تمارين انتشار موجة ضوئية

تمرين 1:

نضيء بواسطة ضوء أحادي اللون طول موجته في الفراغ : λ=656nm ،شقا عرضه a=0,10mm نضع الشاشة على بعد D=1,5m من الشق.

1 -ما اسم الظاهرة الملاحظة؟صف الشكل الملاحظ على الشاشة.

2 -اعط تعبير الفرق الزاوي θ الموافق لنصف عرض البقعة المركزية .أحسب θ .

3 -استنتج L عرض البقعة المركزية.

4 -نعوض الضوء السابق بضوء أحادي اللون طول موجته في الفراغ λ=488nm ما هو الفرق الذي سيظهر على شكل الحيود المحصل عليه في هذه الحالة .استنتج عرض البقعة المركزة.

تمرين 2:

ننجز تجربة حيود الضوء المنبعث من جهاز اللازر باستعمال شق رأسي عرضه a . طول موجة اللازر λ=633nm نقيس عرض البقعة المركزية D

بالنسبة لقيم مختلفة للعرض a فنحصل على النتائج التالية :

a(mm)	0,25	O ,20	0,15	0,10
d (mm)	13	16	21	32
1/a (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=18mm .

5 - احسب المسافة الفاصلة بين الشق والشاشة اذا كان عرض الشق المستعمل هو:a=0,25mm.

نعوض الشق بشعرة سمكها e ونقيس على الشاشة عرض البقعة المركزية ، فنجد: d=15mm نحتفظ بنفس قيمة a=0,25mm. أحسب e .

تمرين 3:

معامل الانكسار n للزجاج هو:

- n_R بالنسبة للضوء الأحمر الذي طول موجته في الفراغ هو: $\lambda_R=768nm$.
- n_V بالنسبة للضوء البنفسجي الذي طول موجته في الفراغ هو:$\lambda_V=434nm$.

1 - أحسب تردد كل موجة ضوئية .

2 - أحسب سرعة انتشار الموجتين الضوئيتين في الزجاج نعطي: $c=3.10^8 m.s^{-1}$.

استنتج طول موجة كل ضوء في الزجاج ,هل يتغير لون الضوء في الزجاج.

تمرين4:

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

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

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

تمرين5 :

1 - نرسل منبع ضوئي حزمة ضوئية طول موجتها $\lambda=633nm$ على وجه موشور يوجد في الهواء فنلاحظ أن الحزمة تنحرف لتعطي نقطة ضوئية على شاشة توجد وراء الموشور.

نعطي سرعة انتشار الضوء في الفراغ $c=3.10^{8}\ m.s^{-1}$.

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.

1-2 - هل يتغير التردد للضوء عندما يتغير وسط الانتشار.

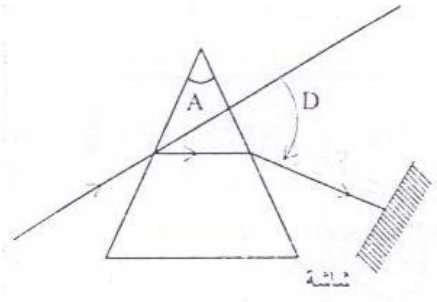
1-3 - احسب طول الموجة λ' للضوء المنبعث داخل الموشور.

1-4 - علما أن زاوية الورود للحومة الضوئية هي: $i=25^{\circ}$، أحسب زاوية الانحراف D.

2 - نعوض الحزمة الضوئية السابقة بحزمة ضوئية بيضاء .

2-1- ماذا نشاهد على الشاشة؟ ما اسم هذه الضاهرة؟

2-2-تكون حدود الاشعة المنبثقة هي الاشعة الحمراء والبنفسجية مثل على الشكل موضع الاشعة الحمراء والبنفسجية.



تصحيح تمارين انتشار موجة ضوئية

حل التمرين1:

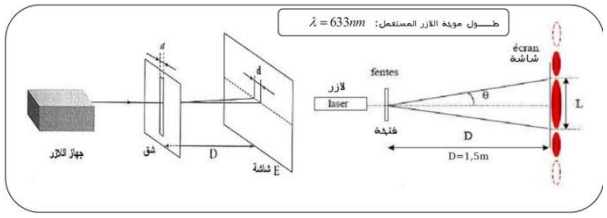
1 -تسمى هذه الظاهرة حيود الموجة الضوئية، وهي ناتجة عن اجتياز الموجة الضوئية لفتحات صغيرة مثل ثقب أو شق حيث نحصل على بقع مضيئة (أهذاب مضيئة) تمتد في اتجاه عمودي على الشق وتفصل بينهما مناطق مظلمة .

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

ت.ع :

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

نجد: $\theta=6,33.10^{-3}$rad



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

بما أن θ صغيرة فان $\tan\theta\simeq\theta$

وبالتالي يمكن كتابة التعبير السابق كما يلي :

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

ت.ع: $L=2x6,33.10^{-3}x1,5=1,9\ .10^{-2}$m

وبالتالي: $L\simeq 2cm$

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 .

لدينا: $L'= 2D\theta'$

$L'=2D\frac{\lambda'}{a}$ ت.ع: $L'=2x1,5x488.10^{-9}/10^{-4}$

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

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 - نتمم ملأ الجدول:

a(mm)	0,25	O ,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: $d=f(\frac{1}{a})$ ان d تتناسب اطرادا مع مقلوب عرض الشق نكتب :$d=k.\frac{1}{a}$ حيث k معامل التناسب

حساب K:

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

ت.ع: $K=\frac{(32-16)X10^{-3}m}{(10-5)X\frac{1}{10^{-3}m}}$

$K=3,2.10^{-6}\ m^2$

معادلة الدالة $d=f(\frac{1}{a})$ تكتب: $d=3,2.10^{-6}\ X(\frac{1}{a})$

4 - يمكن تحديد عرض الشق مبيانيا

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

يمكن استعمال العلاقة : $d=3,2.10^{-6}\ X(\frac{1}{a})$

نجد: $a=\frac{3,2.10^{-6}}{d}$

ت.ع: $a=\frac{3,2.10^{-6}}{18.10^{-3}}$ = $1,8.10^{-3}$m أي : a=1,8mm

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

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

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

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

ت.ع: $D=\frac{0,25.10^{-3}X13.10^{-3}}{2X633.10^{-9}}$ أي: D=2,6m

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

نستعمل العلاقة السابقة :

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

ت.ع: $e=\frac{2X633.10^{-9}X2,6}{0,25.10^{-3}}$ =$1,3.10^{-2}$m

أي: e =1,3cm

كما يمكن استعمال العلاقة :

$d=3,2.10^{-6}\ X(\frac{1}{a})$ نعوض d ب e نجد نفس الجواب .

حل التمرين3:

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

ت.ع:

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

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

2 - سرعة انتشار الضوء في الوسط الشفاف v :

لدينا العلاقة: $n_R=\frac{c}{v}$ وبالتالي: $v_R=\frac{c}{nR}$

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

كما أن: $v_V=\frac{c}{nV}$

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

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

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

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

حل التمرين4:

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

1 - عبر عن معمل 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 :

$n_{ai}xsini=nxsinr$ مع $n_{ai}=1$

العلاقة تكتب: $sini=nsinr$ (1)

يعبر عن انكسار الضوء عند الوجه الثاني للموشور :

$n_{ai}xsini'=nxsinr'$

تكتب العلاقة $sini'=nsinr'$ (2)

بما أن: $i=i'$

فان: $r=r'$

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

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

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

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

2-ت.ع:

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

حل التمرين5:

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 :

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

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

1-4- زاوية الانحراف D:

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

- انكسار الضوء على الوجه الاوللموشور :

$\sin i=n\sin r$ 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: $r'=A-r$

ت.ع: $r'=40-15,2=24,8^{\circ}$

- انكسار الضوء على الوجه الثاني للموشور:

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

ت.ع:

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

- استنتاج زاوية الانحراف :

$D=i+i'-A$

ت.ع:

$D=25+42,48-40$ أي $D=27,48^{\circ}$

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 الاشعة الاقل انكسارا هي التي لها اطول الموجة لدينا: $\lambda_R > \lambda_V$

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

اذن الشعاع الاحمر أقل انكسارا
من الشعاع البنفسجي.