Part Three القسم الثالث

Light and Sound الضوء والصوت

15- البعد البؤري لعدسة لامة بالطريقة العامة

The focal length of collecting lenses using the general method

16- معامل انكسار مادة الزجاج

The refractive index of glass

17- تعيين معامل انكسار الزجاج وتحقيق قانون سنل

Determining the glass refraction index and confirming Snil's Law

18- المرايا الكرويه

Spherical mirrors

19- سرعة الصوت

Sound velocity

obeikandl.com

obeikandl.com

Experiment No (15)

تجربة رقم (15)

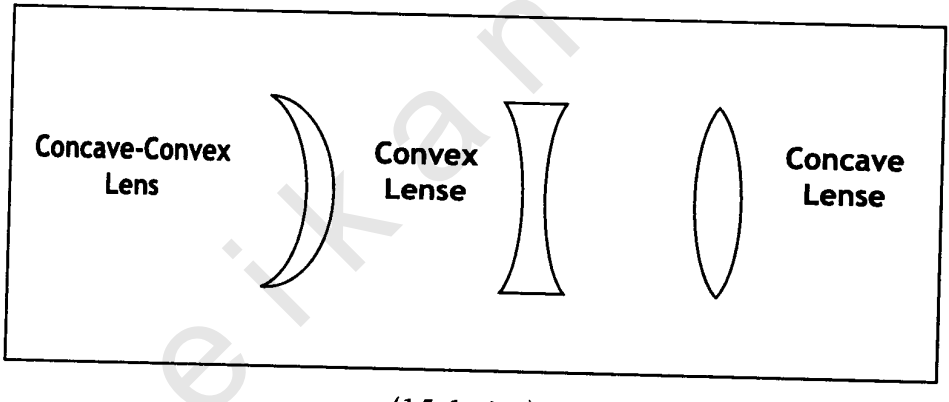
اسم التجربة : البعد البؤري لعدسة لامة بالطريقة العامة

Experiment Name : The focal length of collecting lense using the general method

Experiment Theory

(15.1) نظرية التجربة

العدسة هي جسم شفاف مصنوع من مادة زجاجية بأشكال مختلفة فهناك عدسات محدبة *Concave lens*، ومقعرة *Convex lens*، وعدسة محدبة ومقعرة في الوقت نفسه *Concave Convex lens*، انظر الشكل (15.1) :

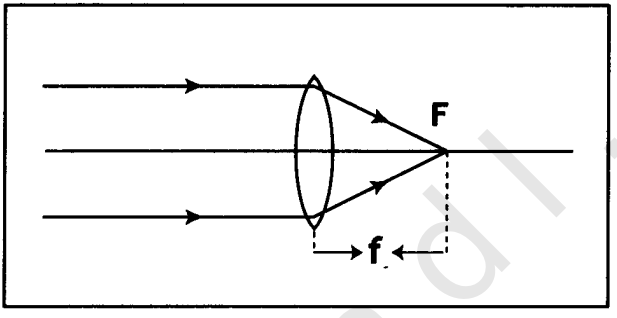


(شكل 15.1)

وهذه الأشكال لها خصائص مثل : نصف قطر التكور *Curvature radius*، المحور البصري *Optical axis*، ومركز العدسة *Lens Center*.

ومن أهم ما يميز العدسة، بعدها البؤري *Focal length* حيث نستطيع تحديده على النحو الآتي :

نضع العدسة على حامل ونضع أمامها مصدراً ضوئياً على امتداد محورها (البصري) الرئيسي ثم نحاول أن نستقبل أوضح صورة على شاشة موضوعة خلف العدسة فيكون موضع هذه الصورة هو البؤرة (F) (*Focal Point*) انظر الشكل (15.2).



(شكل 15.2)

ويكون البعد البؤري للعدسة هو المسافة بين البؤرة وقطب العدسة (*Focal Length*) ، ونرمز له بالرمز (f) ويمكن كتابة القانون العام للعدسات على النحو الآتي :

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{U}+\frac{1}{V} \qquad (\ 1/cm\ )$$

أو عند حساب قوة العدسة :

$$P=\frac{100}{f}=\frac{100}{U}+\frac{100}{V} \qquad (\text{ ديوبتر })$$

(15.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تحديد البعد البؤري (f) وقوة التكبير (P) لعدسة لامة باستخدام الطريقة العامة.

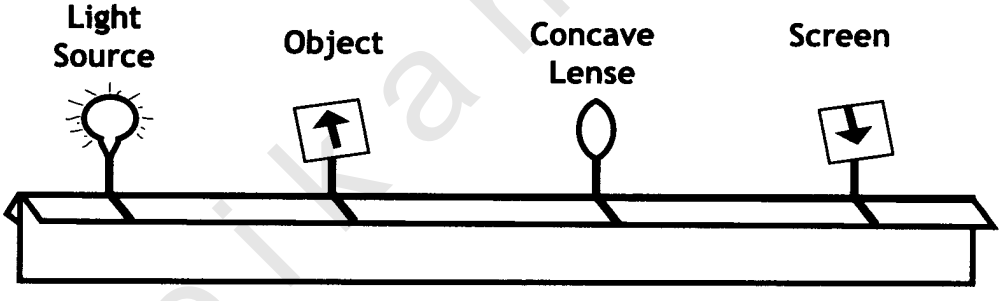
Determining the focal length and the power of collecting lens using the general method.

(15.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

عدسة لامة *Collecting lens*، شاشة *Screen*، مصدر ضوئي *Light source*، جسم، منضدة *Optical pench*.

(15.4) طريقة العمل *Procedure*

1- ضع مصدراً ضوئياً أمام العدسة مع جسم مناسب ثم استقبل أوضح صورة للجسم على الشاشة انظر الشكل (15.3).



(شكل 15.3)

2- قس المسافة بين الجسم والعدسة ولتكن (U)، ثم قس بعد الشاشة عن العدسة ولتكن (V).

3- غير بعد الجسم عن العدسة لعدة مرات وفي كل مرة حرك الشاشة حتى تحصل على أوضح صورة.

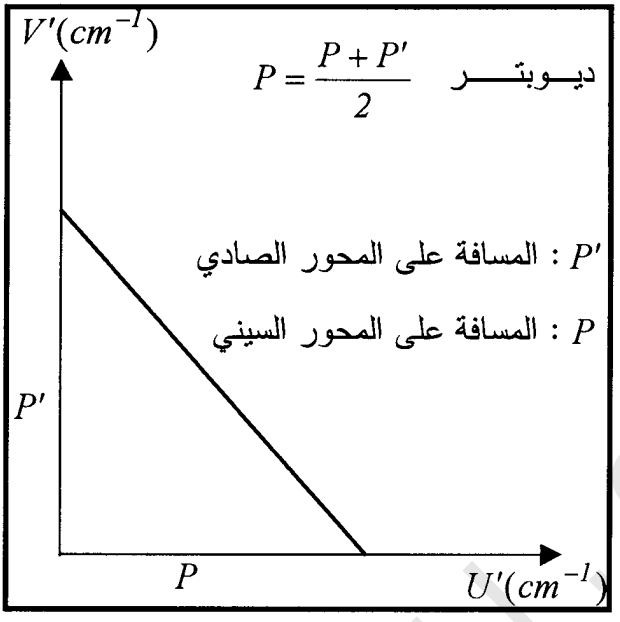
4- سجل قراءاتك في جدول مناسب، انظر الجدول (15.1).

U بعد الجسم عن الشاشة cm^{-1}	V بعد الصورة عن العدسة cm^{-1}	$U' = 100/U$ cm^{-1}	$V' = 100/V$ cm^{-1}	$U'+V'$

(جدول 15.1)

5- ارسم خطاً بيانياً بين (U') على المحور السيني و (V') على المحور الصادي لتحصل على خط مستقيم يقطع كلا المحورين في بعدين متساويين عند نقطة الأصل حيث تمثل المسافة بين كل نقطتي تقاطع ونقطة الأصل قوة العدسة (P). انظر الشكل (15.4).

obeikandl.com



(شكل 15.4)

6- أوجد البعد البؤري (f) من العلاقة :

$$f = \frac{100}{P} \ cm$$

1- عرف البعد البؤري، البؤرة، المركز البصري.

2- تبلغ المسافة الفاصلة بين الجسم والعدسة $(30cm)$، كما تبلغ المسافة بين موقع الصورة والعدسة $(40cm)$.

أوجد: 1- البعد البؤري للعدسة (f).

2- قوة تكبير العدسة (P).

3- إذا كان لديك عدسة مجهولة البعد البؤري، هل يمكنك تحديد بعدها البؤري بطريقة مباشرة وسريعة ؟ وضّح ذلك.

4- ماذا نسمي المحور الذي يقع عليه كل من الجسم والصورة والعدسة ؟

5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

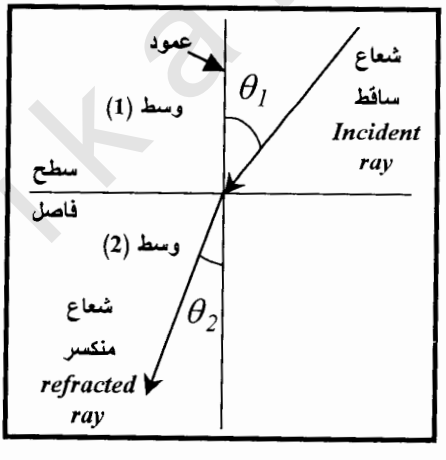
obeikandl.com

Experiment No (16) تجربة رقم (16)

اسم التجربة : معامل إنكسار مادة الزجاج
Experiment Name : The refractive index of glass

(16.1) نظرية التجربة *Experiment Theory*

عند سقوط شعاع ضـــــوئي *incident ray* على سطح مستو فاصل بيـــن وسطين [وسط (1)، وسط (2)] كالهواء والماء مثلاً مختلفين في الكثافة فـــإن هذا الشعاع يعاني انكساراً *refracted ray* عند انتقاله بين الوسطين، انظر الشـــكل (16.1).



(شكل 16.1)

obeikandl.com

1- إن الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود على السطح الفاصل بين الوسطين تقع جميعها في مستوى عمودي على هذا السطح.

2- توصل العالم سنل (*Snil*) إلى أن النسبة بين جيب زاوية السقوط θ_1 (*angle of incidence*) وجيب زاوية الانكسار θ_2 (*angle of refraction*) نسبة ثابتة للمادة الواحدة وتسمى بمعامل الانكسار وهو ما يعرف (*refraction index*) ويرمز له بالحرف (n) وهو ما يسمى بمعامل الانكسار المطلق.

$$n = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$$

(16.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تعيين معامل الانكسار لمادة الزجاج باستخدام قانون سنل .

Determining the refractive index of glass using snell's law.

(16.3) الأدوات المستخدمة *Apparatus*

متوازي مستطيلات من الزجاج (*glass block*)، مجموعة من الدبابيس (*pins*)، مسطرة (*ruler*)، منقلة (*protractor*)، لوح رسم (*drawing board*).

obeikandl.com

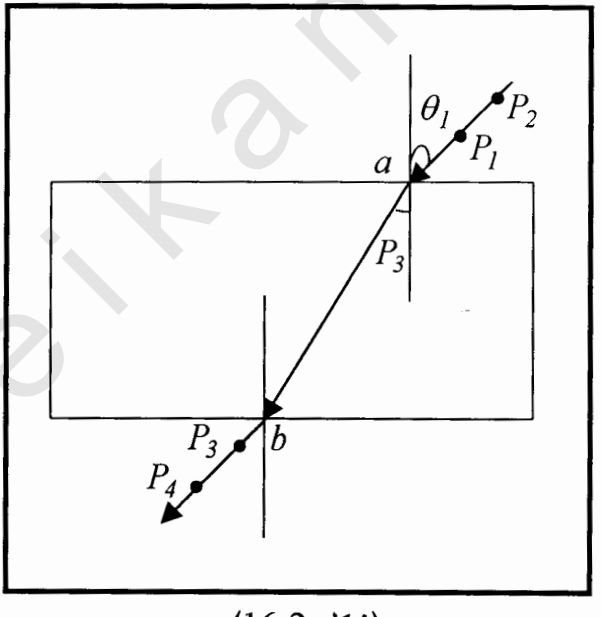
(16.4) خطوات العمل *Procedure*

1- ضع متوازي المستطيلات على الورقة وحدد مكانه بالقلم ثم ارفعه على الورقة انظر الشكل (16.2).

2- حدد موضعين (P_2,P_1) ثم صل بينهما بخط مستقيم حتى يلاقي سطح متوازي المستطيلات في نقطة (a) ثم أقم من هذه النقطة عموداً على سطح متوازي المستطيلات.

3- اعد متوازي المستطيلات إلى مكانه على الورقة وثبت دبوسين عند (P_2,P_1) ثم انظر من الوجه المقابل وثبت دبوسين (P_4,P_3) على استقامة صورة الدبوسين (P_2,P_1).

4- ارفع المتوازي والدبابيس وحدد موضع الدبوسين (P_4,P_3) وصل بينهما حتى يلاقيا وجه المتوازي في نقطة (b) ثم صل بين (b,a) وأقم عموداً من (b) على وجه المتوازي.



(شكل 16.2)

obeikandl.com

5- قس بالمنقلة الزاوية θ_1، والزاوية θ_2.

6- احسب معامل الانكسار من العلاقة :

$$n = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$$

7- كرر الخطوات التالية ثلاث مرات مغيراً في كل مرة موضع الدبوسين (P_2, P_1).

8- سجل قراءاتك في الجدول (16.1).

9- خذ المتوسط الحسابي لمعامل الانكسار (n) من قراءاتك الثلاثة.

	θ_1	θ_2	$\sin\theta_1$	$\sin\theta_2$	$n = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$	*n (Average)*
1						
2						
3						

obeikandl.com

1- مستفيداً من معامل الانكسار الذي حسبته أحسب زاوية الانكسار لشعاع ضوئي سقط بزاوية ($55°$) على العمود القائم على وجه متوازي المستطيلات الزجاجي.

2- عرِّف : الانكسار، معامل الانكسار.

3- اذكر بعض الظواهر المرتبطة بانكسار الضوء.

4- هل تعتقد بأن طول الموجة الضوئية الساقطة على وجه متوازي المستطيلات يؤثر على معامل الانكسار ؟ وضِّح ذلك.

5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com

obeikandl.com

Experiment No (17) تجربة رقم (17)

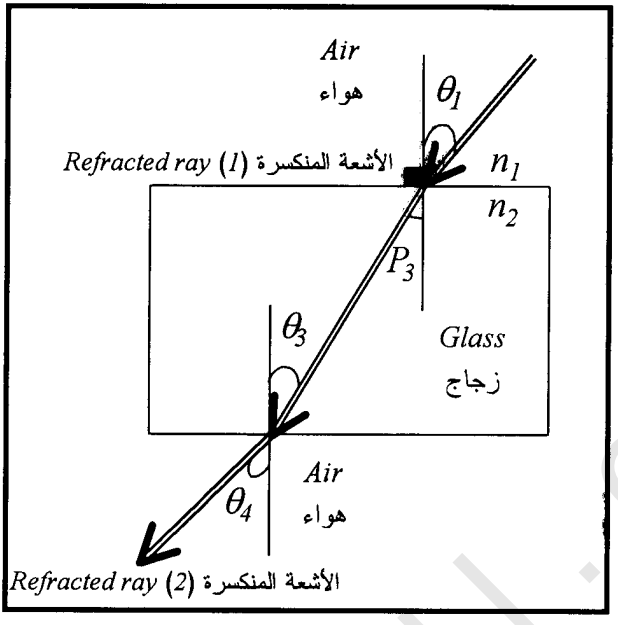
اسم التجربة : تعيين معامل انكسار الزجاج وتحقيق قانون سنل

Experiment Name : Determining the glass refraction index and confirming Snil's Law

(17.1) نظرية التجربة *Experiment theory*

إن مشاهدة المسطرة المغمور نصفها في كأسٍ من الماء وكأنها مكسورة، وكذلك مشاهدة قطعة من النقود المعدنية في قعر كأس مملوءة بالماء أقرب من موقعها الفعلي، تُفسَّر بناءً على الظاهرة الضوئية المعروفة باسم الانكسار (*Refraction*)، والانكسار هو عبارة عن التغيير الحاصل على الأشعة الضوئية (*Light Ray*) عندما تنتقل من وسط إلى آخر، والانتقال هنا يعني التغيير الحقيقي في كثافة الأجسام التي يمر خلالها الضوء وبالتالي تغير سرعته (*Change In Light Velocity*)، وهذه الظاهرة يمكننا ملاحظتها سواءً عند انتقال الأشعة الضوئية من وسط أقل كثافة إلى آخر أكثر كثافة أو بالعكس، وسنوضح ذلك من خلال ملاحظة ما يحدث للأشعة الضوئية الساقطة (*Incident Ray*) على لوح من الزجاج، انظر الشكل (17.1).

obeikandl.com



(شكل 17.1)

اللوح الزجاجي هو عبارة عن متوازي مستطيلات من مادة الزجاج، كل وجهين فيه متقابلين ومتوازيين، فعندما تسقط الأشعة الضوئية على أحد الوجهين المتقابلين فإنها تنتقل من الوسط الأول (الهواء) ذي معامل الانكسار (*Refraction Index*) (n_1)، إلى الوسط الثاني (الزجاج) ذي معامل الانكسار (n_2)، وبهذا يعاني الشعاع الساقط بزاوية (θ_1) انكسار مقترباً من العمود المقام عند نقطة التقائه مع لوح الزجاج مقترباً من العمود، ثم يسقط مرة أخرى بزاوية (θ_3) على الوجه المقابل، ليعاني من انكسار آخر لدى انتقاله من الزجاج ذي المعامل (n_2) إلى الهواء ذي المعامل (n_1) مبتعداً هذه المرة عن العمود المقام عند نقطة التقائه من الداخل مع اللوح الزجاجي وبزاوية مقدارها (θ_4).

لقد وجد العالم سنل (*Snil*) أن كلاً من الشعاعين الساقط والمنكسر يتعلقان ببعضهما وتربطهما العلاقة الرياضية التالية :

$$n_1 \, Sin\, \theta_1 = n_2 \, Sin\, \theta_2$$

حيث إن :

n_1 : هو معامل انكسار الوسط الأول (*First medium refraction index*)

θ_1: زاوية سقوط الشعاع في الوسط الأول

n_2 : هو معامل انكسار الوسط الثاني (*Second medium refraction index*)

θ_2: زاوية انكسار الشعاع في الوسط الثاني

وإذا ما عدنا إلى الشكل (17.1) نجد أننا أمام حالتين تستندان إلى هذا القانون الهام في علم البصريات (*Optics*) فالحالة الأولى هي :

$$n_1 \, Sin\, \theta_1 = n_2 \, Sin\, \theta_2$$

والحالة الثانية هي :

$$n_2 \, Sin\, \theta_3 = n_1 \, Sin\, \theta_4$$

وهما تعبران عن المراحل الثلاثة التي يمر بها الشعاع الضوئي من الهواء إلى الزجاج ثم من الزجاج إلى الهواء.

(17.2) الهدف من التجربة ***Experiment Goal***

الهدف من هذه التجربة هو إيجاد معامل الانكسار للزجاج عملياً وكذلك تحقيق قانون سنل.

Determining the glass refraction index and confirming Snil's Law.

(17.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

لوح زجاجي على شكل متوازي مستطيلات (*Glass Blook*)، دبابيس (*Pins*)، مسطرة ومنقلة لقياس الزوايا (*Ruler, Protractor*)، أوراق بيضاء كبيرة الحجم (*A3*) (*White Papers*)، لوح رسم (*Drawing board*).

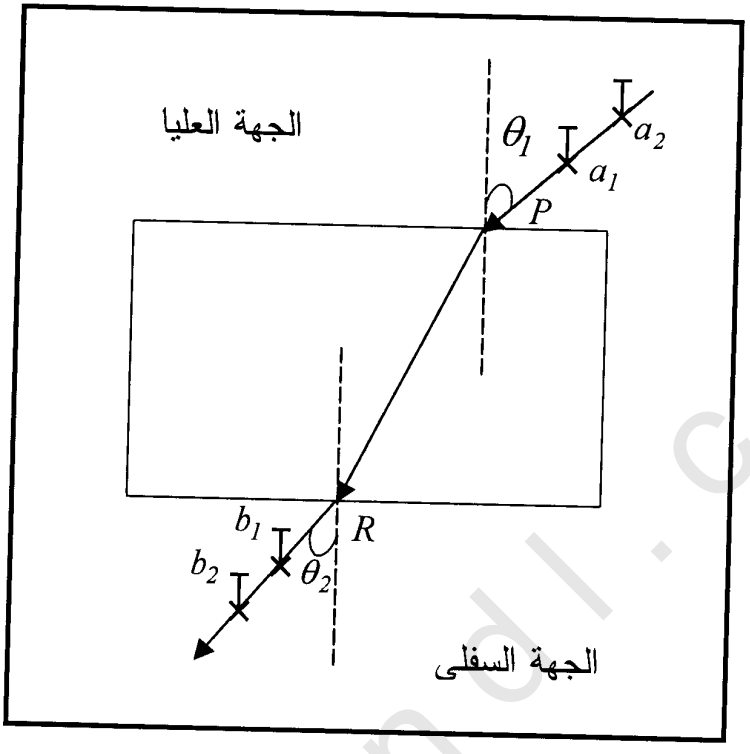
(17.4) طريقة العمل *Procedure*

1- ضع متوازي المستطيلات الزجاجي على الورقة البيضاء الكبيرة ويفضل أن تكون من النوع (*A3*)، ثم ثبت بواسطة قلم رصاص موضعه بشكل صحيح، انظر الشكل (17.2).

2- قم الآن باختيار موضعين عند جهة اللوح الزجاجي العليا وليكونا (a_1, a_2) حيث يمكنك اعتبارهما شعاعاً ضوئياً ساقطاً (*Incident Ray*)، وذلك بعد وضع علامة (X) عند كلٍ منهما وتثبيت دبوس معدني صغير عند تقاطع (X) تماماً، لتحصل على خط مستقيم يمر بالنقطتين ويتقاطع مع موضع اللوح الزجاجي عند النقطة (*P*)، انظر الشكل (17.2).

3- أعد اللوح الزجاجي إلى موضعه فوق الورقة البيضاء ثم انظر من الجهة السفلى للوح الزجاجي راصداً صورة الدبوسين، وذلك لتثبيت دبوسين آخرين ينطبقان تماماً مع خط النظر أو المحور البصري للصورة والجسم كما تراه من الجهة السفلى، عند النقطتين (b_1, b_2).

4- ارفع اللوح الزجاجي، ثم قم الآن برسم خط مستقيم يمر من موضع الدبوسين اللذين يمثلان موقع الصورة عند الجهة السفلى، إلى أن يتقاطع مع موقع اللوح الزجاجي عند النقطة (*R*).



(شكل 17.2)

5- استخدم المنقلة الآن لقياس الزاويتين (θ_1) زاوية السقوط و (θ_2) زاوية الانكسار، وبشكل دقيق.

6- نقوم الآن بإيجاد القيمة العددية لمعامل انكسار الزجاج، مستخدمين قانون سنل (*Snil's Law*) وعلى النحو التالي :

$$n_1 \, Sin \, \theta_1 = n_2 \, Sin \, \theta_2$$

على وجه التقريب نستطيع أن نعتبر معامل انكسار الهواء :

$$n_1 = 1$$

obeikandl.com

وعليه يكون معامل انكسار الزجاج ($n_2 = n$) ليصبح قانون سنل على النحو الآتي:

$$Sin\,\theta_1 = n\,Sin\,\theta_2$$

$$n = \frac{Sin\,\theta_1}{Sin\,\theta_2}$$

7- نكرر الخطوات السابقة عدداً من المرات لنتمكن من تحديد معامل انكسار الزجاج بأعلى درجة من الدقة الممكنة عملياً، وندون القرارات في الجدول الآتي (17.1)

No	الزاوية θ_1	الزاوية θ_2	$Sin\ \theta_1$	$Sin\ \theta_2$	معامل الانكسار n
1					
2					
3					
4					

(جدول 17.1)

نقوم الآن بحساب متوسط مقدار معامل الانكسار للمحاولات الأربع على النحو التالي:

$$n = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}{4}$$

وبهذا نتمكن من تخفيف مقدار الخطأ العملي في تحديد مقدار معامل إنكسار الزجاج.

8- بعد ذلك نقوم بتحقيق قانون سنل وذلك بالتعويض في القانون العام، وسوف نجد أن الطرفين الأيمن والأيسر فيه متساويان، وهذا تحقيق عملي لقانون سنل.

obeikandl.com

1- هل يمكننا عملياً إيجاد معامل الانكسار بطريقة أخرى غير الطريقة التي بيناها عملياً ؟ استخدم المعلومات نفسها المتوفرة لديك من الرسم للإجابة على هذا السؤال وذلك بمحاولة معرفة جيب الزاويتين: زاوية السقوط وزاوية الانكسار للمرحلة الأولى، أي من الهواء إلى الزجاج.

2- عرِّف معامل الانكسار المطلق.

3- عرف معامل الانكسار النسبي، وبيِّن الفرق بينه وبين معامل الانكسار المطلق.

4- عدد ثلاثاً من الظواهر الطبيعية من حولك والتي يمكن تفسيرها استناداً إلى ظاهرة انكسار الضوء.

5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com

obeikandl.com

Experiment No (18)　　تجربة رقم (18)

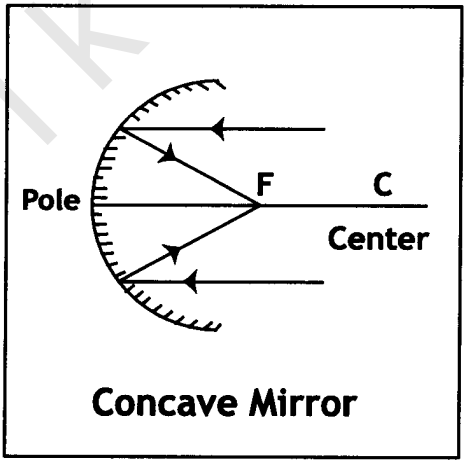
اسم التجربة : المرايا الكروية

Experiment Name: Spherical Mirrors

(18.1) نظرية التجربة　　*Experiment Theory*

بدايةً سوف نتكلم عن نوعين من أنواع المرايا وهما :

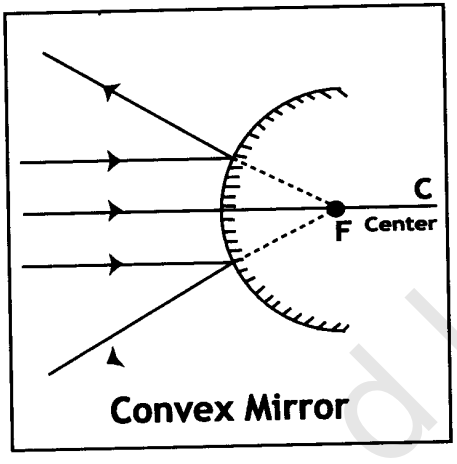
1- مرايا مقعرة *Concave mirrors* أو المرايا اللامة و تسمى "مرايا مجمعة" *Convergent mirrors*، ويكون سطحها اللامع الساقط عليه الضوء على جهة مركز التكور *Center of curvature* (*C*)، انظر الشكل (18.1) وتلاحظ أن الأشعة المتوازية الساقطة على المرآة تنعكس وتتجمع في البؤرة *Focal point* (*F*). الواقعة على المحور البصري المركزي.



(شكل 18.1)

obeikandl.com

2- مرايا محدبة *Convex mirrors* أو تسمى "مرايا مفرقه" *Divergent mirrors*، ويكون سطحها اللامع الساقط عليه الضوء في الجهة المعاكسة لجهة مركز التكور، انظر الشكل (18.2) تلاحظ أن الأشعة المنعكسة كأنها صادرة من البؤرة (F).



(شكل 18.2)

إن القانون العام للمرايا على اختلاف أنواعها،يمكننا أن نعبر عنه رياضياً بالعلاقة المعروفة:

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

حيث (f) البعد البؤري *Focal Length*، (U) تمثل بعد الجسم عن المرآة *Object*، وأخيراً (V) تمثل بعد الصورة عن المرآة *Image* وإذا أردنا حساب قوة المرآة *mirror power* فإن القانون العام يصبح على الصورة الآتية:

$$P=\left(\frac{100}{f}\right)=\frac{100}{U}+\frac{100}{V}$$

(*Mirror Power*) وهي ما نشير له بالحرف (P) ونعبر عنه رياضياً بالمعادلة:

$$P = U' + V'$$

إن هذه المعادلة تستخدم مع المرآة المقعرة حيث إن قوة المرآة موجبة حقيقية *real*، ولعله من المفيد أن نراعي الإشارات فإذا كانت (U') موجبة فإن الأشعة الناتجة تكون متجمعة وتكون الصورة حقيقية وأمام المرآة، أما إذا كانت (U') سالبة فإن الأشعة الناتجة تكون متفرقة وتكون الصورة تقديرية خيالية وخلف المرآة.

أما في حالة المرآة المحدبة حيث إن قوتها (سالبة) فإن القانون العام يمكن كتابته على الصورة:

$$P = U' - V'$$

حيث إن (V') دائماً سالبة وتكون الصورة تقديرية وخلف المرآة وهي كما أشرنا صورة خيالية *Virtual*.

(18.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تعيين قوة مرآة مقعرة باستخدام الطريقة العامة

Determining the convex mirror power using the general method

(18.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

مرآة محدبة *Convex mirror*، حامل للمرآة والشبكة والجسم *Optical Pench*، جسم مع مصدر ضوئي *Object with light source*، شاشة لرصد الصورة *Screen*.

(18.4) طريقة العمل *Procedure*

1- نضع جسماً مضيئاً على بعد معين من المرآة المقعرة، وهو يمثل الجسم المراد تحديد صورته وهو غالباً ما يكون مصدراً للضوء ومعه جسم واضح المعالم كمثلث مثلاً أو دائرة، انظر الشكل (18.3).

2- نضع شاشة بين الجسم المضيء والمرآة لنستقبل الصورة عليها.

3- نبدأ بتحريك الشاشة حتى نحصل على أفضل صورة حقيقية مقلوبة مصغرة وواضحة.

4- نقيس المسافة بين الجسم والمرآة فيكون (U) وهو ما أشرنا إليه في المعادلة العامة والمسافة بين الصورة والمرآة (V) وهي ما أشرنا إليه أيضاً في المعادلة المذكورة.

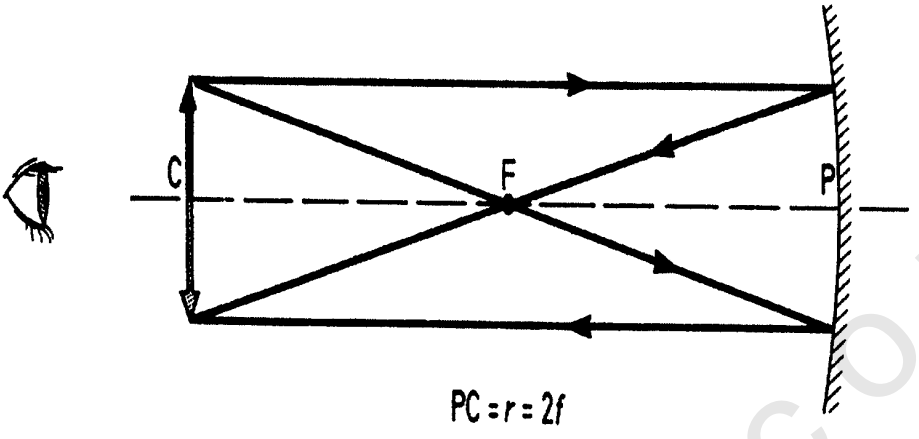
5- لحساب البعد البؤري نكتب القانون العام للمرايا:

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

ومنه نحسب قوة المرآة (P) مقاسةً بوحدة الديوبتر($Diopter$):

$$P=\frac{100}{U}+\frac{100}{V}$$

obeikandl.com



(شكل 18.3)

6- نعيد الخطوات السابقة باعتماد مسافات جديدة لبعد الجسم عن المرآة (U) وفي كل مرة نحدد بعد الصورة عن المرآة (V)، ثم نحسب أيضاً قوة التكبير (P).

7- ندون النتائج في الجدول (18.1):

Distance of object from the mirror بعد الجسم عن المرآة ***U cm***	***Distance of image from the mirror*** بعد الصورة عن المرآة ***V cm***	$\frac{100}{Ucm} = U'$	$\frac{100}{Vcm} = V'$	$P = U' + V'$

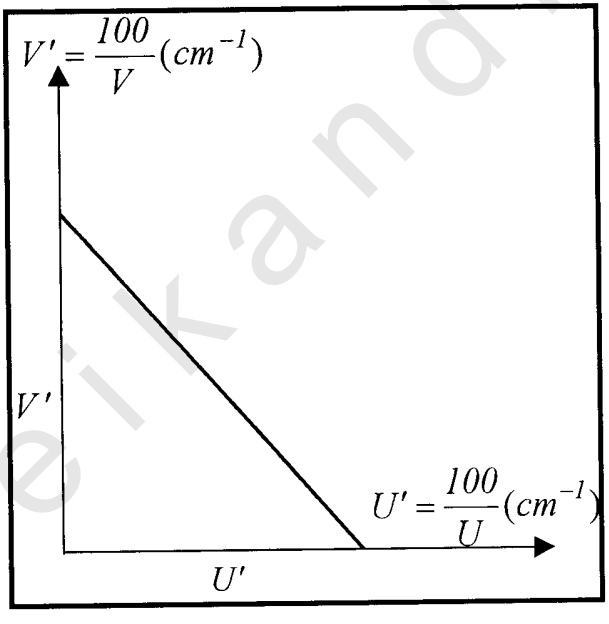
(جدول 18.1)

obeikandl.com

8- ارسم العلاقة البيانية مستخدماً الورق المليمتر (*graph paper*) بين $\left(U' = \frac{100}{U}\right)$ على المحور السيني و $\left(V' = \frac{100}{V}\right)$ على المحور الصادي، سوف تحصل على خط مستقيم يقطع المحورين في نقطتين قد تكونا مختلفتان في القراءة انظر الشكل (18.4)، عندها نأخذ متوسط القراءتين، وهي تعبر عن قوة المرآة وبالتالي نحسب البعد البؤري للمرآة كالآتي:

$$P = \frac{U' + V'}{2} = (\qquad) \text{ ديوبتر}$$

$$f = \frac{100}{P} = (\qquad)\ cm$$



(شكل 18.4)

1- عـرِّف ما يلي:

أ – البؤرة ب – البعد البؤري

ج – قطب المرآة د – المحور المركزي البصري

2- متى تكون قوة المرآة (موجبة) ومتى تكون (سالبة) ؟

3- ما هو الديوبتر؟ وما هي استخداماته العملية ؟ وضح ذلك.

4- ما هو الفرق الرئيسي بين المرايا المقعرة والمرايا المحدبة ؟ بيِّن ذلك.

5- مـاذا يعنـي لـك تقـاطع الخـط المسـتقيم الـذي حصلـت عليـه مـع المحورين (U',V')؟ ناقش ذلك.

6- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلـت عليـها فـي هـذه التجربة.

obeikandl.com

obeikandl.com

Experiment No (19) تجربة رقم (19)

اسم التجربة : سرعة الصوت

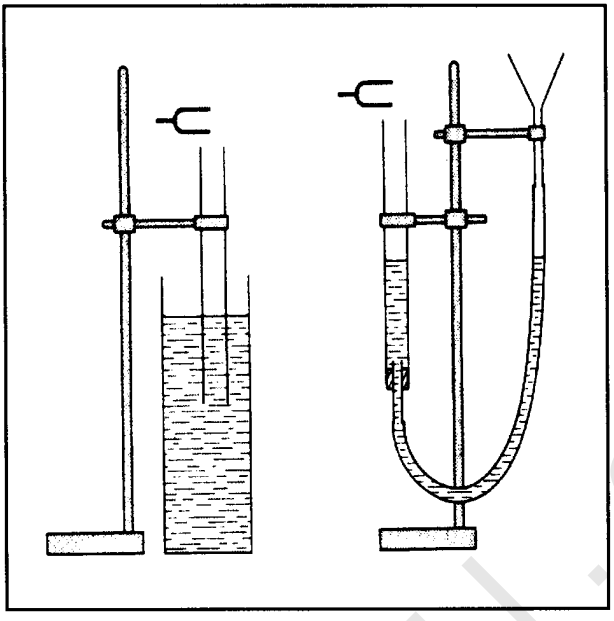
Experiment Name: Sound velocity

Experiment Theory (19.1) نظرية التجربة

تنتشر موجات الصوت *Sound waves* في الوسط المحيط بها، أي أن الصوت تحمله جزيئات الهواء والتي تتمتع بطاقة حركة مستمرة تعتمد على درجة الحرارة للوسط المحيط وضغطه.

ولغرض الحصول على موجات صوتية، يمكننا أن نستخدم الشوكات الرنانة (*Tuning Forks*) وذلك بضربها بقاعدة مطاطية لتهتز الشوكة مصدرة موجات صوتية بتردد معين (*Sound wave frequency*) ولغرض الكشف عن سرعة الموجات الصوتية نستخدم أنبوباً زجاجياً طوله حوالي (*60 cm*) يتصل بخزان مائي عن طريق أنبوب مطاطي يمكننا تحريكه إلى أعلى أو إلى أسفل وبالتالي يمكن تغيير ارتفاع الماء فيه انظر الشكل (19.1).

obeikandl.com



(شكل 19.1)

نقرب من فوهة الأنبوب شوكة مهتزة، ثم نتحكم بمستوى الماء حتى نحصل على حالة الرنين (*Resonance*) ولابد من الانتباه هنا إلى أن الرنين يحدث في حالتين:

الحالة الأولى : عندما يكون طول عمود الهواء مساوياً لربع طول الموجة الصوتية:

$$L_1 = \frac{\lambda}{4} \quad \ldots\ldots (1)$$

حيث (L_1) طول عمود الهواء، (λ) طول الموجة الصوتية.

الحالة الثانية : عندما يكون طول عمود الهواء مساوياً لثلاثة أرباع طول الموجة:

$$L_2 = \frac{3}{4}\lambda \quad \ldots\ldots (2)$$

ومن العلاقة (1) نجد أن :

$$\lambda = 4L_1 \quad \ldots\ldots (3)$$

وسوف نقتصر على الحالة الأولى في دراستنا لسرعة الصوت في المعمل.

إن سرعة الصوت يعبر عنها كما هو معلوم بواسطة طولها الموجـــي(λ) وترددها (f) على النحو الآتي :

$$c = \lambda f \quad \ldots\ldots (4)$$

حيث (f) مقاساً بالهيرتز وهو تردد الموجة، (λ) طول الموجة مقاساً بالمتر.

ومن العلامتين (3) و (4)

$$\boxed{c = 4L_1 f} \quad \ldots\ldots (5)$$

وقد لوحظ عملياً أن (L_1) المقاس لا يمثل القيمة الصحيحة بسبب عدم انتهاء بطـــن الموجة الصوتية عند طرف الأنبوب الهوائي العلوي ، ومن الممكن تصحيح الخطـــأ اللازم إضافته للطول (L_1) وليكن (L_2) وعليه فإن الطول الذي يجب استعماله في المعادلة (5) هو ($L_1 + L_1'$)

$$c = 4(L_1 + L')f$$

ويمكن كتابة الطول (L) على الصورة (عملياً) :

$$L = (L_1 + 0.6r)$$

حيث (r) تمثل نصف قطر الأنبوبة مقاساً بالمتر.

obeikandl.com

(19.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

تعيين سرعة الصوت في الهواء .

Determining the velocity of sound in air.

(19.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

أنبوبة مفتوحة من طرف واحد متصلة بخزان مـــاء *Resonance tube*، مجموعة من الشوك الرنانة المختلفة الـتردد *Tuning forks*، مسـطرة *metric ruler*.

(19.4) طريقة العمل *Procedure*

1- اطرق الشوكة الرنانة على القاعدة المطاطية ثم قربها مـــن فوهـة الأنبوبـة وحرك خزان المـــاء ليتغير طول العمود الهوائي حتى تحصل علـى أعلـى صوت ثم قس الطول من فوهة الأنبوبة إلى سطح الماء.

2- كرر الخطوة (1) لمجموعة من الشوكات الرنانة.

3- سجل قراءاتك في جدول مناسب، انظر الجدول أدناه.

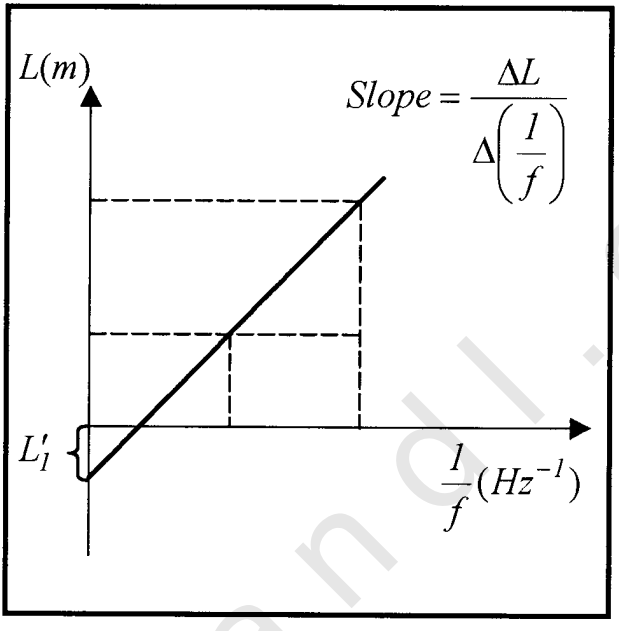
$F\ (Hz)$	$1/f\ (Hz^{-1})$	$L\ (m)$

(شكل 19.1)

obeikandl.com

4- ارسم علاقة بيانية بين (L) على المحور الصادي، ($1/f$) علـــى المحـــور السيني، انظر الشكل (19.2).

5- احسب ميل الخط المستقيم .



(شكل 19.2)

6- احسب سرعة الصوت.

$$c_{\exp} = 4 \times slope$$

7- قس درجة حرارة المختبر باستخدام مقياس حرارة مناسب لذلك (t).

8- احسب (L_1') من الرسم البياني ثم احسب نصف قطر الأنبوبة (r) من العلاقة:

$$L_1' = 0.6r$$

obeikandl.com

9- احسب نسبة الخطأ :

$$Error = \frac{c_{\exp} - c_{st}}{c_{st}} \times 100$$

$$\boxed{c_{st} = 330 + 0.6 \times t}$$

حيث : (t) درجة الحرارة في المختبر مقاسه بالسيليزيوس.

كما يمكننا إيجاد (c_{st}) من القانون:

$$c_{st} = 330\sqrt{\frac{t\,K}{273}} \quad ms^{-1}$$

حيث (t) درجة حرارة المختبر على مقياس كلفن.

obeikandl.com

1- ما أثر درجة الحرارة على سرعة الصوت ؟ وضّح ذلك.

2- عرف الموجة الطولية.

3- عرف الرنين وما هي شروط حدوثه في الأعمدة الهوائية.

4- يبلغ قطر الأنبوبة الزجاجية المستعملة لتحديد سرعة الصوت في الهواء $(0.6\ m)$، أوجد مقدار الطول (L') الذي يمثل الخطأ في قراءة طول الأنبوب (L). ما هي علاقة (L') بنصف قطر الأنبوب المستخدم في التجربة ؟ وضّح ذلك.

5- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلت عليها في هذه التجربة.

obeikandl.com