية على السطح الافقي للجهاز واربط نهايته بخيط دقيق يمر على بكرة ملساءوينتهي الخيط بحامل اثقال كما مبين في الشكل (2).



شكل (2)

3- اضف اثقال مناسبة في نهاية الحامل والتي تمثلMkgحتى تتحرك القطعة الخشبية بسرعة منتظمة.

4-احسب قيمة القوة الساحبة=كتلة الثقل المعلق × التعجيل الأرضي

5-ضع اثقالاً فوق القطعة الخشبية (A) فتكون كتلة الخشبة بما فيها من اثقال

$$W = (W_\mu + W_\mu)\ Kg$$

حيث W_μ كتلة الخشبة بالـ(kg).

و W_μ الاثقال الموضوعة فوق القطعة الخشبية بالـ(kg).

6- جد القوة الضاغطة من المعادلة

7-كرر الخطوات (3،4) لقيم مختلفة للثقل W_μ وجد ماياناظرها لـ(M) .

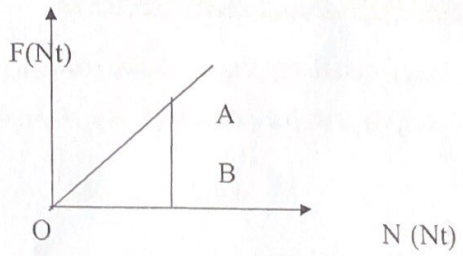
القياسات والحسابات Measurements and Calculations

1- رتب نتائجك حسب الجدول التالي

الكتل المعلقة M (Kg)	القوة الساحبة F=M xg (Nt)	كتلة الخشبة بما فيها من اثقال W (Kg)	القوة الضاغطة N=W×g (Nt)

2-ارسم العلاقة البيانية بين القوة الساحبة F(Nt) على محور الصادات والقوة الضاغطة N (Nt)على محور السينات ستحصل على خط مستقيم ميله يمثل معامل الاحتكاك الشروعي:

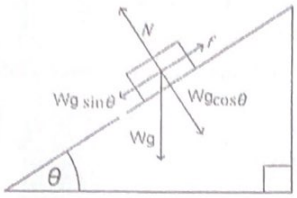
$$\mu_\mu = \frac{\mu\mu}{\mu\mu} =$$



شكل (3)

ب- <u>ايجاد معامل الاحتكاك الشروعي μ_μ بطريقة السطح المائل</u>

1- يمكن ايجاد معامل الاحتكاك الشروعي بين القطعة الخشبية (A) واللوح الخشبي (B) وذلك بجعل اللوح (B) سطحاً مائلاً كما مبين في الشكل (4).



شكل (4)

2- زد ميل السطح (او اللوح الخشبي B) بزاوية قيمتها θ حتى تشرع القطعة الخشبية بالحركة بسرعة منتظمة على اللوح الخشبي (B) ثم جد ظل الزاوية ($\tan\mu$)حسب المعادلة ادناه:

$$\mu_\mu = \frac{\mu}{\mathrm{N}} = \frac{\mu\ \mu \sin\mu}{\mathrm{W}\mu\cos\theta}$$

$$\therefore \mu_\mu = \tan\mu$$

حيث ان(μ_μ) معامل الاحتكاك الشروعي.

و (μ) زاوية الاحتكاك الشروعي.

ج- <u>ايجاد معامل الاحتكاك الانزلاقي μ_μ بطريقة السطح المائل</u>

من الممكن ايجاد معامل الاحتكاك الانزلاقي بين القطعتين الخشبيتين بنفس الطريقة السابقة على ان يطرق اللوح الخشبي (B) قليلاً وبهدوء اثناء اجراء التجربة ومن ثم جد ظل الزاوية

$$\mu_\mu = \tan\mu$$

حيث ان (μ) زاوية الاحتكاك الانزلاقي.

الأسئلة Questions

1- هل ان معامل الاحتكاك الشروعي يختلف بزيادة الاثقال فوق القطعة الخشب ام لا؟

2- أيهما اكبر معامل الأحتكاك الشروعي أم الانزلاقي؟

3- هل الأحتكاك موجود فقط في المواد الصلبة؟

4- ناقش العلاقة البيانية بين القوة الساحبة والقوة الضاغطة،وماذا تستنتج من الرسم البياني ؟