

تصحيح تمارين انتشار موجة ضوئية

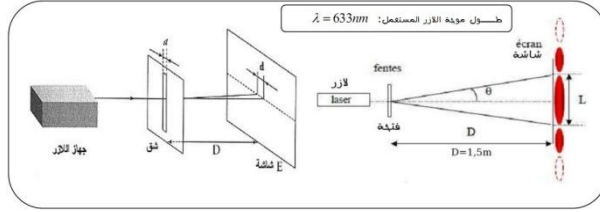
حل التمرين 1:

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 λ 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 θ صغيرة فإن $\tan\theta \approx \theta$

وبالتالي يمكن كتابة التعبير السابق كما يلي :

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

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

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

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 - ننم ملاء الجدول:

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|-------|
| a(mm) | 0,25 | 0,20 | 0,15 | 0,10 |
| d (mm) | 13 | 16 | 21 | 32 |
| 1/a (mm ⁻¹) | 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:

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

$$\theta=\frac{\lambda}{a} \text{ لدينا أخرى لدينا}$$

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

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

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 λ 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 ν :

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

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

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

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

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

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

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

حل التمرين 4:

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

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 ديكارت للانكسار:

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

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

يعبر عن انكسار الضوء عند الوجه الثاني للموشور:

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

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

$$\text{بما أن: } i = i'$$

$$\text{فان: } r = r'$$

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

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

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

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

2-ت.ع:

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

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 λ' 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 :

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

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

1-4- زاوية الانحراف D:

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

- انكسار الضوء على الوجه الاول للموشور :

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

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 أطول الموجة لدينا: $\lambda_V < \lambda_R$

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

اذن الشعاع الأحمر أقل انكسارا
من الشعاع البنفسجي.

