

الموجات الضوئية

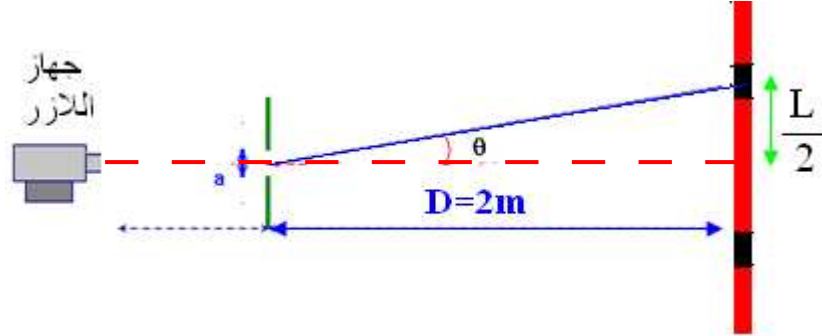
السلسلة الثالثة- تمارين مرفقة بالحلول



التمرين الأول:

نستعمل التركيب التجريبي أسفله لدراسة ظاهرة حيود الضوء ، حيث نعرض صفائح بها فتحات صغيرة جدا معروفة العرض a على التوالي لحزمة ضوئية تنبعث من جهاز لآزر كتب عليه $\lambda_0=600\text{nm}$.

لمعاينة الظاهرة نستخدم شاشة E تبعد عن الصفيحة بالمسافة $D=2\text{m}$. نقيس على الشاشة بالنسبة لكل صفيحة المسافة L بين مركزي الهدبين الداكنين الأولين المتواجدين مباشرة أعلى و أسفل البقعة المركزية.



ندون النتائج المحصل عليها في الجدول أسفله:

a (mm)	0,150	0,120	0,100	0,080	0,060
L (mm)	16	20	24	30	40
θ (mrad)					
$\theta.a$ (S.I)					

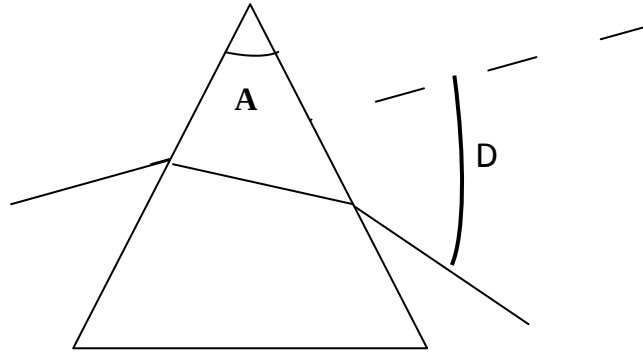
- 1- ذكر بالعاملين اللذين يمكنهما أن يؤثر في ظاهرة الحيود.
- 2- أوجد تعبير $\tan\theta$ بدلالة L و D بحيث θ الفرق الزاوي بين مركزي البقعة المركزية و أول هذب مظلم.
- 3- أوجد تعبير θ بدلالة L و D علما أن θ صغيرة جدا ثم أتمم ملء الجدول أعلاه.
- 4- ماذا تلاحظ بعد ملء الجدول؟



- 5- قارن الجداء $\theta.a$ بقيمة طول الموجة λ_0 للضوء المنبعث من جهاز اللازر، ثم استنتج تعبير θ بدلالة a و λ_0 .
- 6- استنتج تعبير L بدلالة a و λ_0 و D .
- 7- نستعمل عوض الصفيحة شعرة قطرها d فنحصل على نفس الشكل المحصل عليه عند استعمال صفيحة ذات فتحة عرضها a يساوي القطر d للشعرة.
- احسب قطر الشعرة علما أن المسافة بين مركزي الهدبين الداكنين الأولين المجاورين للبقعة المركزية في هذه الحالة هي $L=1,8\text{cm}$.
- 8- نغير الآن المنبع الضوئي مع الاحتفاظ بجميع الأجهزة المستعملة في مواقعها، حيث نستخدم نفس الشعرة السابقة.
- احسب المسافة L' بين مركزي الهدبين الداكنين الأولين المجاورين للبقعة المركزية والفرق الزاوي θ' علما أن طول موجة الضوء المستعمل هو $\lambda'_0=530\text{nm}$.

التمرين الثاني:

- ينبعث من مصباح ضوئي ثلاثة أضواء أحادية اللون أطوال موجاتها على التوالي في الفراغ هي: $\lambda_1 = 434\text{nm}$ و $\lambda_2 = 589\text{nm}$ و $\lambda_3 = 768\text{nm}$.
- يرد الضوء المنبعث من المصباح على وجه موشر بحيث نعين الضوء المنبثق من الموشر على شاشة بيضاء E.
- 1- ماذا سنلاحظ على الشاشة.
 - 2- ما هو اسم الظاهرة المحصل عليها؟
 - 3- بماذا نفسر هذه الظاهرة؟
 - 4- نذكر بأن زاوية الانحراف D هي الزاوية المكونة بين الشعاعين الضوئيين الوارد على الموشر و المنبثق منه.



- نقوم بإدارة الموشر إلى أن نحصل على زاوية انحراف دنوية D_m .
- أ- بين أن تعبير معامل انكسار الخاص بإشعاع ضوئي طول موجته λ يكتب على الشكل التالي:

$$n(\lambda) = \frac{\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

نذكر بأن زاويتي الورود i و الانبثاق i' متساويتان في حالة الانحراف الدنوي.



ب- نقيس زاوية الانحراف الدنوية لكل من الإشعاعات المنبعثة من المصباح و ندونها في الجدول أسفله نعطي : $A=60^\circ$

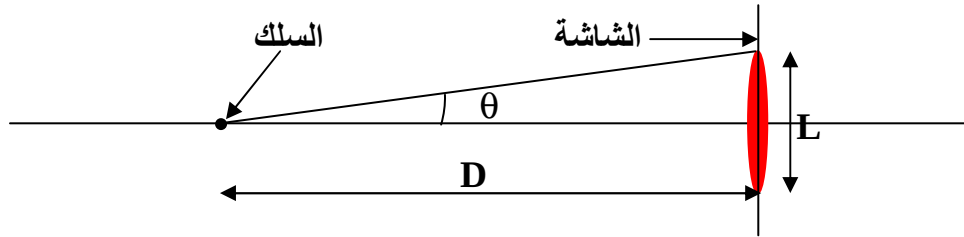
78	82	93	Dm (°)
768	589	434	λ nm
			n(λ)

أتمم ملء الجدول.

- ج- اوجد سرعات انتشار الإشعاعات الثلاثة داخل الموشور.
د- احسب ترددات هذه الإشعاعات في الفراغ و في الموشور.
هـ- استنتج أطوال موجات هذه الإشعاعات الثلاثة داخل الموشور.
نعطي سرعة انتشار الضوء في الفراغ : $c=3.10^8 \text{m/s}$

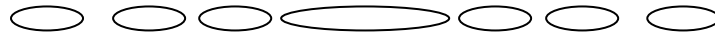
التمرين الثالث:

تصطدم حزمة ضوئية أحادية اللون بسلك رفيع قطره a ، نضع خلف السلك شاشة على مسافة D.



نعتبر خلال التمرين أن $D \gg L$.

- 1- ما هي الظاهرة الممكنة مشاهدتها على الشاشة؟
- 2- ما هي طبيعة الضوء التي تبرز هذه الظاهرة؟
- 3- أعط العلاقة التي تربط الفرق الزاوي θ و قطر السلك a و طول الموجة λ .
- 4- أوجد تعبير طول البقعة المركزية L بدلالة D و a و λ .
- 5- نستعمل على التوالي ضوئين أحاديي اللون طولاً موجييهما على التوالي λ_1 و λ_2 فنحصل على بقعتين مركزييتين طولاهما على التوالي L_1 و L_2 بحيث $L_1 > L_2$.
قارن λ_1 و λ_2 علل جوابك.
- 6- نضع أمام حزمة ضوئية أحادية اللون على التوالي سلكين مختلفين القطرين a_1 و a_2 فنحصل على الشكلين (أ) و (ب).



الشكل (أ)



الشكل (ب)

حدد الشكل الموافق لكل سلك علماً أن $a_1 > a_2$. علل جوابك.



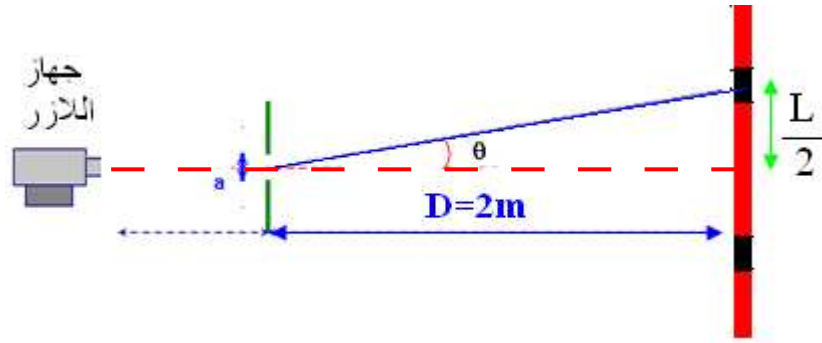
الأجوبة



التمرين الأول

1- العاملان المؤثران في ظاهرة الحيود هما طول الموجة λ للضوء أحادي اللون و عرض الفتحة (أو عرض الحاجز) a .

2-



نستنتج من الشكل أن:

$$\tan \theta = \frac{L}{2D}$$

3-

في حالة θ صغيرة نكتب $\tan \theta \approx \theta = \frac{L}{2D}$ إذن:

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

0,060	0,080	0,100	0,120	0,150	a (mm)
40	30	24	20	16	L (mm)
10	7,5	6	5	4	θ (mrad)
6.10^{-7}	6.10^{-7}	6.10^{-7}	6.10^{-7}	6.10^{-7}	$\theta.a$ (S.I)

4- نلاحظ أن الجداء $\theta.a$ يبقى ثابتاً: $\theta.a = 6.10^{-7}(\text{SI})$



5- لدينا:

$$\lambda_0 = 600 \text{ nm} = 6.10^{-7} \text{ m}$$

إذن:

$$\lambda_0 = \theta \cdot a$$

و بالتالي:

$$\theta = \frac{\lambda_0}{a}$$

6-

لدينا:

$$\theta = \frac{L}{2D} \text{ و } \theta = \frac{\lambda_0}{a} \text{ إذن:}$$

$$L = \frac{2D\lambda_0}{a}$$

7-

في حالة الشعرة تكتب العلاقة السابقة كالتالي:

$$L = \frac{2D\lambda_0}{d}$$

و بالتالي نجد أن:

$$d = \frac{2D\lambda_0}{L}$$

ت ع:

$$d = \frac{2.2.6.10^{-7}}{1.8.10^{-2}} = 13.3.10^{-5} \text{ m} = 0.133 \text{ mm}$$

$$d = 0.133 \text{ mm}$$

8-

لدينا:

$$L' = \frac{2D\lambda'_0}{d}$$

ت ع:

$$L' = \frac{2.2.530.10^{-9}}{13.3.10^{-5}} = 159.10^{-4} \text{ m} = 15.9 \text{ mm}$$

$$L' = 15.9 \text{ mm}$$

لدينا:

$$\theta = \frac{\lambda'_0}{d}$$

ت ع:

$$\theta = \frac{530.10^{-9}}{0.133.10^{-3}} = 0.003984 \text{ rad}$$

$$\theta = 0.003984 \text{ rad}$$



التمرين الثاني:

1-

سنشاهد طيف الضوء المنبعث من المصباح المتكون من ثلاثة أضواء ملونة.

2- ظاهرة تبديد الضوء.

ظاهرة تبديد الضوء.

3- تفسر ظاهرة التبديد بان سرعة الموجة المنتشرة في وسط مبدد تتعلق بتردد هذه الموجة.

4-

أ- لدينا في حالة الانحراف الدنوي D_m :

$$\begin{cases} i = i' \\ r = r' = \frac{A}{2} \\ D_m = i + i' - A = 2i - A \end{cases}$$

و بالتالي:

$$\begin{cases} r = r' = \frac{A}{2} \\ i = \frac{D_m + A}{2} \end{cases}$$

و حسب قانون ديكارت نحصل على:

$$\sin i = n(\lambda) \sin r$$

أي:

$$\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right) = n(\lambda) \sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

و هكذا نحصل على:

$$n(\lambda) = \frac{\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

ب-

78	82	93	D_m (°)
768	589	434	λ nm
1,867	1,891	1,945	$n(\lambda)$



ج-

$$v_1(\lambda_1) = \frac{c}{n(\lambda_1)}$$

ت ع:

$$v_1(\lambda_1) = \frac{3.10^8}{1,945} = 1,54 m/s$$

$$v_2(\lambda_2) = \frac{c}{n(\lambda_2)}$$

ت ع:

$$v_2(\lambda_2) = \frac{3.10^8}{1,891} = 1,59 m/s$$

$$v_3(\lambda_3) = \frac{c}{n(\lambda_3)}$$

ت ع:

$$v_3(\lambda_3) = \frac{3.10^8}{1,867} = 1,61 m/s$$

د-

نعلم أن كل موجة يميزها ترددها و بالتالي فتردد الموجة لا يتعلق بوسط الانتشار بحث يبقى ثابتا و هكذا فتردد كل موجة في الموشور يساوي ترددها في الفراغ:

$$\nu = \frac{c}{\lambda_{vide}}$$

ت ع:

$$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3.10^8}{434.10^{-9}} = 6,91.10^{14} Hz$$

$$\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3.10^8}{589.10^{-9}} = 5,09.10^{14} Hz$$

$$\nu_3 = \frac{c}{\lambda_3} = \frac{3.10^8}{768.10^{-9}} = 3,91.10^{14} Hz$$



هـ- نرمز لطول الموجة داخل الموشور بالرمز λ' و هكذا نحصل على:

$$\lambda' = \frac{v}{\nu} = \frac{\lambda}{n(\lambda)}$$

ت ع:

$$\lambda'_1 = \frac{\lambda_1}{n(\lambda_1)} = \frac{434.10^{-9}}{1,945} = 2,23.10^{-7} m = 223nm$$

$$\lambda'_1 = 223nm$$

$$\lambda'_2 = \frac{\lambda_2}{n(\lambda_2)} = \frac{589.10^{-9}}{1,891} = 3,11.10^{-7} m = 311nm$$

$$\lambda'_2 = 311nm$$

$$\lambda'_3 = \frac{\lambda_3}{n(\lambda_3)} = \frac{768.10^{-9}}{1,867} = 4,11.10^{-7} m = 411nm$$

$$\lambda'_3 = 411nm$$

التمرين الثالث:

- 1- ظاهرة الحيود.
- 2- الطبيعة الموجية للضوء هي التي تبرز ظاهرة الحيود.

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad -3$$

4- لدينا:

$$\tan \theta = \frac{L}{2D}$$

و بما أن: $D \gg L$ إذن θ صغيرة جدا و بالتالي نكتب:

$$\tan \theta \approx \theta = \frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a}$$

إذن:

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

5-

بما أن: $L_1 > L_2$ إذن:

$$\frac{2\lambda_1 D}{a} > \frac{2\lambda_2 D}{a}$$

وبالتالي:

$$\lambda_1 > \lambda_2$$



بما أن $a_1 > a_2$ إذن:

$$\frac{2\lambda D}{a_1} < \frac{2\lambda D}{a_2}$$

و بالتالي: $L_1 < L_2$.

و نلاحظ أن طول البقعة المركزية في الشكل (ب) أصغر من طول البقعة المركزية في الشكل (أ) إذن الشكل (أ) يوافق السلك ذي القطر a_2 و الشكل (ب) يوافق السلك ذي القطر a_1 .

PCtarouda t

2010

