

## تمارين انتشار موجة ضوئية

### تمرين 1:

نضيء بواسطة ضوء أحادي اللون طول موجته في الفراغ :  $\lambda=656\text{nm}$ ، شقاً عرضه  $a=0,10\text{mm}$  نضع الشاشة على بعد  $D=1,5\text{m}$  من الشق.

- 1 - ما اسم الظاهرة الملاحظة؟ صف الشكل الملاحظ على الشاشة.
- 2 - اعط تعبير الفرق الزاوي  $\theta$  الموافق لنصف عرض البقعة المركزية . أحسب  $\theta$ .
- 3 - استنتج  $L$  عرض البقعة المركزية.
- 4 - نعوض الضوء السابق بضوء أحادي اللون طول موجته في الفراغ  $\lambda=488\text{nm}$  ما هو الفرق الذي سيظهر على شكل الحيود المحصل عليه في هذه الحالة . استنتج عرض البقعة المركزية.

### تمرين 2:

ننجز تجربة حيود الضوء المنبعث من جهاز اللازر باستعمال شق رأسي عرضه  $a$  . طول موجة اللازر  $\lambda=633\text{nm}$  نقيس عرض البقعة المركزية  $D$

بالنسبة لقيم مختلفة للعرض  $a$  فنحصل على النتائج التالية :

$a(\text{mm})$	0,25	0,20	0,15	0,10
$d(\text{mm})$	13	16	21	32
$1/a(\text{mm}^{-1})$				

- 1 - كيف يتغير العرض  $d$  عندما يتناقص العرض  $a$  للشق.
  - 2 - املأ الجدول أعلاه.
  - 3 - مثل المنحنى تغيرات  $d$  بدلالة  $\frac{1}{a}$ . ماذا تستنتج؟ اوجد معدلة المنحنى  $d=f(\frac{1}{a})$ .
  - 4 - كم يساوي عرض الشق الذي يحدث على الشاشة بقعة مركزية عرضها :  $d=18\text{mm}$ .
  - 5 - احسب المسافة الفاصلة بين الشق والشاشة اذا كان عرض الشق المستعمل هو:  $a=0,25\text{mm}$ .
- نعوض الشق بشعرة سمكها  $e$  ونقيس على الشاشة عرض البقعة المركزية ، فنجد:  $d=15\text{mm}$  نحفظ بنفس قيمة  $a=0,25\text{mm}$  . أحسب  $e$ .

### تمرين 3:

معامل الانكسار  $n$  للزجاج هو:

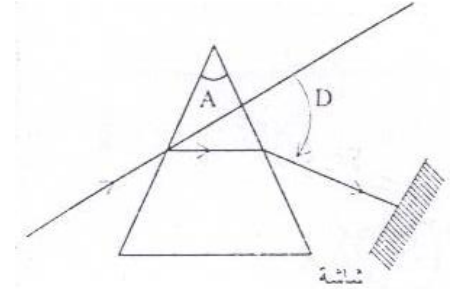
- 1 - أحسب تردد كل موجة ضوئية .
- 2 - أحسب سرعة انتشار الموجتين الضوئيتين في الزجاج نعطي:  $c=3.10^8\text{m.s}^{-1}$ .
- 3 - أحسب  $n_R$  بالنسبة للضوء الأحمر الذي طول موجته في الفراغ هو:  $\lambda_R=768\text{nm}$ .
- 4 - أحسب  $n_V$  بالنسبة للضوء البنفسجي الذي طول موجته في الفراغ هو:  $\lambda_V=434\text{nm}$ .
- 5 - هل يتغير لون الضوء في الزجاج .

#### تمرين 4:

- يرد شعاع ضوئي أحادي اللون على أحد أوجه موشر من الزجاج زاويته  $A=46^\circ$  تحت زاوية  $i$  وينبثق منه بزواوية  $i'=i$ .
- 1 - عبر عن معامل الانكسار  $n$  للموشور بدلالة  $A$  وزاوية الانحراف  $D$ .
  - 2 - أحسب  $n$  اذا علمت أن  $D=34^\circ$ .

#### تمرين 5:

- 1 - نرسل منبع ضوئي حزمة ضوئية طول موجتها  $\lambda=633\text{nm}$  على وجه موشر يوجد في الهواء فنلاحظ أن الحزمة تنحرف لتعطي نقطة ضوئية على شاشة توجد وراء الموشور.  
نعطي سرعة انتشار الضوء في الفراغ  $c=3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .  
معامل انكسار الضوء زجاج الموشور بالنسبة لهذا الضوء:  $n=1,61$ .  
زاوية الموشور  $A=40^\circ$ .
- 1 1 - ما طبيعة الضوء الذي يرسله المنبع على وجه الموشور؟ علل جوابك.
- 2 1 - هل يتغير التردد للضوء عندما يتغير وسط الانتشار.
- 3 1 - احسب طول الموجة  $\lambda'$  للضوء المنبعث داخل الموشور.
- 4 1 - علما أن زاوية الورود للحزمة الضوئية هي:  $i=25^\circ$ ، أحسب زاوية الانحراف  $D$ .
- 2 - نعوض الحزمة الضوئية السابقة بحزمة ضوئية بيضاء .  
1-2- ماذا نشاهد على الشاشة؟ ما اسم هذه الظاهرة؟  
2-2- تكون حدود الأشعة المنبثقة هي الأشعة الحمراء والبنفسجية مثل على الشكل موضع الأشعة الحمراء والبنفسجية.



## تصحيح تمارين انتشار موجة ضوئية

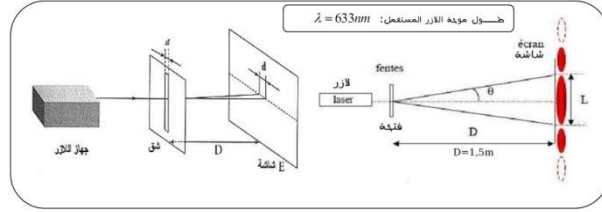
### حل التمرين 1:

1- تسمى هذه الظاهرة حيود الموجة الضوئية، وهي ناتجة عن اجتياز الموجة الضوئية لفتحات صغيرة مثل ثقب أو شق حيث نحصل على بقع مضيئة (أهداب مضيئة) تمتد في اتجاه عمودي على الشق وتفصل بينهما مناطق مظلمة .

2- يعبر عن الفرق الزاوي عند اجتياز موجة ضوئية طول موجتها  $\lambda$  لشق عرضه  $a$  بالعلاقة :  $\theta = \frac{\lambda}{a}$  ت.ع :

$$\theta = \frac{633nm}{0,1mm} \text{ بعد التحويل } 1nm=10^{-9} \text{ m و } 1mm=10^{-3}m$$

$$\theta = 6,33.10^{-3} \text{ rad نجد:}$$



3- نستنتج من الشكل العلاقة :  $\tan\theta = \frac{L}{2D}$  أي  $\tan\theta = \frac{L}{D}$

بما أن  $\theta$  صغيرة فإن  $\tan\theta \approx \theta$

وبالتالي يمكن كتابة التعبير السابق كما يلي :

$$\theta = \frac{L}{2D} \text{ نستنتج: } L = 2\theta D$$

$$\text{ت.ع: } L = 2 \times 6,33.10^{-3} \times 1,5 = 1,9.10^{-2} \text{ m}$$

$$L \approx 2 \text{ cm} \text{ وبالتالي:}$$

4- كلما كان طول الموجة للضوء الاحادي اللون كبيرا كلما كان عرض البقعة المركزية كبيرا ، بما أن طول الموجة للضوء المستعمل صغير فان سنحصل على نفس الشكل السابق مع الفرق الوحيد هو عرض البقع سيكون اصغر مما كان عليه من قبل .

$$\text{لدينا: } L' = 2D\theta'$$

$$\text{ت.ع: } L' = 2D \frac{\lambda'}{a} = 2 \times 1,5 \times 488.10^{-9} / 10^{-4}$$

$$L' \approx 1,6 \text{ cm} \text{ وبالتالي: } L' = 1,64.10^{-2} \text{ m}$$

### حل التمرين 2:

1 - بالاعتماد على نتائج الجدول فان عرض البقعة المركزية يتزايد كلما تناقص عرض الشق. نستنتج أ، ظاهرة الحيود تكون اكثر وضوحا كلما انخفض عرض الشق.

2 - ننعم ملاً الجدول:

a(mm)	0,25	0,20	0,15	0,10
d (mm)	13	16	21	32
1/a (mm <sup>-1</sup> )	4,00	5,00	6,67	10,00

3 - يتبين من منحنى الدالة:  $d=f\left(\frac{1}{a}\right)$  ان  $d$  تتناسب اطرادا مع مقلوب عرض الشق نكتب:  $d=k\cdot\frac{1}{a}$  حيث  $k$  معامل التناسب

حساب K:

$$K=\frac{\Delta d}{\Delta\left(\frac{1}{a}\right)}$$

$$K=\frac{(32-16)\times 10^{-3}m}{(10-5)\times\frac{1}{10^{-3}m}}$$

$$K=3,2\cdot 10^{-6}m^2$$

معادلة الدالة  $d=f\left(\frac{1}{a}\right)$  نكتب:  $d=3,2\cdot 10^{-6}\times\left(\frac{1}{a}\right)$

4 - يمكن تحديد عرض الشق مبيانيا

مبيانيا بالنسبة ل  $d=18mm$  نجد  $\frac{1}{a}\leq 5,5mm^{-1}$  ومنه نستنتج:  $a=\frac{1mm}{5,5}$  ,  $a=0,18mm$

يمكن استعمال العلاقة:  $d=3,2\cdot 10^{-6}\times\left(\frac{1}{a}\right)$

$$a=\frac{3,2\cdot 10^{-6}}{d}$$

$$a=1,8mm \text{ أي } a=\frac{3,2\cdot 10^{-6}}{18\cdot 10^{-3}}=1,8\cdot 10^{-3}m$$

5- نعلم أن العلاقة بين الفرق الزاوي و عرض البقعة المركزية هي:

$$\tan\theta=\frac{d}{D} \text{ نكتب: } \tan\theta=\frac{d}{2D} \text{ بما ان } \theta \text{ صغيرة كتابة العلاقة السابقة كما يلي: } \theta=\frac{d}{2D}$$

من جهة أخرى لدينا  $\theta=\frac{\lambda}{a}$

$$D=\frac{ad}{2\lambda} \text{ نستنتج } \frac{\lambda}{a}=\frac{d}{2D}$$

$$D=2,6m \text{ أي: } D=\frac{0,25\cdot 10^{-3}\times 13\cdot 10^{-3}}{2\times 633\cdot 10^{-9}}$$

6- عندما نستبدل الشق الرأسي بشعرة سمكها  $e$  فاننا نحصل تقريبا على نفس الشكل السابق على الشاشة.

نستعمل العلاقة السابقة:

$$e \text{ نعوض } d \text{ ب } \frac{\lambda}{a}=\frac{d}{2D}$$

$$e=\frac{2\lambda D}{a}$$

$$e=\frac{2\times 633\cdot 10^{-9}\times 2,6}{0,25\cdot 10^{-3}}=1,3\cdot 10^{-2}m$$

ت.ع:

$$e=1,3cm \text{ أي:}$$

كما يمكن استعمال العلاقة:

$d=3,2\cdot 10^{-6}\times\left(\frac{1}{a}\right)$  نعوض  $d$  ب  $e$  نجد نفس الجواب .

### حل التمرين 3:

1 - نعلم أن  $\lambda = \frac{c}{\nu}$  إذن  $\nu = \frac{c}{\lambda}$  حيث  $c$  ب  $m.s^{-1}$  و  $\lambda$  ب  $m$ .

ت.ع:

$$\nu_R = 3,91.10^{14} \text{ Hz} \quad \nu_R = \frac{3.10^8}{768.10^{-9}}$$

$$\nu_V = 6,91.10^{14} \text{ Hz} \quad \nu_V = \frac{3.108}{434.10^{-9}}$$

2 - سرعة انتشار الضوء في الوسط الشفاف  $\nu$ :

$$\nu_R = \frac{c}{n_R} \quad \text{وبالتالي: } n_R = \frac{c}{\nu_R}$$

$$\nu_R = \frac{3.10^8}{1,618} = 1,85.10^8 \text{ m.s}^{-1} \quad \text{ت.ع:}$$

$$\nu_V = \frac{c}{n_V} \quad \text{كما أن:}$$

$$\nu_V = \frac{3.10^8}{1,655} = 1,81.10^8 \text{ m.s}^{-1} \quad \text{ت.ع:}$$

3- يتعلق لون الموجة الضوئية بترددتها ولا يتعلق بوسط الانتشار.

$$\lambda'_R = \frac{768}{1,618} = 474,7 \text{ nm} \quad \text{ت.ع} \quad \lambda'_R = \frac{\lambda}{n_R} \quad \text{طول موجة الضوء الأحمر في الزجاج هو:}$$

$$\lambda'_V = \frac{434}{1,655} = 262,2 \text{ nm} \quad \text{ت.ع:} \quad \lambda'_V = \frac{\lambda}{n_V} \quad \text{طول مزجة الضوء البنفسجي هو:}$$

### حل التمرين 4:

يرد شعاع ضوئي أحادي اللون على أحد أوجه موشور من الزجاج زاويته  $A=46^\circ$  تحت زاوية  $i$  وينبثق منه بزواوية  $i'$ .

1 - عبر عن معامل الانكسار  $n$  للموشور بدلالة  $A$  وزاوية الانحراف  $D$ .

2 - أحسب  $n$  اذا علمت أن  $D=34^\circ$ .

حل التمرين 4:

1 - يعبر عن انكسار الضوء عند الوجه الأول للموشور قانون ديكرات للانكسار:

$$n_{ai} \sin i = n \sin r \quad \text{مع } n_{ai} = 1$$

$$\sin i = n \sin r \quad (1) \quad \text{العلاقة تكتب:}$$

يعبر عن انكسار الضوء عند الوجه الثاني للموشور:

$$n \sin r' = n_{ai} \sin i'$$

$$\sin i' = n \sin r' \quad (2) \quad \text{تكتب العلاقة:}$$

$$i = i' \quad \text{بما أن:}$$

$$r = r' \quad \text{فان:}$$

$$(3) \quad r = \frac{A}{2} \quad \text{نستنتج:} \quad A = r + r' = 2r$$

$$(4) \quad i = \frac{D+A}{2} \quad \text{نستنتج:} \quad D = 2i - A \quad \text{أي} \quad D = i + i' - A$$

نعوض العلاقاتين (3) و (4) في العلاقة (1) نتوصل الى العلاقة المطلوبة:

$$n = \frac{\sin\left(\frac{D+A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \quad \text{وبالتالي: } \sin\left(\frac{D+A}{2}\right) = n \sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

ت.ع: 2-

$$n = \frac{\sin\left(\frac{34+46}{2}\right)}{\sin\left(\frac{46}{2}\right)} = 1,64$$

### حل التمرين 5:

1-1 - الضوء الذي يرسله المنبع على وجه الموشور هو ضوء احادي اللون لان لم يتبدد بواسطة الموشور حيث نحصل على نقطة واحدة على الشاشة .

1-2 - التردد مقدار يميز الموجة ولا يتعلق بوسط الانتشار وبالتالي لا يتغير التردد عندما نغير وسط الانتشار .

1-3 - طول الموجة  $\lambda'$  داخل الموشور:

في الهواء لدينا:  $c = \lambda f$  حيث  $c$  سرعة الضوء في الهواء .

في الزجاج لدينا:  $v = \lambda' f$  حيث  $v$  سرعة الضوء في الزجاج .

معامل الانكسار يكتب :

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda f}{\lambda' f} = \frac{\lambda}{\lambda'} \quad \text{نستنتج طول الموجة } \lambda' = \frac{\lambda}{n}$$

$$\lambda' = \frac{633}{1,61} = 393 \text{ nm} \quad \text{ت.ع:}$$

1-4- زاوية الانحراف D:

لتحديد زاوية الانحراف نحدد بالتتابع  $r$  ثم  $r'$  ثم  $i'$  واخيرا D.

- انكسار الضوء على الوجه الاول للموشور :

$$\sin r = \frac{\sin i}{n} \quad \text{وبالتالي: } \sin r = \frac{\sin i}{n}$$

ت.ع:

$$\sin r = \frac{\sin(25)}{1,61} = 0,26$$

ومنه:  $r = \sin^{-1}(0,26) = 15,2^\circ$

- زاوية الموشور:  $A = r + r'$  اذن:  $r' = A - r$

$$\text{ت.ع: } r' = 40 - 15,2 = 24,8^\circ$$

- انكسار الضوء على الوجه الثاني للموشور:

$$\sin i' = n \sin r'$$

ت.ع:

$$i' = \sin^{-1}(0,67) = 42,48^\circ \quad \text{ومنه: } \sin i' = 1,61 \times \sin(24,8^\circ) = 0,67$$

- استنتاج زاوية الانحراف :

$$D = i + i' - A$$

ت.ع:

$$D = 27,48^\circ \quad \text{أي } D = 25 + 42,48 - 40$$

1-2 عند تسليط الضوء الابيض على الموشور يعطي اضواء احادية اللون يتعلق الامر بالطيف المرئي للضوء الابيض تسمى هذه الظاهرة تبدد الضوء الابيض بواسطة موشور .

2-2 عند اجتياز الحزمة الضوئية لموشور تكون الأشعة الأقل انكسارا هي التي لها طول الموجة لدينا:  $\lambda_V < \lambda_R$

وبالتالي:  $n_R < n_V$  ومنه:  $D_R < D_V$

اذن الشعاع الاحمر أقل انكسارا  
من الشعاع البنفسجي.

