

## تعيين زاوية الرأس لمنشور ثلاثي وإيجاد قوة التفريق لهذا المنشور باستخدام المطياف (الاسيكترومتر)

### الغرض من التجربة:

- 1- تعيين زاوية رأس منشور ثلاثي.
- 2- إيجاد قوة التفريق لمادة المنشور.

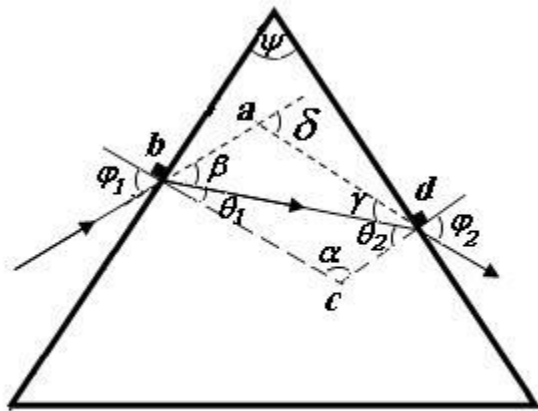
### نظرية التجربة:



شكل (1)

يوضح شكل (1) منشوراً ثلاثياً. إذا سقط شعاع ضوئي في الهواء "وسط أقل كثافة ضوئية" على أحد أوجه المنشور الثلاثي فلن الشعاع ينفذ خلال مادة المنشور "وسط أكبر كثافة ضوئية" مقترباً من الاتجاه العمودي على وجه المنشور (عمود الانكسار) وعندما يقابل هذا الشعاع المنكسر الوجه الآخر للمنشور فإنه ينفذ

مرة أخرى إلى الوسط المحيط بالمنشور (الأقل كثافة ضوئية) مبتعداً عن عمود الانكسار. يوضح الشكل (2) أن الشعاع الخارج من المنشور قد انحرف عن المسار الأصلي للشعاع الساقط بزاوية  $\delta$  تسمى هذه الزاوية بزاوية الانحراف لهذا الضوء خلال مادة المنشور وهي تساوي الزاوية الحادة المحصورة بين امتداد الشعاع الساقط وامتداد الشعاع الخارج.



شكل (2)

معامل انكسار مادة المنشور  $\mu$  "يعرف بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ أو الهواء إلى سرعة الضوء في المادة" ويساوي النسبة بين جيب زاوية سقوط الشعاع في الهواء إلى جيب زاوية انكسار الشعاع في المادة " ومن هندسة الشكل (2) نجد أن:

$$\mu = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \phi_2}{\sin \theta_2} \quad (1)$$

حيث:  $\theta_1$  هي زاوية انكسار الشعاع الساقط بزاوية  $\varphi_1$  على السطح الأول.

$\theta_2$  هي زاوية سقوط الشعاع على الوجه الثاني للمنشور ،  $\varphi_2$  زاوية خروجه من سطح المنشور الثاني.

من هندسة الشكل يتضح أن الانحراف الحادث في مسار شعاع الضوء بسبب السطح الأول هو:

$$\beta = \varphi_1 - \theta_1 \quad (2)$$

والانحراف الذي يسببه السطح الثاني لشعاع الضوء هو:

$$\gamma = \varphi_2 - \theta_2 \quad (3)$$

ولذلك فإن زاوية الانحراف  $\delta$  تعطى بالعلاقة:

$$\delta = \beta + \gamma \quad (4)$$

بالتعويض من العلاقتين (2)، (3) في العلاقة (4) نحصل على:

$$\delta = (\varphi_1 + \varphi_2) - (\theta_1 + \theta_2) \quad (5)$$

من هندسة الشكل (2) يتضح أن  $abcd$  شكل رباعي دائري ومن ثم فإن:

$$\alpha + \psi = 180 \quad (6)$$

ولكن في المثلث  $bcd$ :

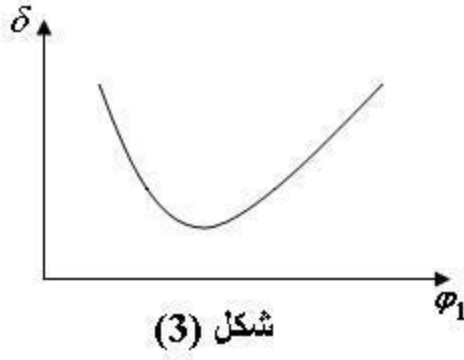
$$\alpha + \theta_1 + \theta_2 = 180 \quad (7)$$

بمقارنة (6)، (7) نحصل على:

$$\psi = \theta_1 + \theta_2 \quad (8)$$

ومن العلاقتين (5)، (8) نجد أن:

$$\delta = \varphi_1 + \varphi_2 - \psi \quad (9)$$



يبين شكل (3) العلاقة بين زاوية الانحراف  $\delta$  وبين زاوية السقوط على السطح الأول للمنشور  $\phi_1$  والممثلة بالمعادلة (9)، ويلاحظ أن زاوية الانحراف  $\delta$  تتناقص باستمرار إلى نهاية صغرى ثم تزداد مرة ثانية وتسمى أصغر زاوية انحراف بزاوية النهاية الصغرى للانحراف ويرمز لها بالرمز  $\delta_m$  وتحدث عند زاوية

سقوط معينة  $\phi$  وفي هذه الحالة يصنع الشعاع المنكسر داخل المنشور زاويتين متساويتين مع وجهي المنشور  $\theta$ ، أي أن عند وضع النهاية الصغرى للانحراف تمر الأشعة متماثلة بالنسبة للمنشور، أي أن:

$$\beta = \gamma$$

$$\phi_1 = \phi_2 = \phi$$

$$\theta_1 = \theta_2 = \theta$$

وبالتالي نجد من العلاقتين (8)، (9) أن:

$$\theta = \frac{\psi}{2} \quad (10)$$

$$\phi = \frac{\delta_m + \psi}{2} \quad (11)$$

باستخدام العلاقات (1)، (10)، (11) يمكن تعيين معامل انكسار مادة المنشور بمعرفة زاوية الانحراف الصغرى وزاوية رأس المنشور بالعلاقة:

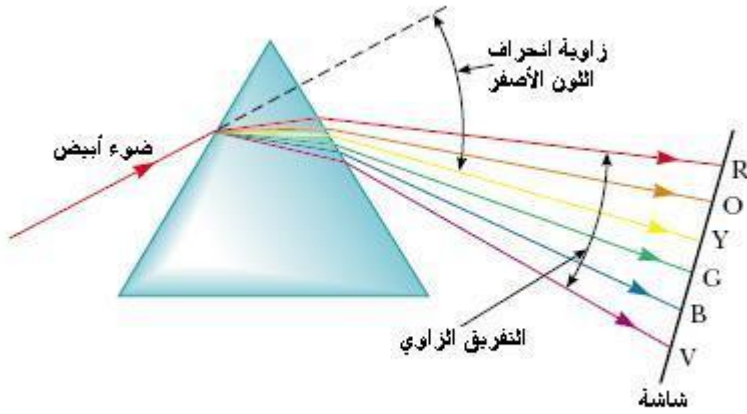
$$\mu = \frac{\sin\left(\frac{\delta_m + \psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\psi}{2}\right)} \quad (12)$$

وفي حالة المنشور الرقيق، أي إذا كانت زاوية رأس المنشور صغيرة، فإن زوايا السقوط والانكسار تكون صغيرة عند وضع النهاية الصغرى للانحراف، ويمكن في هذه الحالة أن نضع الزوايا بدلاً من جيوبها أي أن:

$$\mu = \frac{\delta_m + \psi}{\psi} \quad (13)$$

أي أن:

$$\delta_m = (\mu - 1) \psi \quad (14)$$



شكل (4)

إذا سقط شعاع من الضوء الأبيض على المنشور الثلاثي فإنه يتفرد عند خروجه من المنشور إلى ألوان مختلفة كما في شكل (4) وتتحرف جميع الألوان عن اتجاه الشعاع الأبيض تبعاً لقوانين الانكسار ولكن يختلف مقدار هذا الانحراف تبعاً لنوع الضوء

"اللون"، لأن معامل الانكسار لكل لون مختلف. ويكون أقل انحراف للون الأحمر red وأقصى انحراف للون البنفسجي violet وبين هاتين النهايتين يقع انحراف اللون البرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي على الترتيب. ويسمى الفرق بين زاويتي انحراف أي لونين بالتفريق الزاوي لهذين اللونين. وهو يتوقف على طبيعة الوسط الذي يحدث فيه الانكسار أي مادة المنشور. نستنتج من ذلك أن معامل انكسار مادة المنشور يتوقف على نوع الضوء "طوله الموجي" ويسمى تحلل الألوان المختلفة الناتج من اختلاف معاملات انكسارها بالتفريق. تعرف قوة التفريق للمنشور بأنها التفريق الزاوي لوحدة الزوايا، فإذا فرضنا أن زاوية انحراف اللون الأحمر عند وضع النهاية الصغرى للانحراف كان  $\delta_r$  وزاوية انحراف اللون البنفسجي  $\delta_v$  وكانت زاوية الانحراف المتوسطة بالنسبة للونين  $\delta$  فإن قوة التفريق  $w$  تعطى بالعلاقة:

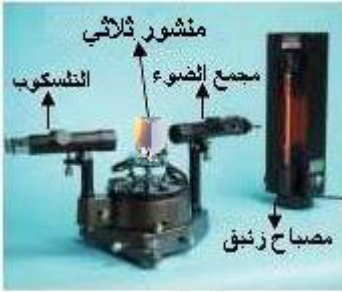
$$\omega = \frac{\delta_v - \delta_r}{\delta} \quad (15)$$

حيث  $\delta$  زاوية الانحراف المتوسطة وتساوي  $[(\delta_v + \delta_r)/2]$ .  
وفي حالة ما إذا كان المنشور رقيقاً فبالتعويض من العلاقة (14) نجد أن:

$$\omega = \frac{\mu_v - \mu_r}{\mu - 1} \quad (16)$$

حيث  $\mu$  هو معامل الانكسار المتوسط للأشعة البيضاء ويساوي  $[(\mu_v + \mu_r)/2]$ .  
ومن العلاقة (16) نرى أن قوة تفريق المنشور لا تتوقف على أبعاد المنشور بل تتوقف على نوع المادة التي صنع منها.

### جهاز المطياف:



شكل (5)

يتكون كما هو مبين بالشكل (5) من الأجزاء الثلاثة التالية:

1. قاعدة دواره عبارة عن قرص دائري يمكن ضبط مستواه أفقياً بواسطة ثلاثة مسامير تسوية ، ومثبت مع القاعدة تدريج دائري. ويمكن إدارة القاعدة حول محوره الرأسى، وعلى هذه القاعدة يوضع المنشور المراد حساب زاوية رأسه وقوة التفريق له.
2. مجمع الضوء وهو مثبت في هيكل الجهاز بحيث يكون أفقياً ويتكون من أنبوبتين اسطوانيتين.
3. تلسكوب ويمكن دوارانه حول محوره الرأسى، ومثبت فيه ورائية تدور بدوران التلسكوب حول التدريج الدائري.
4. يضبط الاسبكترومتر بأن نوجه التلسكوب لجسم بعيد ثم نغير من طول قصبته حتى نحصل على أوضح صورة مقلوبة للجسم البعيد. ثم نوجه التلسكوب بحيث ينطبق محوره مع محور المجمع ونغير من طول قصبه المجمع حتى نرى أوضح صورة للفتحة الضوئية. ويمكن التحكم في عرض الفتحة بواسطة مسمار محوي بعدسة المجمع القريبة من المصدر الضوئي.

## خطوات العمل:

أولاً: تعيين زاوية رأس المنشور:

1. بعد ضبط الاسبيكترومتر، ضع المنشور

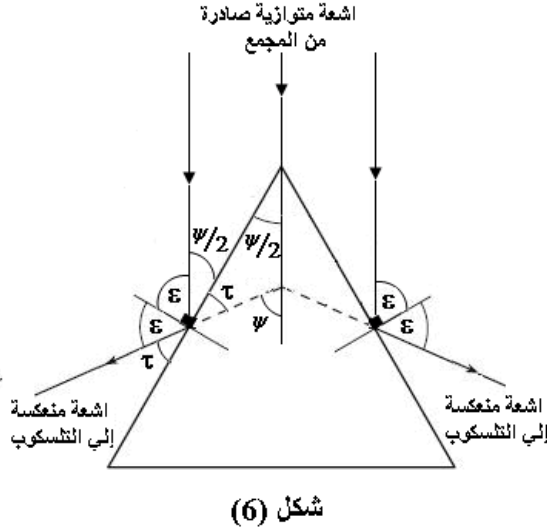
علي قاعدة الاسبيكترومتر بحيث تكون

قاعدة المنشور عمودية علي محور

المجمع وزاوية رأس المنشور المراد

تعيينها مواجهة للمجمع كما هو موضح

بالشكل (6).



2. يدار التلسكوب حتى يرى الضوء الأبيض

المنعكس من أحد أوجه المنشور وتعين

قراءة الورانية المثبتة مع التلسكوب

ولتكن القراءة  $\psi_1$ .

3. يكرر العمل على الوجه الآخر للمنشور وتعين قراءة نفس الورانية ولتكن  $\psi_2$ ، ثم تعيين

زاوية رأس المنشور  $\psi$  من العلاقة.

$$\psi = \frac{|\psi_1 - \psi_2|}{2}$$

ثانياً: تعيين قوة التفريق للمنشور:

1. ضع المنشور علي قاعدة الاسبيكترومتر بحيث تسقط الأشعة الخارجة من المجمع علي

أحد أوجهه بزاوية سقوط صغيرة، ثم ننظر خلال الوجه الآخر للمنشور بالعين المجردة

فترى صورة لألوان الطيف.

2. حرك التلسكوب إلي الموضع الذي تظهر فيه ألوان الطيف، ثم ا ضبط المنشور في

وضع النهاية الصغرى للانحراف بأن بتار القاعدة في الاتجاه الذي تزداد فيه زاوية

السقوط مع متابعه حركة ألوان الطيف الناشئة في الوجه الآخر من خلال التلسكوب

حتى نلاحظ أن ألوان الطيف قد توقفت، ثم بدأت في الحركة في الاتجاه المعاكس.

فيكون وضع النهاية الصغرى للانحراف عند موضع توقف الطيف.

3. ثبت القاعدة ولا تحركها، ثم حرك التلسكوب بحيث تنطبق نقطة تقاطع خطي العينية مع مركز الخط الطيفي البنفسجي، ثم نعين قراءة الورانية ولتكن  $\xi_v$ .
4. حرك التلسكوب مرة أخرى بحيث تنطبق نقطة تقاطع خطي العينية مع مركز الخط الطيفي الأحمر، ثم نعين قراءة الورانية ولتكن  $\xi_r$ .
5. ارفع المنشور وحرك التلسكوب إلى أن ينطبق محوره مع محور المجمع، وذلك عندما تنطبق نقطة تقاطع الخطين في عينية التلسكوب مع مركز صورة الفتحة الضوئية البيضاء، ثم نعين قراءة الورانية ولتكن  $\xi_o$ .
- ملاحظته هامة:** يجب ألا يكون صفر التدرج الدائري بين  $\xi_o$  وكل من  $\xi_v$ ،  $\xi_r$ .
6. نعين زاوية النهاية الصغرى لانحراف اللون البنفسجي  $\delta_v$  من العلاقة:

$$\delta_v = |\xi_v - \xi_o|$$

وبالمثل نعين النهاية الصغرى لانحراف اللون الأحمر  $\delta_r$  من العلاقة:

$$\delta_r = |\xi_r - \xi_o|$$

7. عين قوة تفريق مادة المنشور باستخدام العلاقة (15).

## النتائج:

$$\psi_1 = \dots\dots\dots$$

$$\psi_2 = \dots\dots\dots$$

$$\psi = \frac{|\psi_1 - \psi_2|}{2} = \dots\dots\dots$$

$$\xi_o = \dots\dots\dots$$

$$\xi_v = \dots\dots\dots$$

$$\xi_r = \dots\dots\dots$$

$$\delta_v = \xi_v - \xi_o = \dots\dots\dots$$

$$\delta_r = \xi_r - \xi_o = \dots\dots\dots$$

$$\delta = [(\delta_v + \delta_r) / 2] = \dots\dots\dots$$

$$\omega = [(\delta_v - \delta_r) / \delta] = \dots\dots\dots$$



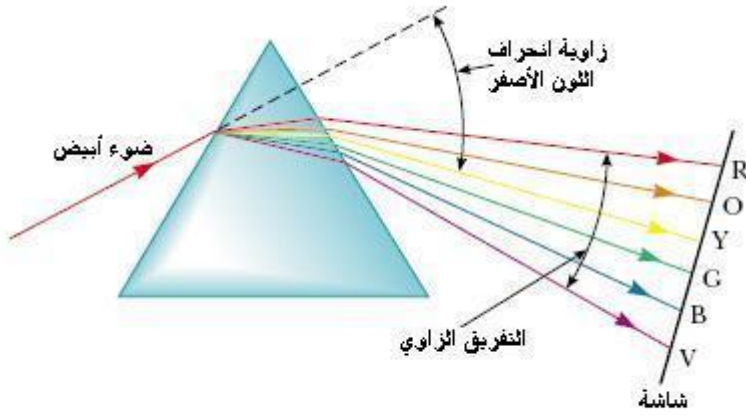


وفي حالة المنشور الرقيق تصبح هذه العلاقة علي الصورة:

$$\mu = \frac{\delta_m + \psi}{\psi}$$

أي أن:

$$\delta_m = (\mu - 1) \psi$$



شكل (2)

ورأينا أنه إذا كان الضوء

الساقط على المنشور مكونا من

عدة ألوان فإن زاوية الانحراف

لكل لون سوف تختلف عنها

للألوان الأخرى التي لها نفس

زاوية السقوط وبالتالي تكون زوايا

الخروج للألوان المختلفة غير

متساويا بالنسبة لنفس زاوية

السقوط. وبذلك يخرج الضوء المركب عند مروره خلال منشور ثلاثي محللا إلى مركبات هـ

الأصلية. ويكون أقل انحراف للون الأحمر red وأقصى انحراف للون البنفسجي violet وبين

هاتين النهايتين يقع انحراف اللون البرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي على الترتيب

كما بالشكل (2). وعرفنا قوة تفريق المنشور للألوان  $\omega$  بأنها التفريق الزاوي لوحدة الزوايا ،

وتعطى بالعلاقة:

$$\omega = \frac{\delta_v - \delta_r}{\delta}$$

وفي حالة ما إذا كان المنشور رقيقاً تصبح علي الصورة:

$$\omega = \frac{\mu_v - \mu_r}{\mu - 1}$$

وأثبتنا أن قوة تفريق المنشور لا تتوقف على أبعاد المنشور بل تتوقف على نوع المادة التي صنع منها.

واستنتجنا من ذلك أن معامل انكسار مادة المنشور يتوقف على نوع الضوء "طوله الموجي". ووجد عملياً أن معامل الانكسار  $\mu_\lambda$  يتناقص بزيادة الطول الموجي  $\lambda$  وفي عام 1836 وضع العالم كوشي علاقة رياضية تربط بينهما وهي:

$$\mu_\lambda = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$$

حيث:  $\mu_\lambda$  معامل انكسار مادة المنشور للضوء الذي لطوله الموجي  $\lambda$ ، وكل من  $A, B, C$  ثوابت مميزة لمادة المنشور. ولأن  $C$  صغيرة،  $\lambda^4$  كبيرة يمكن تقريب العلاقة السابقة إلى الصورة:

$$\mu_\lambda = A + \frac{B}{\lambda^2} \quad (2)$$

### جهاز المطياف:

يتكون كما هو مبين بالشكل (3) من الأجزاء الثلاثة التالية:



شكل (3)

1 - قاعدة دواره عبارة عن قرص دائري يمكن ضبط مستواه أفقياً بواسطة ثلاثة مسامير تسوية ، ومثبت مع القاعدة تدريج دائري. ويمكن إدارة القاعدة حول محوره الرأسية، وعلى هذه القاعدة يوضع المنشور المراد حساب زاوية رأسه وقوة التفريق له.

2 - مجمع الضوء وهو مثبت في هيكل الجهاز بحيث يكون أفقياً ويتكون من أنبوبتين اسطوانيتين.

3 - تلسكوب ويمكن دوارانه حول محوره الرأسية، ومثبت فيه ورائية تدور بدوران التلسكوب حول التدريج الدائري.

4 - يضبط الاسبكترومتر بأن نوجه التلسكوب لجسم بعيد ثم نغير من طول قصبته حتى نحصل على أوضح صورة مقلوبة للجسم البعيد. ثم نوجه التلسكوب بحيث ينطبق محوره

مع محور المجمع ونغير من طول قصبة المجمع حتى نرى أوضح صورة للفتحة الضوئية. ويمكن التحكم في عرض الفتحة بواسطة مسمار محوي بعدسة المجمع القريبة من المصدر الضوئي.

### خطوات العمل:

أولاً: تعيين زاوية رأس المنشور:

- 1- بعد ضبط الاسبيكترومتر، ضع المنشور على قاعدة الاسبيكترومتر بحيث تكون قاعدة المنشور عمودية على محور المجمع وزاوية رأس المنشور المراد تعيينها مواجهة للمجمع.
- 2- يدار التلسكوب حتى يرى الضوء الأبيض المنعكس من أحد أوجه المنشور وتعين قراءة الورانيق المثبتة مع التلسكوب ولتكن القراءة  $\psi_1$ .
- 3- يكرر العمل على الوجه الآخر للمنشور وتعين قراءة نفس الورانيق ولتكن  $\psi_2$ ، ثم تعيين زاوية رأس المنشور  $\psi$  من العلاقة:

$$\psi = \frac{|\psi_1 - \psi_2|}{2}$$

ثانياً: تعيين معاملات انكسار مادة المنشور وتحقيق علاقة كوشي :

1. ضع المنشور على قاعدة الاسبيكترومتر بحيث تسقط الأشعة الخارجة من المجمع على أحد أوجهه بزاوية سقوط صغيرة، ثم ننظر خلال الوجه الآخر للمنشور بالعين المجردة فترى صورة لألوان الطيف.
2. حرك التلسكوب إلى الموضع الذي تظهر فيه ألوان الطيف، ثم ا ضبط المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف بأن نثار القاعدة في الاتجاه الذي تزداد فيه زاوية السقوط مع متابعه حركة ألوان الطيف الناشئة في الوجه الآخر من خلال التلسكوب حتى نلاحظ أن ألوان الطيف قد توقفت، ثم بدأت في الحركة في الاتجاه المعاكس. فيكون وضع النهاية الصغرى للانحراف عند موضع توقف الطيف.

3. ثبت القاعدة ولا تحركها، ثم حرك التلسكوب بحيث تنطبق نقطة تقاطع خطي العينية مع مركز كل خط طيفي، ثم نعين قراءة الورانية في كل مرة ولتكن  $\xi_i$ ، ونسجل القراءات بالجدول المرفق.

4. ارفع المنشور وحرك التلسكوب إلى أن ينطبق محوره مع محور المجمع، وذلك عندما تنطبق نقطة تقاطع الخطين في عينية التلسكوب مع مركز صورة الفتحة الضوئية البيضاء، ثم نعين قراءة الورانية ولتكن  $\xi_o$ .

**ملاحظه هامه:** يجب ألا يكون صفر التدريج الدائري بين  $\xi_o$  وأي من  $\xi_i$ .

5. نعين زاوية النهاية الصغرى لانحراف كل لون من العلاقة:

$$\delta_m = |\xi - \xi_o|$$

6. نعين معامل انكسار مادة المنشور لكل خط طيفي باستخدام العلاقة (1).

7. ارسم العلاقة بين معامل انكسار مادة المنشور لكل خط طيفي  $\mu_\lambda$  على المحور الرأسي

وبين  $(1/\lambda^2)$  على المحور الأفقي، نحصل على خط مستقيم يقطع جزء موجب من

محور الصادات وهذا يحقق علاقة كوشي التقريبية (2).

8. من الرسم احسب ثوابت مادة المنشور  $A$ ،  $B$ .

## النتائج:

$$\psi_1 = \dots\dots\dots$$

$$\psi_2 = \dots\dots\dots$$

$$\psi = \frac{|\psi_1 - \psi_2|}{2} = \dots\dots\dots$$

$$\xi_o = \dots\dots\dots$$

اللون	$\lambda$	$1/\lambda^2$	$\xi$	$\delta_m =  \xi - \xi_o $	$\mu = \frac{\sin\left(\frac{\delta_m + \psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\psi}{2}\right)}$
احمر ضعيف	6200				
أصفر قوي	5791				
أصفر قوي	5770				
أخضر قوي	5461				
أزرق مخضر ضعيف	4916				
أزرق قوي	4358				
بنفسجي متوسط	4078				
بنفسجي متوسط	4047				

$$A = \dots\dots\dots = \text{الجزء المقطوع من محور الصادات}$$

$$B = \dots\dots\dots = \text{الميل}$$

## حلقات نيوتن

### الهدف من التجربة:

- 1- دراسة ظاهرة التداخل في الأغشية الرقيقة.
- 2- تعيين الطول الموجي لضوء الصوديوم باستخدام حلقات نيوتن.

### نظرية التجربة:

تحدث ظاهرة التداخل في الضوء نتيجة للتراكيب بين شعاعين ضوئيين لهما نفس الطول الموجي (وبالتالي نفس التردد) ومتساويين في الشدة ومتوافقين "coherent" (ومعني التوافق أن فرق الطور بينهما ثابت لا يتغير مع الزمن). فإذا سقط هذان الشعاعان علي نقطة واحدة وكان فرق الطور بينهما  $2n\pi$  أي أن فرق المسير بينهما عدداً صحيحاً من الأطوال الموجية  $n\lambda$ ، فإنه نتيجة للتراكيب بينهما تتقابل قمة مع قمة، وقاع مع قاع فيقوي كل منهما الآخر، وتكون تلك النقطة هدبه مضيئة. أما إذا كان فرق الطور بينهما  $(2n+1)\pi$  أي أن فرق المسير بينهما عدداً فردياً من أنصاف الأطوال الموجية  $(2n+1)\lambda/2$ ، فإنه نتيجة للتراكيب بينهما تتقابل قمة مع قاع، وقاع مع قمة فيضعف كل منهما الآخر، وتكون تلك النقطة هدبه مظلمة.

وهناك طرق عديدة للحصول علي ظاهرة

التداخل منها علي سبيل المثال لا الحصر،

1 - تقسيم صدر الموجة: مثل التداخل من فتحتين مستطيلتين ضيقتين "تجربة ينج".

2- تقسيم سعة الموجة: مثل التداخل بالانعكاس

المتكرر كمقياس التداخل لفابري بيرو، والتداخل

في الأغشية الرقيقة كمقياس التداخل لميكلسون

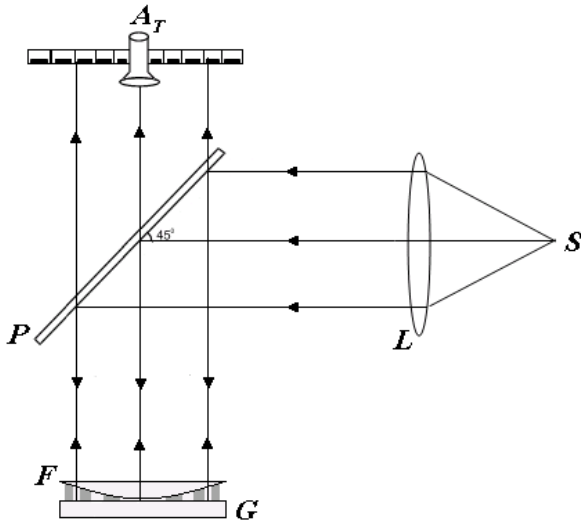
وحلقات نيوتن.

يتكون جهاز حلقات نيوتن كما هو

موضح بالشكل (1) من مصدر ضوئي أحادي

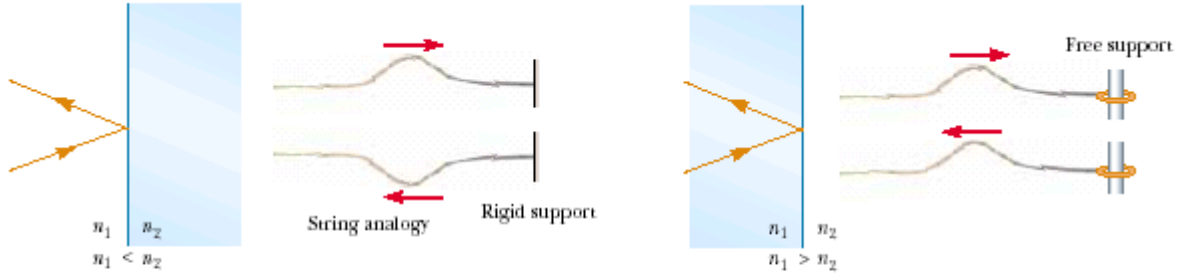
اللون S موضوع في بؤرة عدسة محدبة L فتخرج الأشعة منها متوازية لتسقط على شريحة

زجاجية P مائلة بزاوية  $45^\circ$  فتنعكس الأشعة لتسقط على غشاء الهواء الوتدي الرقيق



شكل (1)

والمحصور بين السطح السفلي للعدسة المحدبة  $F$  (نصف قطر تكورها كبير) والسطح العلوي للشريحة الزجاجية  $G$ . ولأن نصف قطر تكور العدسة كبير فإنه يمكن اعتبار أن الأشعة تسقط على غشاء الهواء عمودياً وبالتالي ينعكس جزء منها على نفسه عند السطح العلوي للغشاء والجزء الآخر ينعكس على نفسه عند السطح السفلي للغشاء الرقيق. ولما كانت الأشعة المنعكسة على السطح السفلي انعكست على وسط أكبر كثافة ضوئية من الوسط المنتشرة فيه فإنها تعاني تغيراً في الطور مقداره  $\pi$  أي فرق في المسير مقداره  $\lambda/2$  كما هو موضح بالشكل (2). وفي النهاية يصل إلى الميكروسكوب المتحرك  $A_T$  شعاعان أحدهما انعكس على السطح العلوي للغشاء الرقيق والآخر انعكس على السطح السفلي، ويكون فرق المسير بينهما:



(ب) عندما ينعكس الضوء من وسط أقل كثافة ضوئية على وسط أكبر كثافة ضوئية ينعكس بفرق في الطور مقداره  $\pi$  أي فرق في المسير  $\lambda/2$

(أ) عندما ينعكس الضوء من وسط أكبر في الكثافة على وسط أقل في الكثافة الضوئية ينعكس دون تغير في الطور أو المسير

الشكل (2)

$$\Delta = 2t + \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$



الشكل (3)

حيث  $t$  سمك غشاء الهواء الوتدي الرقيق عند نقطة انعكاس الأشعة، فيحدث بين تلك الأشعة تراكب وتنتج هدب للتداخل. ولما كان سمك الغشاء متجانس حول قطب المرآة (نقطة تماس المرآة  $F$  مع السطح العلوي للشريحة الزجاجية  $G$ ) فإن هدب التداخل تكون عبارة عن حلقات متحدة المركز ومركزها قطب المرآة كما بالشكل (3).

ولإيجاد العلاقة بين نصف قطر الهدبة ورتبتها

نفرض أن سمك غشاء الهواء عند النقطة  $Q$  هو  $t$  كما

هو موضح بالشكل (4)، وأن فرق المسير بين

الشعاعين المنعكسين من السطحين العلوي والسفلي

للغشاء الرقيق عند تلك النقطة هو  $\Delta$  ويعطي من

العلاقة (1). فمن هندسة الشكل نجد أن:

$$R^2 = (R-t)^2 + r_n^2$$

حيث  $R$  نصف قطر تكور العدسة،  $r_n$  نصف قطر

حلقة نيوتن ذات الرتبة  $n$  والمارة بالنقطة  $Q$ . وبفك

الأقواس نحصل علي:

$$2Rt - t^2 = r_n^2$$

وحيث أن  $R$  أكبر بكثير من  $t$  لذلك يمكننا إهمال  $t^2$  لصغرها المتناهي بالنسبة لـ  $2Rt$  لنحصل علي:

$$t = \frac{r_n^2}{2R} \quad (2)$$

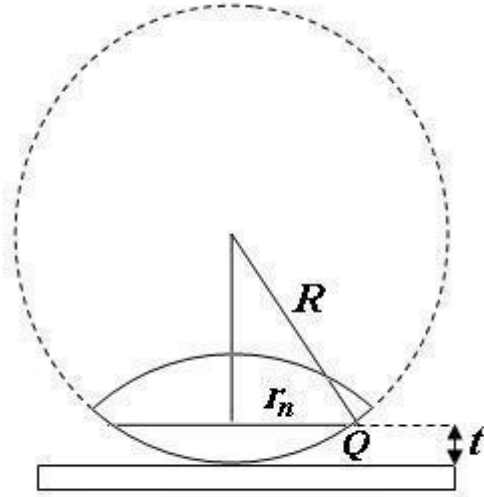
وحيث أن الهدب المضيئة تتكون عندما يكون فرق المسير مساويا لعدد صحيح من الأطوال

الموجية، فإنه من العلاقتين (1)، (2) نحصل:

$$\Delta = \frac{r_n^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = n\lambda$$

أي أن شرط تكون الهدب المضيئة:

$$r_n^2 = (n - 1/2)\lambda R \quad (3)$$



الشكل (4)



وبالمثل تتكون الهدب المظلمة عندما يكون فرق المسير مساويا لعدد فردي من أنصاف الأطوال الموجية أي أن:

$$\Delta = \frac{r_n^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = (2n+1) \frac{\lambda}{2}$$

وبالتالي يكون شرط تكون الهدب المظلمة هو:

$$r_n^2 = \lambda R n \quad (4)$$

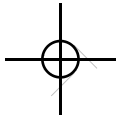
ومن هذه العلاقة يمكن حساب الطول الموجي  $\lambda$  للضوء المستخدم.

### الأدوات المستخدمة:

مصدر ضوئي أحادي اللون (صوديوم) - عدسة محدبة - عدسة محدبة نصف قطر تكورها كبير - عدد (2) شريحة زجاجية - ميكروسكوب متحرك  $A_T$ .

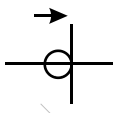
### خطوات العمل:

(1) رتب الأدوات كما في شكل (1) ثم اضبط العدسة المحدبة  $F$  والشريحة الزجاجية  $P$  بحيث ترى الحلقات واضحة كما بالشكل (3).



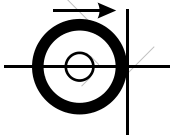
(2) اضبط تقاطع سلكي العينية للتلسكوب  $A_T$  عند مركز الحلقات.

(3) حرك التلسكوب ببطء إلى الجهة اليمنى بحيث يمس سلك العينية



الرأس حافة الحلقة المظلمة الأولى وسجل قراءة التدرج للتلسكوب

المتحرك  $D_{IR}$ . ثم حرك التلسكوب ببطء (أيضاً في نفس الجهة



اليمنى) حتى يلامس السلك الرأس للعينية حافة الحلقة المظلمة الثانية

والثالثة والرابعة..... وفي كل مرة سجل قراءة التدرج  $D_{nR}$ .

(4) حرك التلسكوب مرة أخرى بحيث يعود إلى وضعة الأول (تقاطع السلكين المتعامدين عند مركز الحلقات). وللتأكد من ضبط الأدوات لابد أن تكون قراءة التدرج هي نفس القراءة في الخطوة (2).

(5) حرك التلسكوب إلى الجهة اليسرى ثم كرر الخطوة (3) وسجل قراءة التدرج من جهة

اليسار للحلقة المظلمة الأولى والثانية والثالثة.....  $D_{nL}$ .

(6) دون النتائج في جدول كما هو موضح ثم ارسم العلاقة

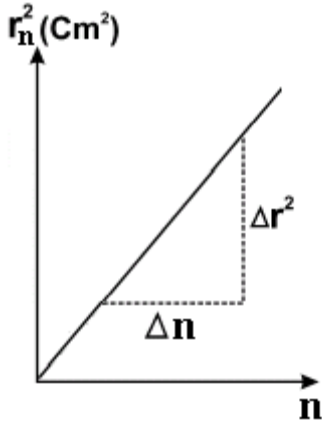
بين رتبة الحلقة  $n$  على محور السينات ومربع نصف

قطر الحلقة  $r_n^2$  على محور الصادات مستخدما

العلاقة (4) تحصل على خط مستقيم يمر بنقطة

الأصل وميله يساوي  $R\lambda$  وبمعلومية نصف قطر

تكور العدسة  $R$  يمكن حساب الطول الموجي  $\lambda$ .



النتائج:

رتبة الحلقة المظلمة $n$	القراءة جهة اليمين $D_{nR}$	القراءة جهة اليسار $D_{nL}$	نصف قطر الهدبة المظلمة $r_n = \frac{ D_{nR} - D_{nL} }{2}$ (cm)	$r_n^2$ (cm)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

$$R = \dots\dots\dots \text{ cm}$$

$$\text{الميل} = \frac{\Delta r_n^2}{\Delta n} = \dots\dots\dots$$

$$\lambda = \frac{\text{الميل}}{R} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$\therefore \lambda = \dots\dots\dots \text{ cm}$$

## محزوز الحيود

### الهدف من التجربة:

تعيين الأطوال الموجية لطيف الزئبق باستخدام محزوز الحيود.

### نظرية التجربة:

خاصية الحيود هي أن يحيد الضوء عن خاصية سيره في خطوط مستقيمة عند مروره خلال حافة حادة. ويعتبر محزوز الحيود حائل به فتحات عديدة فعند وضع المحزوز أمام مصدر ضوئي فإن الأشعة الخارجة منه تبدي حيود فرنفور من خلال فتحات عديدة.

ويتركب محزوز الحيود من شريحة زجاجية عليها

خدوش قد تصل إلى 6000 خط في السنتيمتر الواحد وتكون

على شكل خطوط متوازية تم عملها بواسطة سن مدبب من

الألماس. عند سقوط الأشعة الضوئية على المحزوز فإن

الضوء يمر من خلال الأجزاء غير المخدوشة أي بين

خطوط المحزوز حيث تعمل عمل فتحات فإذا كانت المسافة

بين كل خط وآخر هي  $a$  وعرض الخدش هو  $b$  كما بالشكل

(1) فإن المقدار  $d = (a + b)$  يسمى ثابت المحزوز.

ومن الملاحظ إذا كان عدد خطوط المحزوز في السنتيمتر هو  $N(\text{line/cm})$  خط فإن:

$$d = 1/N$$

وإذا كان عدد خطوط المحزوز في البوصة هو  $N(\text{line/inch})$  خط فإن:

$$d = 2.5/N$$



شكل (2)

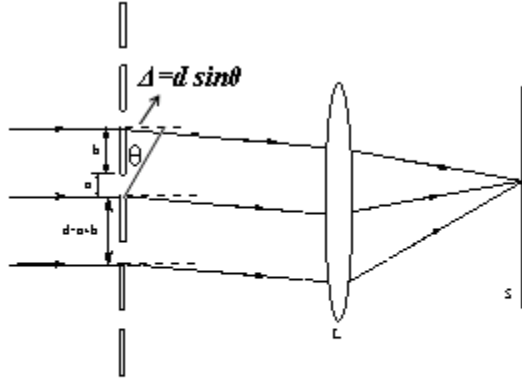
إذا سقطت حزمة متوازية من ضوء أحادي اللون طوله

الموجى  $\lambda$  في اتجاه عمودي على مستوى محزوز الحيود من

مجمع الضوء في المطياف – فإنه بتوجيه التلسكوب شكل (2)

بحيث يكون على استقامة مجمع الضوء – فإننا نرى صورة للفتحة

واضحة وقوية تمثل الهدبة المركزية التي تنتج عن التداخل البناء



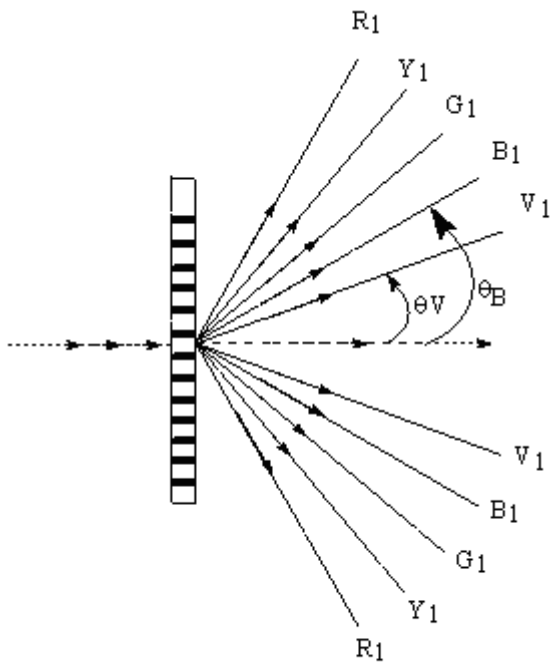
شكل (3)

لجميع الأشعة النافذة من هذه الفتحات المتوازية بدون حيود ونرى أيضاً على جانبيها أهداباً مضيئة تقل إضاءتها تدريجياً بالابتعاد عن الهدبة المركزية وهي ناتجة عن التداخل البناء للأشعة الحائدة بزوايا مختلفة. ومن الشكل ( 3 ) نجد أن شرط حدوث هذا التداخل البناء هو أن يكون فرق المسار الضوئي  $\Delta$  بين أي شعاعين متناظرين حائدين من أي فتحتين متتاليتين مساوياً لمضاعفات صحيحة للطول الموجي أي أن:

$$\Delta = d \sin \theta = n \lambda \quad (1)$$

ومن الواضح من المعادلة (1) أن زاوية الحيود  $\theta$  تعتمد على الطول الموجي  $\lambda$  للضوء الأحادي اللون المستعمل وعلى رتبة الحيود  $n$ .

إذا استعملنا مصدراً ضوئياً له طيف خطي (كمصباح الزئبق مثلاً) فإن الضوء



شكل (4)

الخارج من محزوز الحيود يتحلل إلى ألوان الطيف ويكون كل لون له زاوية حيود خاصة به ونشاهد خلال التلسكوب لكل رتبة حيود  $n$  جميع الخطوط الملونة التي يتكون منها طيف هذا المصدر الضوئي شكل ( 4 ). وهكذا يمكن استخدام محزوز الحيود لإنتاج رتب مختلفة لطيف أي مصدر ضوئي وكذلك يمكن استخدام المعادلة (1) لحساب الطول الموجي لكل منها.

### الأدوات المستخدمة:

مطياف للضوء ( سبكترومتر ) – محزوز الحيود – مصباح الزئبق.

**خطوات العمل:**

1 - اضبط الاسبكترومتر كالاتي:

أ - اضبط تدريج قاعدة الاسبكترومتر بأن تجعل صفر التدريج عند المجمع واجعل الخط الواصل بين الصفر، 180 موازياً لمحور المجمع.

ب - اضبط التلسكوب بأن توجه التلسكوب لجسم بعيد و عدل طول قسبة التلسكوب حتى تحصل علي أوضح صورة مقلوبة ومصغرة للجسم البعيد.

ت - اضبط المجمع بأن تنتظر من خلال التلسكوب للفتحة الضوئية الموجودة أمام لمبة الزئبق و عدل طول قسبة المجمع حتى تحصل علي أوضح صورة للفتحة الضوئية.

2 - ضع محزوز الحيود على منضدة المطياف بحيث يكون عمودي على الخط الواصل من المجمع إلى التلسكوب فتحصل على نفس صورة الفتحة الضوئية وهي تمثل هدبه الحيود ذات الرتبة  $n=0$ .

3 -حرك التلسكوب في جهة اليمين واضبط نقطة تقاطع الخطين المتقاطعين في عينية التلسكوب علي منتصف هدبه اللون البنفسجي ذات الرتبة  $n=1$ ، ثم عين قراءة التدريج  $\theta_R$  وسجل القراءة في الجدول المرفق.

4 -كرر الخطوة 3 مع باقي ألوان الهدبة الأولي.

5 -كرر الخطوات 3، 4 من جهة اليسار وعين قراءة التدريج  $\theta_L$  لكل لون وسجل القراءات في الجدول المرفق.

6 -عين قيمة زاوية الحيود  $\theta$  لكل لون من العلاقة:

$$\theta = \left| \frac{\theta_R - \theta_L}{2} \right|$$

وسجل النتائج في الجدول المرفق، ثم احسب  $\sin\theta$ .

7 -بمعرفة قيمة  $d$  احسب قيم  $\lambda$  عمليا باستخدام العلاقة  $d \sin\theta = n\lambda$ . وقارن بين هذه القيم والقيم النظرية المعطاة لك في الجدول.

## النتائج:

$$N = \dots\dots \text{ line/cm}$$

$$= \dots\dots$$

$$d = 1/N$$

$n=1$					$\lambda_{\text{نظري}} \text{ \AA}$	لون الطيف
$\lambda_{\text{عملي}}$	$\sin\theta$	$\theta$	$\theta_L$	$\theta_R$		
					6200	احمر ضعيف
					5791	أصفر قوي
					5770	أصفر قوي
					5461	أخضر قوي
					4916	أزرق مخضر ضعيف
					4358	أزرق قوي
					4078	بنفسجي متوسط
					4047	بنفسجي متوسط

## الموجات الموقوفة

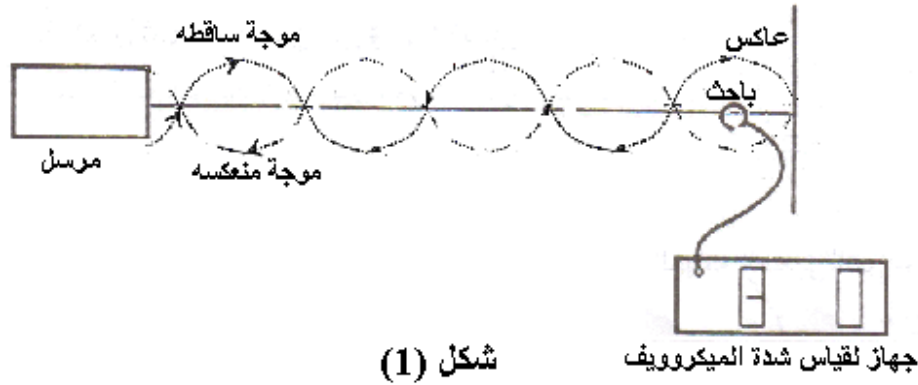
### الغرض من التجربة:

1 -دراسة الموجات الموقوفة.

2 - حساب الطول الموجي لأشعة الميكروويف.

### نظرية التجربة:

تعرف الموجات الموقوفة بأنها تلك الموجات التي تنشأ عن تراكب حركتين موجيتين لهما نفس التردد والسعة ، ولكنهما تتحركان في اتجاهين متضادين "موجة ساقطة والأخرى منعكسة". ومن أمثلة الموجات الموقوفة تلك الموجات التي نلاحظها عند اهتزاز الأوتار الموسيقية وكذلك الموجات التي تتكون في الأعمدة الهوائية عند الرنين. وفي هذه التجربة سندرس مثالا آخر للموجة الموقوفة الناشئة من سقوط موجة ميكروويف وانعكاسها على شاشة معدنية كما في شكل (1).



بفرض أن إزاحة الموجة الساقطة هي:

$$Y_1 = A \sin \left[ 2\pi \left( \frac{t}{\tau} - \frac{x}{\lambda} \right) \right] = A \sin \left[ \frac{2\pi}{\lambda} \left( \frac{\lambda}{\tau} t - x \right) \right]$$

حيث  $\tau$  هو الزمن الدوري للموجة الساقطة،  $\lambda$  طولها الموجي. وإذا فرضنا أن سرعة انتشار الموجة  $c$  وأن ترددها  $\nu$  حيث:

$$c = \lambda \nu = \frac{\lambda}{\tau}$$

وبالتالي يمكن تمثيل إزاحة الموجة الساقطة بالعلاقة:

$$Y_1 = A \sin \left[ \frac{2\pi}{\lambda} (ct + x) \right] \quad (1)$$

وبالمثل يمكن تمثيل إزاحة الموجة المنعكسة بالعلاقة:

$$Y_2 = A \sin \left[ \frac{2\pi}{\lambda} (ct - x) \right] \quad (2)$$

بالتالي فإن محصلة هاتين الموجتين هي:

$$\begin{aligned} Y &= Y_1 + Y_2 \\ &= A \sin \left[ \frac{2\pi}{\lambda} (ct + x) \right] + A \sin \left[ \frac{2\pi}{\lambda} (ct - x) \right] \end{aligned}$$

وباستخدام العلاقة:

$$\sin \theta + \sin \varphi = 2 \sin \left( \frac{\theta + \varphi}{2} \right) \cos \left( \frac{\theta - \varphi}{2} \right)$$

نحصل على:

$$Y = 2 A \cos \left( \frac{2\pi}{\lambda} x \right) \sin \left( \frac{2\pi}{\lambda} ct \right) \quad (3)$$

وهذه الموجة الناتجة يكون لها نفس تردد الموجتين المترابكتين. وبمقارنة المعادلة (3)

بالمعادلتين (1)، (2) نجد أن الإزاحة المحصلة تمثل إزاحة جسم يتحرك حركة جيبية سعتها  $B$  حيث:

$$B = 2 A \cos \left( \frac{2\pi}{\lambda} x \right) \quad (4)$$



أي أن السعة دالة في المسافة  $x$  "تتغير بتغير المسافة" ومن هنا يمكن التفريق بين تلك الأمواج التي تسمى أمواجاً موقوفة والأمواج المنتشرة في وسط ما من حيث السعة فإن سعة الموجة الموقوفة تتغير مع المسافة على عكس الموجة المنتشرة في وسط ما فهي تنتشر بتردد وسعة ثابتين أما الموقوفة فهي تنتشر بتردد ثابت وسعة متغيرة.

وبدراسة العلاقة (4) التي تمثل سعة الموجة الموقوفة نجد أن:

أولاً: تبلغ السعة أقصى ما يمكن عندما تكون:

$$\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x\right) = \pm 1$$

أي عند المواضع:

$$x_n = n \frac{\lambda}{2} \quad ; \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

وتسمى هذه المواضع باسم البطون وتقع على مسافات متساوية وتفصل إحداها عن التالية لها مسافة تساوي  $\lambda/2$ .

ثانياً: تنعدم السعة عندما تكون:

$$\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x\right) = 0$$

أي عند المواضع:

$$x_n = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} \quad ; \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (6)$$

وتسمى هذه المواضع التي تنعدم فيها السعة باسم العقد وتقع على مسافات متساوية وتفصل إحداها عن التالية لها مسافة تساوي  $\lambda/2$ .

ومن العلاقتين (5)، (6) نجد أن :

$$x_n - x_0 = \frac{\lambda}{2} n \quad ; n = 1, 2, 3, \dots \quad (7)$$

حيث  $x_0$  هي موضع بطن،  $x_n$  هي موضع البطن رقم  $n$  بعد البطن  $x_0$ . والعلاقة السابقة صحيحة بالنسبة لمواقع البطون ومواقع العقد.

### خطوات العمل:

- 1- ضع جهاز الميكروويف "المرسل" ووجهه نحو شاشة معدنية عمودية تماماً علي اتجاه البث وعلي بعد 100 سم تقريباً.
- 2- ضع الباحث ذي الصمام الثنائي علي التدريج بين المرسل والشاشة، بحيث يكون قريباً من الشاشة كما بالشكل (1).
- 3- حرك الباحث ببطء في اتجاه محور البث ومقرباً من المرسل وعين موضع بطن ولتكن  $x_0$ .
- 4- حرك الباحث مرة أخرى ببطء في اتجاه محور البث ومقرباً من المرسل ستجد أن الشدة تقل ثم تزداد حتى تصل إلى قيمة عظمى عندها تكون وصلت للبطن التالية "البطن الأولي". عين موضعها وليكن  $x_1$ ، وسجل القراءات في الجدول المرفق.
- 5- كرر الخطوة 4  $n$  مرة.
- 6- ارسم العلاقة بين  $n$  على المحور الأفقى ،  $x_n - x_0$  على المحور الرأسى ومن الميل الذي يساوي  $\lambda/2$  عين قيمة الطول الموجي لأشعة الميكروويف  $\lambda$ .

## النتائج:

$$x_0 = \dots\dots\dots$$

$n$	$x_n$	$x_n - x_0$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

$$\text{الميل} = \dots\dots\dots$$

$$\lambda = \dots\dots\dots$$

## الاستقطاب

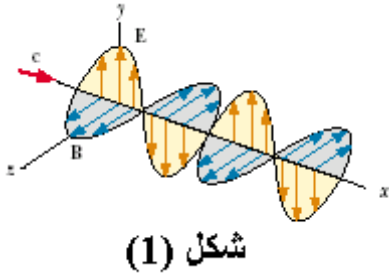
### الغرض من التجربة:

- 1- دراسة ظاهرة الاستقطاب.
- 2- معرفة أنواع الضوء المستقطب.
- 3- معرفة طرق الحصول علي الضوء المستقطب.
- 4- تحقيق قانون مالو عملياً.

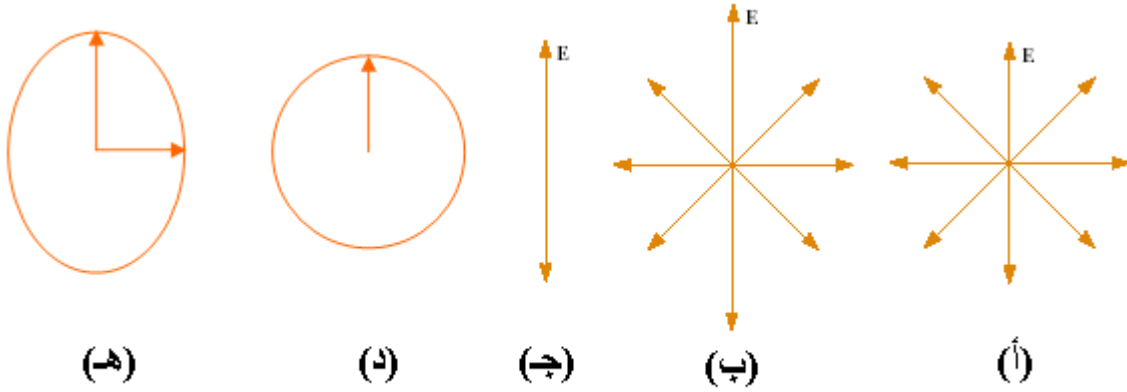
### نظرية التجربة:

طبقاً للنظرية الموجية للضوء فإن الضوء عبارة عن

موجات كهرومغناطيسية مستعرضة ولذبذبتها مركبتان متوافقتان أي لهما نفس الطور ومتعامدتان على اتجاه انتشار الموجة، أحدهما تمثل تغيراً دورياً في المجال الكهربائي والأخرى تمثل تغيراً دورياً في المجال المغناطيسي كما في الشكل (1).



شكل (1)



شكل (2)

ويحدث لهاتين الذبذبتين تغيراً مفاجئاً للاتجاه في الفراغ مع بقائهما عموديتين على اتجاه انتشار الموجة وهذا التغير يحدث بمعدل  $10^8$  مرة في الثانية مما يجعل متوسط شدة الذبذبة في أي اتجاه حول محور انتشار الموجة مقدار ثابت شكل (2-أ).

الضوء المستقطب:

إذا كان متوسط الذبذبة حول محور انتشار الشعاع الضوئي غير متجانس فإن الضوء يكثر ضوء مستقطب، وبمعنى آخر يصبح الضوء مستقطباً إذا كان اتجاه الذبذبة يفضل اتجاه ما عن بقية الاتجاهات في الفراغ.

**أنواع الاستقطاب:**

يوجد أربعة أنواع مختلفة للضوء المستقطب وهي :

**1- الاستقطاب الجزئي:** وفيه يكون متوسط شدة الذبذبة في اتجاه ما أكبر منه في بقية الاتجاهات شكل (2-ب).

**2- الاستقطاب الخطي:** أو الكلي أو الاستوائي وفيه يكون متوسط شدة الذبذبة في اتجاه ما أكبر ما يمكن وينعدم في بقية الاتجاهات شكل (2-ج).

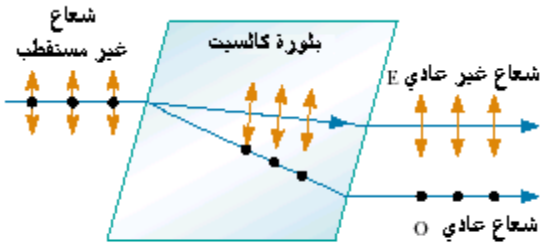
**3- الاستقطاب الدائري:** وفيه يكون متوسط شدة الذبذبة ثابت وفي اتجاه واحد ولكن هذا الاتجاه يعتمد على الزمن ويدور بسرعة زاوية فتقسم نهايته مساراً دائرياً وهنا يوجد تغير في الاتجاه فقط شكل (2-د).

**4- الاستقطاب الاهليجي:** وفيه يكون متوسط شدة الذبذبة غير ثابت ولكن في اتجاه واحد وهذا الاتجاه يعتمد على الزمن ويدور بسرعة زاوية فتقسم نهايته مساراً اهليجياً ويقال في هذه الحالة أن الضوء مستقطب استقطاباً اهليجياً أي أنه يوجد في هذه الحالة تغير في الشدة والاتجاه لمتوسط شدة الذبذبة شكل (2-ه).

**طرق الحصول على الضوء المستقطب:**  
هناك عدة طرق للحصول على الضوء المستقطب وهي:

**1- الاستقطاب بالانكسار المزدوج (Double Refraction):**

هذه الخاصية تم اكتشافها عام 1669 على



شكل (3)

يد "بارثولينوس" وهي خاصية تتواجد في بعض

البلورات التي لها خاصية تباين الخواص في

الاتجاهات المختلفة Anisotropy ويمتلك هذه

الخاصية البلورات التي لا تنتمي إلى فصيلة الكعب

ومن أمثلتها بلورات أيسلاند سبار (الكالسيت) والكوارتز.

فعند مرور الضوء في هذه البلورات يحدث الانكسار المزدوج وهو خروج الضوء على

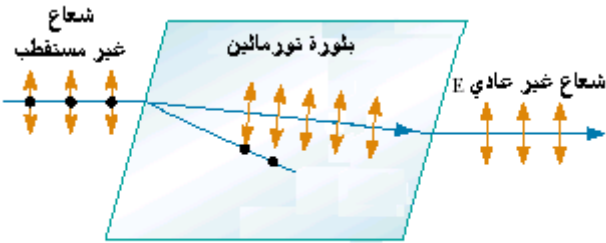
هيئة شعاعان أحدهما يتبع قوانين الانكسار المعروفة ويسمى الشعاع العادي والآخر لا يتبع

قوانين الانكسار المعروفة ويسمى الشعاع غير العادي وتختلف سرعة الشعاعين ويرمز للشعاع العادي بالرمز "O" وللشعاع غير العادي بالرمز "e" كما بالشكل (3)

وقد وجد أن هناك اتجاه "محور بلوري" واحد في تلك البلورة إذا نفذ الضوء فيه لا يعاني انكسار مزدوج ويسمى هذا الاتجاه بالمحور البصري optical axis والمستوى الذي يضم الشعاع الساقط والمحور البصري يسمى بالمستوى الأساسي principle plane وقد وجد أيضا أن كل من الشعاع العادي وغير العادي يكون مستقطب استقطابا خطيا ومستوى الاستقطاب (المستوى الذي تهتز المركبة في اتجاهه) لكل منهما عمودي على الآخر ألا أن مستوى الاستقطاب للشعاع غير العادي هو المستوى الأساسي.

## 2- الاستقطاب بالامتصاص الانتقائي Selective absorption (Dichroism)

هناك بعض البلورات يكون فيها معامل الامتصاص لأحد شعاعي الانكسار المزدوج



شكل (4)

كبير بالنسبة لمعامل امتصاص الشعاع الآخر ومثال على ذلك مادة التورمالين وبالتالي يمكن باستخدام سمك معين من هذه المادة امتصاص أحد الشعاعين تماما ونفاذ الشعاع الآخر.

ومن هذه المواد يصنع **المستقطب** وهو الأداة التي نحصل بواسطتها على ضوء

مستقطب استقطاب خطي ويتم صناعة المستقطبات من مادة مثل التورمالين تمتاز بخاصية الانكسار المزدوج والامتصاص الانتقائي حيث يتم صنع المستقطب من بلورة ذات سمك كاف لامتصاص الشعاع العادي وبالتالي نحصل فقط على الشعاع غير العادي المستقطب استقطابا خطيا هذا واضح من شكل (4).

وهناك طرق أخرى للحصول على الضوء المستقطب سنذكرها فيما يلي بدون تفصيل وهي:

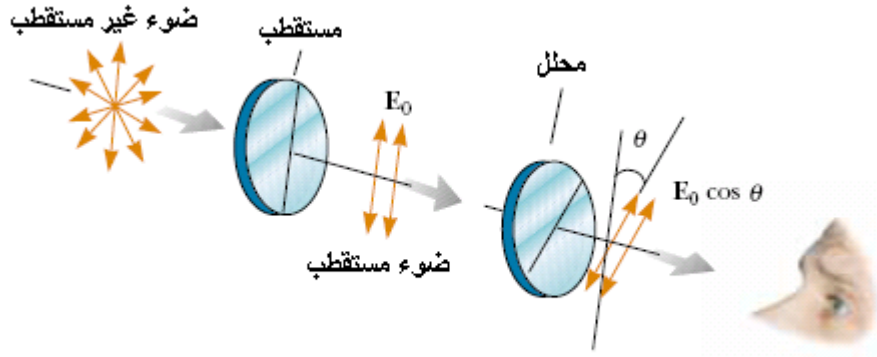
### 3- الاستقطاب بالانعكاس.

### 4- الاستقطاب بالانكسار خلال الشرائح المتعددة .

### 5- الاستقطاب بالتشتت .

## قانون ماليز:

لو لدينا شعاع مستقطب استقطابا خطيا في مستوى يصنع زاوية  $\Phi$  مع مستوى الاستقطاب لمستقطب وكانت سعة الذبذبة A فإننا يمكن ان نحللها إلى مركبتين احدهما موازية لمستوى الاستقطاب للمستقطب و الاخرى عمودية على مستوى الاستقطاب كما بشكل (5).



شكل (5)

ولان شدة الاستضاءة تتناسب مع مربع السعة لذا فان شدة استضاءة الشعاع المار من المستقطب سوف تناسب مع مربع السعة  $A^2$  اي أن:

$$I \propto A^2 \cos^2 \phi$$

$$I = I_o \cos^2 \phi$$

وهذا هو قانون مالويو.

### الأدوات المستخدمة:

مصدر ضوئي (ضوء غير مستقطب) - مستقطبان - فوتومتر لقياس الشدة الضوئية "خلية شمسية وأميتر" - حامل

### خطوات العمل:

1. ضع المستقطب في مواجهة المصدر الضوئي على الحامل و ضع المستقطب الآخر أمام الفوتومتر بحيث يكون المستقطبان متوازيين اي مستوى الاستقطاب لكل منهما يقابل الآخر .
2. ادر احد المستقطبين بزاوية  $\phi=10^\circ$  مثلا ثم عين الشدة الضوئية من الفوتومتر.

3. كرر الخطوة السابقة بزيادة الزاوية  $\varphi$  خمس درجات في كل مرة وعين الشدة الضوئية ثم سجل القراءات في الجدول المرفق .

4. ارسم العلاقة بين  $\cos^2 \varphi$  على المحور الافقى والشدة على المحور الرأسى .

5. قارن بين قيمة ميل الخط المستقيم و قيمة الشدة الضوئية عند  $\varphi=0$  .

### النتائج:

$\varphi$	I	$\varphi \cos$	$\varphi \cos^2$
10			
15			
20			
25			
30			
35			
40			
45			
50			
55			
60			
65			
70			



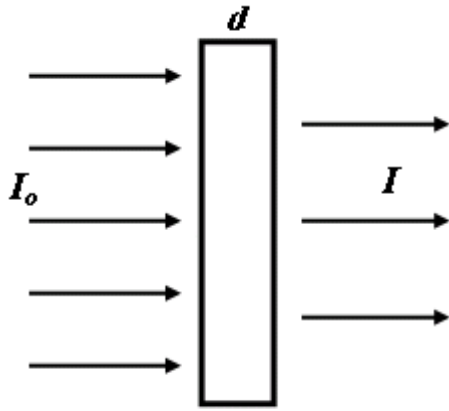
## تعيين معامل امتصاص الزجاج للضوء باستخدام الخلية الشمسية

### الهدف من التجربة:

تعيين معامل امتصاص الزجاج للأشعة الضوئية.

### نظرية التجربة:

يتناسب شدة التيار الكهربائي  $I$  المار في الخلية الشمسية مع شدة الضوء الساقط عليها. فإذا ثبتت المسافة بين مصدر الضوء والخلية الشمسية وكان الوسط بينهما هو الهواء، تكون شدة التيار الكهربائي  $I_0$ . وعند وضع مادة شفافة "كالزجاج أو الميكا أو البلاستيك الشفاف" سمكها  $d$



شكل (1)

بين المصدر الضوئي والخلية، فإن شدة التيار الكهربائي المار في الخلية تتناقص إلى  $I$  وذلك بسبب أن المادة الشفافة تمتص جزءاً من الضوء الساقط من المصدر مما يقلل من شدة التيار. شكل (1) يمثل  $I_0$  "تتناسب مع شدة الشعاع الضوئي الساقط على المادة الشفافة"،  $I$  "تتناسب مع شدة الشعاع الضوئي الخارج بعد مروره في تلك المادة الشفافة ذات السمك  $d$ " وتكون العلاقة بينهما علي الصورة:

$$I = I_0 e^{-\alpha d}$$

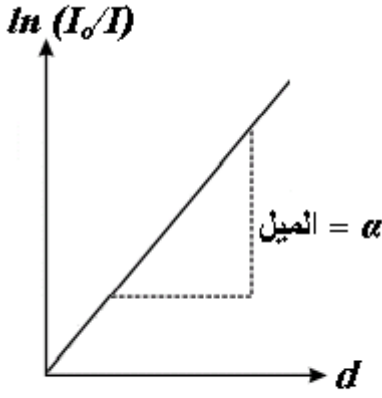
حيث  $\alpha$  يسمى معامل امتصاص المادة. والعلاقة السابقة يمكن وضعها علي الصورة:

$$\frac{I_0}{I} = e^{\alpha d}$$

وبأخذ لوغاريتم الطرفين للأساس الطبيعي فإن:

$$\ln(I_0 / I) = \alpha d$$

وهذه العلاقة بين  $\ln(I_0/I)$  على المحور الرأسي وبين  $d$  على المحور الأفقي هي علاقة خط مستقيم يمر بنقطة الأصل وميله يساوي  $\alpha$  كما هو موضح بالشكل (2).



شكل (2)

### الأدوات المستخدمة:

خلية شمسية – مصدر ضوئي – مصدر جهد – ميكروأميتر – ألواح زجاجية معلومة السمك.

### خطوات العمل:

1. ثبت جهد الخلية الشمسية عند قيمة معينة باستخدام مصدر الجهد.
2. ثبت المصدر الضوئي على مسافة معينة من الخلية طوال التجربة.
3. عين شدة التيار الابتدائي المار بالخلية قبل وضع الزجاج. فيكون ذلك هو  $I_0$ .
4. عين سمك اللوح الأول  $d$ ، وثبته بين المصدر الضوئي والخلية وعين شدة التيار  $I$ .
5. عين سمك اللوح الثاني، وثبته بجوار اللوح الأول وعين شدة التيار الحالية (تكون قيمة السمك  $d$  هي مجموع سمك اللوحين) وعين شدة التيار  $I$ .
6. كرر الخطوة السابقة وفي كل مرة سجل قراءة شد التيار ومجموع سمك الألواح الزجاجية المقابل.
7. أحسب النسبة  $(I_0/I)$  لجميع قراءات التيار التي حصلت عليها.
8. أحسب اللوغاريتم الطبيعي لهذه القيم  $\ln(I_0/I)$ .
9. ارسم العلاقة البيانية بين  $\ln(I_0/I)$  على المحور الرأسي،  $d$  على المحور الأفقي تحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل.
10. أحسب ميل الخط المستقيم فيكون مساوياً لمعامل امتصاص الزجاج  $\alpha$ .

### النتائج:

$$I_0 = \dots\dots\dots$$

$d$	$I$	$\ln(I_0/I)$

$$\text{الميل} = \alpha = \dots\dots\dots$$

## تحقيق قانون التربيع العكسي للضوء

### باستخدام الخلية الشمسية

#### الهدف من التجربة:

تحقيق قانون التربيع العكسي للضوء باستخدام الخلية الشمسية.

#### نظرية التجربة:

ينص قانون التربيع العكسي علي أن شدة استضاءة أي سطح تتناسب مع مربع بعده عن المصدر الضوئي. ولإثبات ذلك، فإن كمية الضوء التي تنبعث من مصدر ضوئي في جميع الاتجاهات في الثانية تسمى الفيض الضوئي، أما شدة استضاءة سطح فهي الفيض الضوئي الذي يسقط عمودياً على وحدة المساحات من السطح في الثانية الواحدة. فإذا فرضنا مصدراً ضوئياً موضوعاً في مركز كرة جوفاء نصف قطرها  $d$  فإن الفيض الضوئي سيقسم على مساحة سطح الكرة والذي يساوي  $4\pi d^2$  أي أن شدة استضاءة سطح الكرة يتناسب عكسياً مع مربع نصف قطرها ويسمى هذا بقانون التربيع العكسي.

ولتحقيق قانون التربيع العكسي نستخدم الخلية الشمسية والتي يعتمد شدة التيار المار بها  $I$  على شدة الضوء الساقط. فإذا كانت المسافة بين المصدر الضوئي والخلية الشمسية  $d$ ، فإن شدة الضوء الساقط علي الخلية يتناسب طبقاً لقانون التربيع العكسي مع  $1/d^2$  وبالتالي فإن:

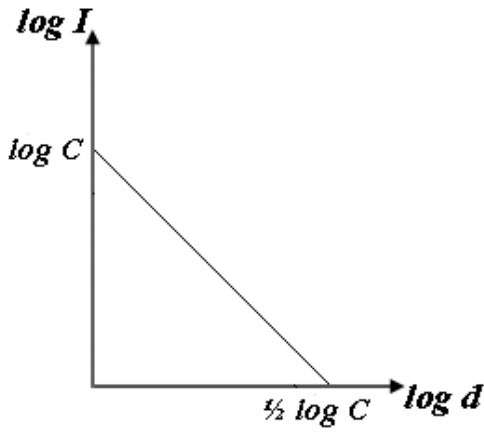
$$I \propto \frac{1}{d^2}$$

$$I = C \frac{1}{d^2}$$

حيث  $C$  مقدار ثابت "ثابت التناسب". وبأخذ لوغاريتم الطرفين:

$$\log I = \log C - \log d^2$$

$$\log I = -2\log d + \log C$$



شكل (1)

ومن هذه العلاقة إذا مثلنا  $\log I$  على المحور الرأسي، ومثلنا  $\log d$  على المحور الأفقي، فإننا نحصل على خط مستقيم ميله يساوي (-2) ويقطع جزء موجب من محور الصادات يساوي  $(\log C)$  كما يقطع جزء موجب من محور السينات يساوي  $(\frac{1}{2} \log C)$  لئلا هو موضح في الشكل (1).

### خطوات العمل:

1. ثبت جهد الخلية الشمسية عند قيمة ثابتة ولتكن  $(V)$  باستخدام مصدر الجهد.
2. ثبت الخلية على مسافة كبيرة من المصدر الضوئي وعين تلك المسافة  $d$ ، ثم عين شدة التيار  $I$  المار في الدائرة باستخدام الميكروأميتر وسجل النتائج بالجدول المرفق.
3. قرب الخلية قليلاً من المصدر الضوئي وعين المسافة  $d$  الحالية وسجل قراءة الميكروأميتر  $I$  المقابلة وسجل النتائج بالجدول المرفق.
4. كرر الخطوة السابقة عدة مرات ، وسجل في كل مرة المسافة بين المصدر والخلية  $d$  وشدة التيار المقابلة  $I$ .
5. أحسب قيم  $(\log I)$  ،  $(\log d)$  وسجل النتائج بالجدول المرفق.
6. ارسم العلاقة بين  $(\log I)$  على المحور الرأسي،  $(\log d)$  على المحور الأفقي لتحصل على خط مستقيم كما بالشكل (1).
7. أحسب ميل الخط المستقيم وأثبت أنه يساوي (2) تقريباً مما يحقق قانون التربيع العكسي.

## النتائج

$d$	$I$	$\log d$	$\log I$

الميل = .....

## تعيين معامل انكسار سائل باستخدام العدسة السائلة

### الهدف من التجربة:

قياس معامل انكسار سائل بتكوين عدسة مقعرة منة والاستعانة بعدسة محدبة لإيجاد

قوتها.

### نظرية التجربة:

يعرف معامل الانكسار المطلق لمادة بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ "أو

الهواء" وسرعته في هذه المادة.

ولتعيين معامل انكسار مادة سائلة نُكوّن

مجموعة ضوئية تتركب من عدستين، إحداهما

$F_1$  عدسة زجاجية محدبة والأخرى  $F_2$  عدسة

مقعرة مستوية سائلة تتكون من طبقة السائل

المحصور بين السطح السفلي للعدسة الزجاجية

المحدبة وبين سطح مرآة مستوية كما هو موضح

بالشكل (1).

وكما هو معلوم فإن العلاقة بين قوة أي عدسة  $F$  وبين معامل انكسار مادتها  $\mu$  وانحناء

سطحها  $R_1, R_2$  " انحناء أي سطح كروي هو مقلوب نصف قطر تكوره " هي:

$$F = (\mu - 1)(R_1 - R_2) \quad (1)$$

بشرط مراعاة قاعدة الإشارات والتي تنص علي أن انحناء السطح المحدب بالنسبة للأشعة

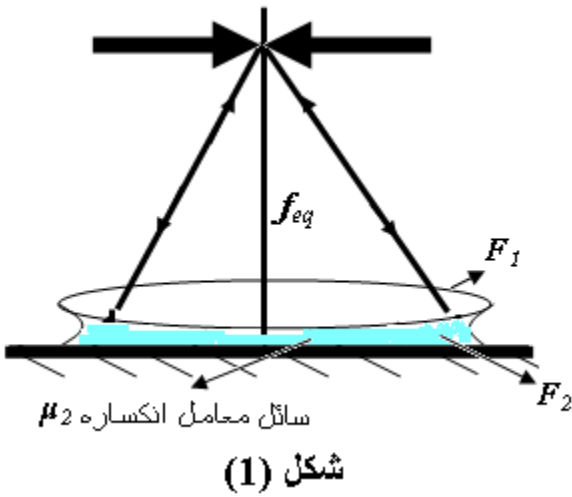
الساقطة يكون موجب، أما إذا كان السطح مقعر بالنسبة للأشعة الساقطة يكون انحناءه سالباً.

وعند تطبيق تلك العلاقة (1) مع قاعدة الإشارات علي العدسة المحدبة  $F_1$  نحصل علي العلاقة:

$$F_1 = (\mu_1 - 1)(R_1 + R_2) \quad (2)$$

فإذا كانت العدسة متماثلة الوجهين أي  $R_1 = R_2 = R$  وكانت مصنوعة من الزجاج معامل

انكساره  $\mu_1 = 1.5$  تصبح العلاقة (2) علي الصورة:



$$F_1 = R \quad (3)$$

وعند تطبيق العلاقة ( 1 ) مع قاعدة الإشارات علي العدسة المقعرة مستوية  $F_2$  نحصل علي العلاقة:

$$F_2 = (\mu_2 - 1)(-R) \quad (4)$$

حيث انحناء سطحها الأول المقعر يساوي  $(-R)$  أما سطحها الثاني المستوي فانحناءه يساوي الصفر.

ومن العلاقتين ( 3 )، ( 4 ) تكون القوة المكافئة  $F_{eq}$  للمجموعة المكونة من العدسة الزجاجية المحدبة  $F_1$  والعدسة السائلة المقعرة المستوية  $F_2$  هي:

$$\begin{aligned} F_{eq} &= F_1 + F_2 = F_1 + (\mu_2 - 1)(-F_1) \\ &= F_1 (2 - \mu_2) \end{aligned}$$

ومن تلك العلاقة يمكن تعيين معامل انكسار السائل  $\mu_2$  حيث:

$$\begin{aligned} \mu_2 &= 2 - \frac{F_{eq}}{F_1} \\ &= 2 - \frac{f_1}{f_{eq}} \end{aligned} \quad (5)$$

حيث:  $f_1$  هو البعد البؤري للعدسة المحدبة،  $f_2$  هو البعد البؤري المكافئ للمجموعة المكونة من العدسة المحدبة والعدسة السائلة.

ولتعيين كل من  $f_1$ ،  $f_2$  نستخدم طريقة انطباق الصورة علي الجسم. فعند وضع العدسة المحدبة الوجهين علي سطح مرآة مستوية أفقية ووضع جسم علي هيئة سهم أفقياً فوق العدسة علي حامل رأسي وحرك السهم إلي اعلي والي أسفل، حتى تظهر صورة مقلوبة ومساوية للسهم ومنطبقة عليه، في هذه الحالة يكون السهم عند بؤرة العدسة. وتكون المسافة بين السهم ومركز العدسة هي نفسها البعد البؤري للعدسة  $f_1$ .



وعند وضع قليل من السائل المراد قياس معامل انكساره  $\mu_2$  بين العدسة الزجاجية والمرآة المستوية ونحرك السهم مرة أخرى حتي نحصل علي صورة منطبقة عليا، وفي هذه الحالة أيضا يكون السهم في بؤرة المجموعة المكونة من العدسة الزجاجية والعدسة السائلة وتكون المسافة بين السهم ومركز العدسة هي نفسها البعد البؤري للعدسة  $f_{eq}$ .

### الأدوات المستخدمة:

عدسة محدبة الوجهين – حامل – سهم – مرآة مستوية – كأس به السائل المراد تعيين معامل انكساره.

### خطوات العمل:

- 1- نضع المرآة المستوية علي قاعدة الحامل ويوضع فوقها العدسة المحدبة.
- 2- نثبت محور السهم أفقيًا في الحامل علي ارتفاع معين من العدسة وينظر في اتجاه محور العدسة ويحرك السهم إلي أعلي وإلي أسفل حتى نري صورة مقلوبة للسهم ونستمر في تحريك السهم حتى يكون سن السهم منطبق مع سن صورته. والسهم وصورته متساويان وعلي استقامة واحدة، حرك عينك أفقيا قليلا في اتجاه عمودي علي طول السهم فإذا لم ينفصل سن السهم عن سن الصورة مهما تحرك نظرك، فهذا يعني أن الصورة منطبقة علي السهم وان السهم يقع في بؤرة العدسة.
- 3- نقاس المسافة  $f_1$  بين راس السهم ومركز العدسة.
- 4- يوضع بين العدسة والمرآة المستوية قليلا من السائل المراد تعيين معامل انكساره ونكرر الخطوات (2)، (3) ويعين البعد  $f_{eq}$ .
- 5- استخدام العلاقة (5) لتعيين معامل انكسار السائل.
- 6- كرر كل ما سبق بالنسبة لعدسة أخرى مختلفة التحدب باستخدام نفس السائل وتأكد من أن معامل انكسار السائل في الحالتين واحد.

### النتائج:

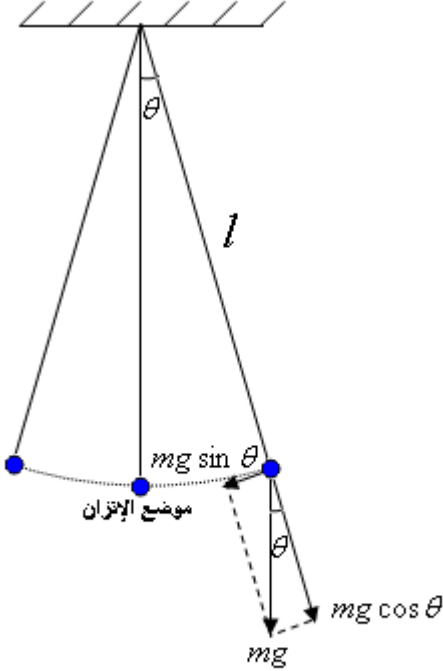
بعد السهم عن العدسة المحدبة  $f_1 = \dots\dots\dots$  سنتيمتر  
 بعد السهم عن مجموعة العدسة المحدبة والسائلة  $f_{eq} = \dots\dots\dots$  سنتيمتر  
 معامل انكسار السائل  $\mu_2 = \dots\dots\dots$

## البندول البسيط

### الهدف من التجربة:

تعيين عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام البندول البسيط.

### نظرية التجربة :



يتركب البندول البسيط من خيط رفيع معلق

رأسيا في حامل وفي طرفه الثاني كرة صغيرة. إذا

أزاحت الكرة عن موضع اتزانها بزاوية صغيرة

فإنها تتذبذب حول هذا الموضع حسب المعادلة

الآتية:

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \theta = 0 \quad (1)$$

ولها الحل:

$$\theta = \theta_0 \cos \omega t \quad (2)$$

حيث  $\theta$  الإزاحة الزاوية،  $\ddot{\theta}$  العجلة الزاوية،  $\theta_0$  سعة الاهتزازة وهي أقصى إزاحة للجسم

عن موضع اتزان،  $\omega = \sqrt{g/l}$  السرعة الزاوية،  $t$  الزمن. ويهمل الحل (2) حركة توافقية

بسيطة زمنها الدوري :

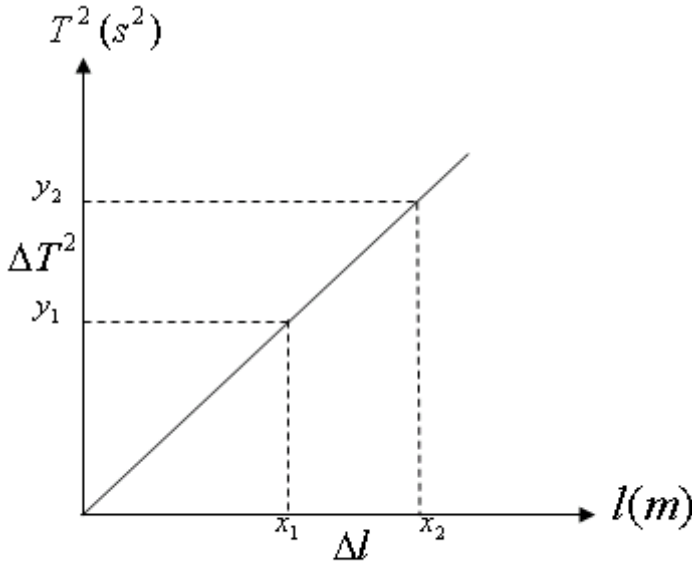
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (3)$$

ويعرف الزمن الدوري  $T$  بأنه الزمن المستغرق في عمل اهتزازة كاملة (ذهابا وإيابا). ويعرف

عدد الاهتزازات في الثانية الواحدة بالتردد  $f = 1/T$  ووحدته هرتز (Hz). بتربيع طرفي المعادلة

(3) نحصل على العلاقة الرياضية التالية:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} l \quad (4)$$



شكل (2)

وبتمثيل العلاقة بين  $T^2$  علي المحور الرأسي،  $l$  علي المحور الأفقي نحصل علي خط مستقيم يمر بنقطة الأصل ميله يساوي  $4\pi^2/g$  ومنه يمكن حساب عجلة الجاذبية الأرضية  $g$ .

### الأجهزة المستخدمة:

مسطرة مترية – ثقل – خيط –

ساعة إيقاف – حامل.

### خطوات التجربة:

1- خذ طولاً مناسباً للبندول ثم أزح الكرة إزاحة صغيرة ( $\theta < 10^\circ$ ) من موضع اتزانها واتركها تتذبذب.

2- عين زمن عشرة ذبذبات باستخدام ساعة الإيقاف ثم احسب الزمن الدوري  $T$  ومربع الزمن الدوري  $T^2$ .

3- غير طول البندول  $l$  وكرر الخطوتين 1، 2 في كل مرة تغير فيها طول البندول.

### الحسابات والنتائج:

1- أكمل الجدول التالي:

$l (m)$	$10T(s)$	$T (s)$	$T^2 (s^2)$
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			

2- ارسم العلاقة البيانية بين مربع الزمن الدوري  $T^2$  وطول البندول  $l$  شكل (2).

3- احسب ميل الخط باستخدام العلاقة:

$$\text{الميل} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

4- أوجد عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام العلاقة:

$$g = \frac{4\pi^2}{\text{الميل}} \quad (m / sec^2)$$

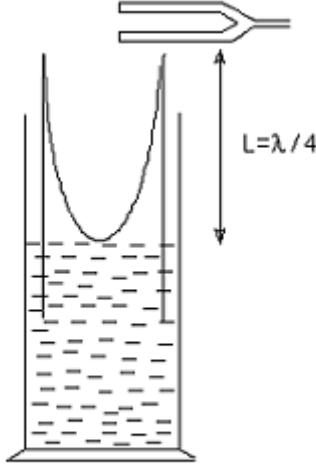
5- قارن قيمة عجله الجاذبية الأرضية التي حصلت عليها مع القيمة المتعارف عليها.

## سرعة الصوت

### هدف التجربة:

تعيين سرعة الصوت في الهواء باستخدام عمود هوائي مغلق من احد طرفيه.

### نظرية التجربة:



شكل (1)

تنعكس الموجات الطولية الصادرة من شوكة رنانة عند

سطح الماء داخل أنبوبة الرنين وتتداخل الموجات الصوتية

المنعكسة مع الموجات الساقطة . وفي حالة حدوث رنين تكون

هذه المجموعة من الموجات ما يسمى بالموجات الموقوفة بحيث

تتكون عقدة عند سطح الماء ويتكون بطن بالقرب من فوهة

الأنبوبة وذلك كما هو موضح بالشكل.

ويكون طول أقصر عمود هوائي مفتوح ( $L$ ) يحدث رنين

مع الشوكة مساويا ( $\lambda/4$ ) حيث إن ( $\lambda$ ) هو الطول الموجي. ونستطيع الحصول على رنين

متكرر عند أطوال مختلفة من العمود الهوائي ( $L$ ) طبقاً للعلاقة التالية :

$$L = (2n + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (1)$$

حيث:  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

و يتضح من العلاقة السابقة أن كل طول  $L$  يحدث عنده رنين يساوى عدد فردى من ربع الطول

الموجي  $\lambda$ . فمثلا أول رنين يحدث عند  $L = \lambda/4$  والرنين الثاني عند  $L = 3\lambda/4$  وهكذا.

ولكن في الحقيقة فإن الطول الفعلي للعمود الهوائي يكون أطول بقليل من المسافة بين

سطح الماء وفوهة العمود حيث يكون بطن الموجة عند الرنين خارج فوهة الأنبوبة بمقدار  $L'$

وبذلك تكتب المعادلة (1) على النحو التالي :

$$L + L' = (2n + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (2)$$

وإذا اكتفينا بالرنين الأول فإن الطول الموجي  $\lambda$  يساوي:

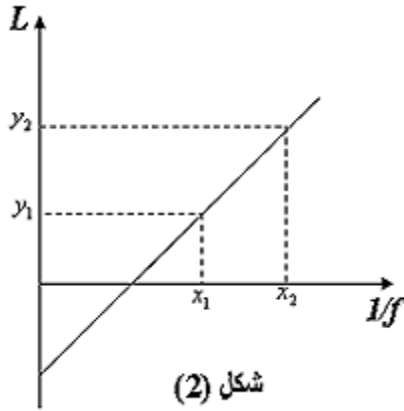
$$\lambda = 4(L + L') \quad (3)$$

وإذا كانت سرعة الموجة  $v$  تعطى من العلاقة التالية:

$$v = f \cdot \lambda \quad (4)$$

حيث  $f$  هو تردد الموجة. ومن المعادلتين (3) و (4) ينتج أن:

$$L = \frac{v}{4f} - L' \quad (5)$$



نلاحظ أن العلاقة بين  $L$  و  $1/f$  علاقة خط مستقيم يقطع جزء سالب من محور الصادات وميل هذا الخط يساوي  $v/4$ . ومن ثم يمكننا حساب سرعة الصوت في الهواء  $v$  من حساب ميل الخط المستقيم.

### الأدوات المستخدمة:

شوك رنانة مختلفة الترددات - مطرقة - أنبوبة مغلقة من طرف واحد - مخبار - ماء.

### خطوات العمل:

- 1 - ضع الأنبوبة المفتوحة من الطرفين في مخبار مملوء بالماء.
- 2 - أطرق الشوكة الرنانة ثم قربها من الطرف العلوي للأنبوبة مع رفعها إلى الأعلى ببطء إلى أن تحصل على أول رنين "عنده تسمع صوت الشوكة الرنانة بوضوح"، قس طول العمود الهوائي  $L$  وسجل النتائج بالجدول المرفق.
- 3 - كرر الخطوة السابقة مستخدماً شوكة رنانة مختلفة الترددات مع تسجّل النتائج في جدول المرفق.
- 4 - ارسم العلاقة البيانية بين طول العمود  $L$  على المحور الرأسي وبين مقلوب تردد الشوك  $1/f$  على المحور الأفقي، فتحصل على خط مستقيم يقطع جزء سالب من محور الصادات.

5 - أحسب ميل الخط ومنه عين سرعة الصوت  $v$ .

6 - قس الطول  $L$  لعمود الهواء الذي يحصل عنده الرنين للشوكة المجهولة ثم استنتج من الرسم البياني  $1/f$  ومنها عين تردد الشوكة المجهولة  $f$ .

**النتائج:**

$f (Hz)$					
$1/f$					
$L (m)$					

$$\text{ميل الخط المستقيم} = v/4 = \dots\dots$$

$$v \text{ m/sec} = \dots\dots = 4 \times \text{الميل} = \text{سرعة الصوت في الهواء}$$

$$L = \dots\dots \text{ m}$$

$$1/f = \dots\dots$$

$$f = \dots\dots \text{ Hz}$$

## تعيين التردد لمصدر تيار كهربائي متردد باستخدام طريقة ميلد

### هدف التجربة

تعيين التردد لمصدر تيار كهربائي متردد باستخدام طريقة ميلد.

### نظرية التجربة

عند اهتزاز سلك طوله  $\ell$  ومثبت من طرفيه، تحت تأثير قوة شد معين فإن طول الموجه المتكونة فيه يعطي بالعلاقة :

$$\lambda = \frac{2\ell}{n}$$

حيث " $n$ " هو عدد البطون المتكونة على طول السلك . وسرعة انتشار الموجات على السلك هي " $v$ " ،

وتعطى سرعة انتشار الموجات بالعلاقة التالية:

$$v = \sqrt{\frac{F}{m}}$$

حيث " $F$ " هي قوة الشد في السلك أو الوتر .

و " $m$ " هي كتلة وحدة الأطوال من السلك ( كتلة السلك ÷ طول السلك ) .  
ويكون تردد الموجات المتكونة على طول السلك هو .

$$v = f \lambda \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$$

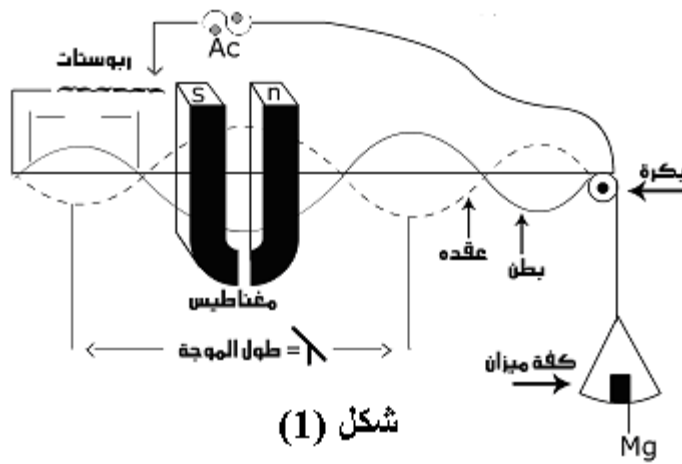
$$(1) f = \frac{n}{2\ell} \sqrt{\frac{F}{m}}$$

" $F$ " قوة الشد في السلك، تنشأ من تعليق ثقل مقداره " $M$ " في أحد طرفيه :

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

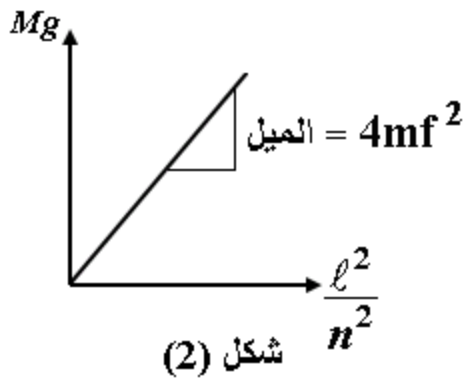
حيث " $M$ " هي كتلة الثقل المعلق مضافاً لها كتلة كفة الميزان .





ولجعل السلك يهتز نمرر فيه تيار متردد (A.C.) ذو جهد صغير وبتأثير مجال مغناطيسي متعامد على السلك تظهر لنا الموجات الحادثة في السلك كما بالشكل (1) وبذلك نستطيع قياس عدد البطون المتكونة .  
ينتج من المعادلتين (1)، (2) أن:

$$(3) f^2 = \frac{n^2}{4\ell^2} \frac{Mg}{m}$$



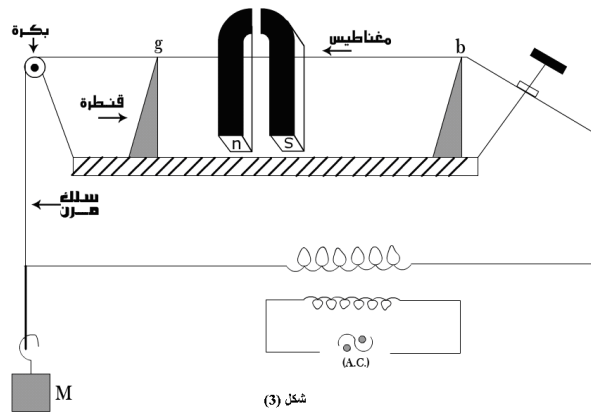
$$(4) Mg = 4mf^2 \frac{\ell^2}{n^2}$$

وهذه العلاقة بين  $Mg$  على المحور الرأسي وبين  $\frac{\ell^2}{n^2}$  على المحور الأفقي علاقة خط مستقيم يمر بنقطة الأصل وميله يساوي  $4mf^2$  كما هو موضح بالشكل (2).

### الأدوات المستخدمة:

يتركب الجهاز المستخدم من سلك

نحاسي معزول مثبت عند أحد طرفيه والطرف الآخر يمر على بكرة ملساء ينتهي طرف السلك بكفة ميزان معلوم كتلتها ويتصل طرف السلك الثابت بريوستات بمصدر تيار متردد ذو جهد منخفض ويوصل سلك موصل عند بكرة بمصدر التيار المتردد . ويستخدم



مغناطيس ذو مجال منتظم بحيث يتعامد اتجاه التيار على اتجاه المجال المغناطيسي المنتظم. ولتغيير طول السلك نستخدم فنطرتين  $g$ ،  $b$  كما هو مبين بالشكل (3).

## خطوات العمل :

- 1 - نضع ثقل معين في الكفة ( و يلاحظ إضافة كتلة الكفة إلى الكتلة الموضوعة في الكفة )
- 2 - حرك القنطرة الحرة والمجال المغناطيسي بحيث يكون اتجاه المجال مقابلاً أحد البطون حتى نحصل على أكبر سعة للسلك المهتز . لأنه عند العقدة يبقى السلك ساكن بلا حركة .
- 3 - قم بحساب عدد البطون بين القنطرتين  $n$  والمسافة بينهما  $\ell$  .
- 4 - أضف أثقال جديدة و كرر الخطوتين 2، 3، و أكمل الجدول المرافق .
- 5 - مثل بيانياً العلاقة بين  $Mg$  على المحور الصادي و  $\frac{\ell^2}{n^2}$  على المحور السيني.
- 6 - احسب ميل المستقيم الناتج ومنه احسب تردد مصدر التيار الكهربائي .
- 7 - إذا لم تضاف وزن الكفة إلى وزن الأثقال في كل خطوة كيف يكون شكل العلاقة البيانية؟  
وضح بالرسم، وكيف يمكنك حساب وزن الكفة في هذه الحالة؟  
( $m$ ) كتلة وحدة الأطوال=.....

## النتائج :

القوة المؤثرة على السلك $F = Mg \text{ (N)}$	$\frac{\ell^2}{n^2} \text{ (m}^2\text{)}$	عدد البطون $n$	طول السلك المهتز $\ell \text{ (m)}$

$$\text{الميل} = \frac{Mg}{\left(\frac{\ell^2}{n^2}\right)} = \dots\dots\dots$$

$$\text{مربع التردد } 4m = f^2 / \text{الميل} = \dots\dots\dots$$

$$\text{تردد جهاز المستخدم} = \dots\dots\dots$$