

# تداخل وحيود الضوء

## 1. أهداف التجربة:

لهذه التجربة توجد الأهداف التالية:

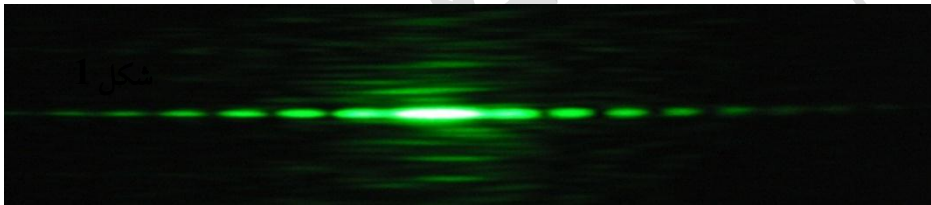
1. التعرف على ظاهرة حيود الضوء من المحزوز ومن شق واحد.
2. التعرف على ظاهرة تداخل الضوء من شقين.
3. التعرف على المعادلات المتعلقة بتداخل وحيود الضوء.
4. التعرف على طرق قياس طول الموجة للضوء من خلال تداخل وحيود الضوء.

## 2. المادة النظرية:

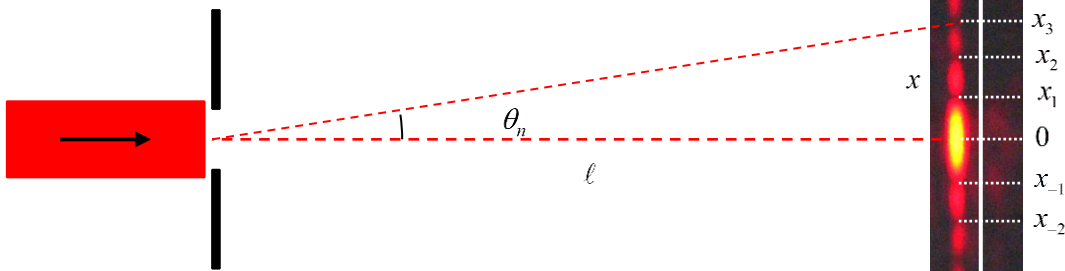
عندما نمرر ضوءاً أحادي طول الموجة ومتربط من شريحة تحتوي على شق أو من شريحة تحتوي على شقين أو من محزوز، فإننا نحصل على قالب تداخل مميزا على الشاشة. هذا القالب ناتج عن تداخل الضوء القادم من الشقوق (من المصادر النقطية) من جهة، وناتج عن كون أن الضوء هو أحادي طول الموجة ومتربط من جهة أخرى. أيضا الضوء الصادر من شق واحد يمكن أن تتعامل معه بحسب مبدأ هويجنس على أنه صادر عن عدد كبير جدا من المصادر النقطية المتلاصقة. في هذه التجربة نعالج قالب التداخل الناتج عن كل واحد من الشق والشقين والمحزوز، ونستخدم كل واحد من هذه القوالب من أجل قياس طول الموجة للضوء الليزر المستخدم في التجربة.

### قالب التداخل من شق ضيق:

عندما نمرر الضوء من شق ضيق نحصل على الشاشة على قالب يُسمى قالب حيود الضوء من شق ضيق وهو القالب المبين في الشكل (2) والموضح بالشكا (3).



شكل 2



الشكل 3

في هذا الشكل نحصل خطوط من التداخلات الهدامة (المعتمة) بينها قطاعات من التداخلات البناءة. بالنسبة لهذا القالب توجد هنالك معادلة لحساب الزوايا التي نحصل فيها على تداخلات هدامة فقط ، بينما لا توجد معادلة لحساب زوايا التداخلات البناءة. هذه المعادلة هي :

$$(1) \quad w \sin \theta_n = n\lambda \quad n = \pm 1, \pm 2, \dots$$

حيث أن  $w$  هو عرض الشق و  $\lambda$  هو طول الموجة.

**تقريب يانج :** بما أن الزوايا التي نحصل فيها على تداخلات هدامة أو بناءة هي صغيرة جدا، نستطيع استخدام التقريب التالي :

$$(2) \quad \sin \theta_n \cong \tan \theta_n = \frac{x_n}{\ell}$$

حيث أن  $x_n$  هي القيم المبينة في الشكل (1). بحسب هذا تصبح المعادلة (1) :

$$(3) \quad x_n = \left( \frac{\ell \lambda}{w} \right) n$$

هذا التقريب لحساب الزوايا يُسمى تقريب يانج.

**قالب التداخل من شقين :** عندما نمرر ضوءا أحادي طول الموجة و مترابط من شريحة تحتوي على شقين ، نحصل على الشاشة على قالب يُسمى قالب تداخل الضوء من شقين وهو القالب المبين في الشكل (4) والموضح أيضا في شكل (5). في هذا القالب هنالك أيضا خطوط من التداخلات الهدامة بينها قطاعات من التداخلات البناءة. بالنسبة لقالب التداخل من شقين هنالك معادلات لحساب الزوايا التي نحصل فيها على تداخلات هدامة وأيضا لحساب الزوايا التي نحصل فيها على تداخلات بناءة تامة. هذه المعادلات هي :

1. المعادلة لحساب زوايا التداخلات البناءة هي :

$$(4) \quad d \sin \theta_n = n\lambda \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

حيث أن  $d$  هو البعد بين الشقين.

2. المعادلة لحساب زوايا التداخلات الهدامة هي :

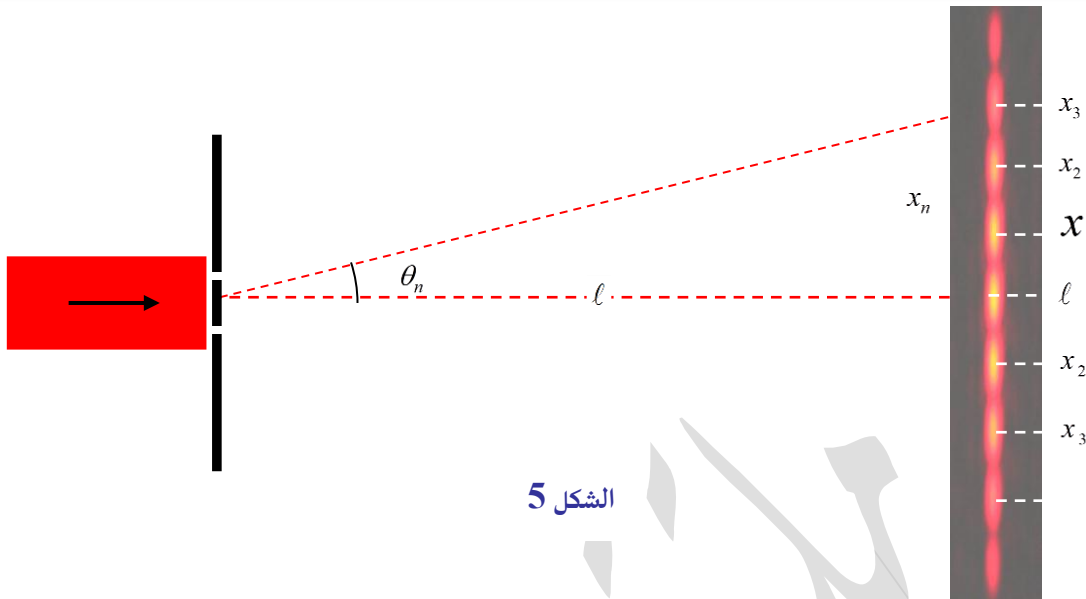
$$(5) \quad d \sin \theta_n = \left( n - \frac{1}{2} \right) \lambda \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

**تقريب يانج :** استخدام تقريب يانج يعطينا المعادلة التالية لحساب زوايا التداخلات البناءة :

$$(6) \quad x_n = \left( \frac{\ell \lambda}{d} \right) n \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

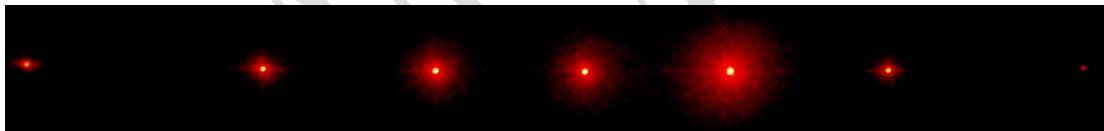


شكل 4



الشكل 5

**حيود الضوء من المحزوز:** المحزوز هو عبارة عن شريحة غير شفافة تحتوي على عدد كبير جدا من الشقوق المتلاصقة المتراصة. عندما نمرر الضوء من المحزوز نحصل على قالب مميز للتداخلات في هذه الحالة، هذا القالب يُسمى قالب حيود الضوء من المحزوز وهو القالب المبين في الشكل التالي (6) والذي هو عبارة عن نقاط متباعدة من التداخلات البناءة.



الشكل 6

الزوايا التي نحصل فيها على النقاط (على التداخلات البناءة) معطاة بالعلاقة التالية:

$$(7) \quad d \sin \theta_n = n\lambda \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

حيث أن  $d$  هو البعد بين كل شقين متتاليين في المحزوز. نشير إلى النقاط التالية:

1. عادة لا يُعطى البعد بين كل شقين في المحزوز، إنما يُعطى عدد الشقوق الموجودة في كل وحدة طول واحدة، وهو المقدار يُرمز له بالحرف  $(N^*)$ ، حيث يتحقق أن:

$$d = 1/N^*$$

لهذا نحصل على أن العلاقة (7)، تصبح:

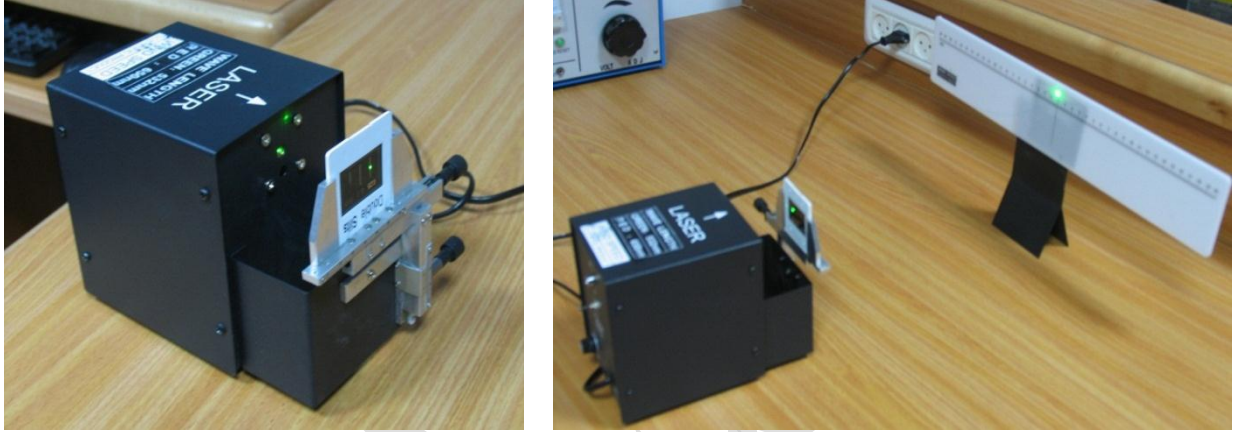
$$(8) \quad \sin \theta_n = n N^* \lambda \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

2. بما أن الزوايا التي نحصل فيها على التداخلات البناءة هي ليست صغيرة، فإنه لا نستطيع استخدام تقريب يانج بالنسبة للمحزوز.

### 3. الأجهزة والأدوات:

في هذه التجربة نستخدم الأجهزة والأدوات التالية:

1. جهاز ليزر (هيليوم - نيون)، أو أي جهاز آخر ملائم (شكل 1)
2. محزوز.
3. شريحة تحتوي على شقين وشريحة أخرى تحتوي على شق واحد.
4. قاعدة بصرية وحوامل لتثبيت الشرائح والليزر.
5. شاشة مع مسطرة لقياس الأبعاد (شكل 1).



شكل 1

#### 4. سير التجربة:

##### الجزء الأول: حيود الضوء من شق ضيق.

1. نسجل عرض الشق (w) المسجل على الشريحة.
2. نثبت الشريحة أمام الليزر وعلى بعد معين (60 - 80 cm) نضع الشاشة ونلصق عليها ورقة بيضاء.
3. نسجل بعد الشاشة عن الشريحة (l).
4. نشغل الليزر ونسقط شعاع الليزر على الشريحة بشكل معامد.
5. نعلم على الورقة الموجودة على الشاشة بقلم رصاص نقطة المركز (نقطة الصفر)، ونعلم نقاط التداخلات الهدامة من جهتي نقطة الصفر. ونرقم هذه النقاط، حيث أن نقطة المركز هي  $n=0$ ، والنقاط في الجهة الأولى  $+1, +2, +3, \dots$ ، وفي الجهة الثانية هي  $-1, -2, -3, \dots$ .
6. نوقف الليزر، ونقيس بُعد نقاط التداخلات الهدامة عن نقطة الأصل، حيث نحضر جدولاً يحتوي على رقم كل نقطة وبعدها عن نقطة الأصل:

$n$	$x_n$
-3	$x_{-3}$
-2	$x_{-2}$
-1	$x_{-1}$
0	0
1	$x_1$
2	$x_2$

3	$x_3$
---	-------

**الجزء الثاني: التداخل من شقين:**

1. نسجل البعد بين الشقين ( $d$ ) المسجل على الشريحة.
2. نثبت الشريحة على أمام الليزر وعلى بعد معين ( $60-80\text{cm}$ ) نضع الشاشة ونلصق عليها ورقة بيضاء.
3. نسجل بعد الشاشة عن الشريحة ( $l$ ).
4. نشغل الليزر ونسقط شعاع الليزر على الشقين بشكل معامد للشريحة.
5. نعلم بقلم رصاص نقطة المركز (نقطة الصفر)، ونعلم نقاط التداخلات البناءة من جهتي نقطة الصفر. ونرقم هذه النقاط، حيث أن نقطة المركز هي  $n=0$ ، والنقاط في الجهة الأولى  $+1, +2, +3, \dots$ ، وفي الجهة الثانية  $-1, -2, -3, \dots$ .
6. نُحضر جدولاً يصف بعد كل نقطة من نقاط التداخلات البناءة عن الأصل ( $x_n$ ) كدالة لرقم التداخل ( $n$ ).

**الجزء الثالث: الحيود من المحزوز:**

1. نسجل المقدار ( $N^*$ ) المسجل على المحزوز.
2. نثبت المحزوز على أمام الليزر وعلى بعد معين ( $60-80\text{cm}$ ) نضع الشاشة ونلصق عليها ورقة بيضاء.
3. نسجل بعد الشاشة عن المحزوز ( $l$ ).
4. نشغل الليزر ونسقط شعاع الليزر على المحزوز بشكل معامد.
5. نعلم بقلم رصاص نقطة المركز (نقطة الصفر)، ونعلم نقاط التداخلات البناءة من جهتي نقطة الصفر. ونرقم هذه النقاط، حيث أن نقطة المركز هي  $n=0$ ، والنقاط في الجهة الأولى  $+1, +2, +3, \dots$ ، وفي الجهة الثانية  $-1, -2, -3, \dots$ .
6. نُحضر جدولاً يصف بعد كل نقطة من نقاط التداخلات البناءة عن الأصل ( $x_n$ ) كدالة لرقم التداخل ( $n$ ).

**5. تحليل النتائج:****الحيود من شق ضيق**

1. من الجدول الذي نحصل عليه في هذا القسم، نرسم رسماً بيانياً يصف  $x_n$  كدالة لـ  $n$ .
2. نجد ميل الرسم.
3. بحسب العلاقة (3)، ميل الرسم يعبر عن المقدار  $(\ell\lambda/w)$ . بما أن  $l$  معروف وكذلك عرض الشق معروف، نجد طول الموجة لضوء الليزر.

**التداخل من شقين**

1. من الجدول الذي نحصل عليه في هذا القسم، نرسم رسماً بيانياً يصف  $x_n$  كدالة لـ  $n$ .
2. نجد ميل الرسم.
3. بحسب العلاقة (6)، ميل الرسم يعبر عن المقدار  $(\ell\lambda/d)$ . بما أن  $l$  معروف وكذلك عرض الشق معروف، نجد

طول الموجة لضوء الليزر.

### الحيود من المحزوز

1. بما أن تقريب يانج غير دقيق بالنسبة لمعادلة المحزوز، علينا أن نحسب مقدار الزوايا أولاً وثم ساين هذه الزوايا. هذا الأمر يتم بحسب العلاقة التالية:

$$\tan \theta_n = x_n / \ell \quad \Rightarrow \quad \theta_n = \tan^{-1}(x_n / \ell)$$

2. نحضر جدولاً يصف ساين الزوايا كدالة لرقم التداخلات:

$n$					
$\theta_n = \tan^{-1}(x_n / \ell)$					
$\sin \theta_n$					

3. نرسم رسماً بيانياً يصف  $\sin \theta_n$  كدالة لـ  $n$ ، ونجد ميل هذا الرسم.  
 4. بحسب العلاقة (8)، ميل الرسم يعبر عن المقدار  $(N^* \lambda)$ . بما أن  $N^*$  معروف، نستطيع أن نجد طول الموجة لضوء الليزر.

### 6. أسئلة تحضيرية:

1. ما هو الشرط للحصول على قوالب تداخل أو حيود منتظمة؟
2. عرف ماذا نعني بأمواج مترابطة.
3. جد تعبير رياضي يُعبر عن البعد بين كل تداخلين بنائين متعاقبين في قالب التداخل من شقين الذي نحصل عليه في التجربة.
4. عرف ما هو المحزوز، واذكر بعض استخداماته.
5. أي صفة أو خاصية متعلقة بالضوء تكشف لنا قوالب تداخل وحيود الضوء؟ اشرح.