

# الموجات الضوئية

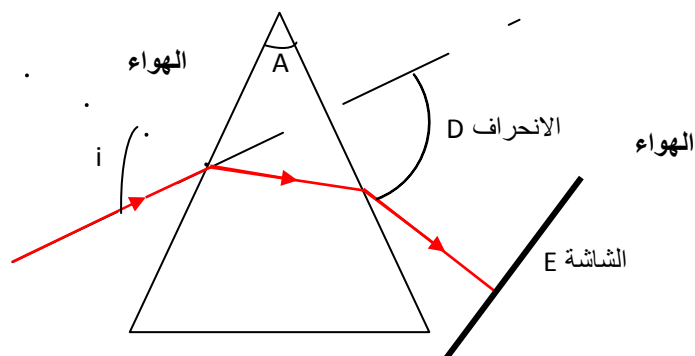
السلسلة الأولى- تمارين مرفقة بالحلول

فيزياء تارودانت



## التمرين الأول:

ترد حزمة ضوئية حمراء منبعثة من جهاز الليزر على وجه موشر زجاجي فتنحرف هذه الحزمة بعد اجتيازها للموشر ، حيث نلاحظ تكون بقعة ضوئية حمراء على شاشة بيضاء E وضعت أمام الحزمة المنبثقة من الموشر.



- 1- طول هذه الموجة في الفراغ هو  $\lambda_0 = 633\text{nm}$ .
  - أ- احسب تردد هذه الموجة، علما أن سرعة انتشار الضوء في الفراغ هي  $c = 3.10^8 \text{ m/s}$ .
  - ب- ما هي المقادير الفيزيائية التي تتغير عند مرور الموجة أحادية اللون من وسط شفاف إلى آخر.
- 2- معامل انكسار الموشر الخاص بالموجة الضوئية الحمراء المستعملة في هذه التجربة هو  $n=1,61$ .
  - أ- ما هي وحدة معامل الانكسار؟ علل جوابك.
  - ب- لماذا تم التأكيد بأن هذه القيمة لمعامل الانكسار ( $n=1,61$ ) خاصة بالموجة الضوئية الحمراء ( $\lambda_0 = 633\text{nm}$ )؟
  - ج- احسب طول الموجة  $\lambda$  لهذه الموجة داخل الموشر.
  - د- احسب الانحراف D لهذه الحزمة الضوئية، باعتبار:
 

$A=50^\circ$  ، زاوية ورود  $i = 40^\circ$  ، معامل انكسار الهواء  $n_0=1$



3- نحصل على انحراف دنوي  $D_m$  بواسطة الموشور عندما تساوي زاوية الورود  $i$  زاوية الانبثاق  $i'$ .

أ- بين أن معامل انكسار الموشور الخاص بموجة أحادية اللون عند تحقيق انحراف دنوي يكتب كالتالي:

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

ب- استنتج زاوية الانحراف  $D_m$  الخاصة بالموجة الضوئية الحمراء ( $\lambda_0 = 633\text{nm}$ ).

4- نعوض الآن الموجة الحمراء بالضوء الأبيض.

أ- ماذا سنلاحظ على الشاشة E.

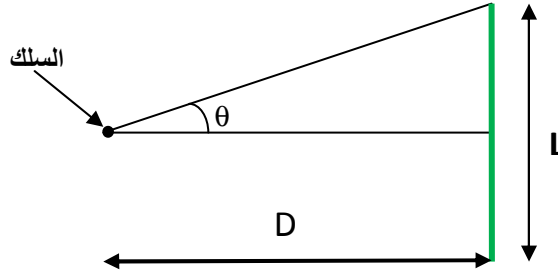
ب- أعد رسم الشكل أعلاه مبينا مسار الموجة الضوئية الحمراء و الزرقاء للضوء الأبيض، علما أن الانحراف D يزداد كلما صغر طول الموجة.

### التمرين الثاني:

نضع على التوالي أسلاكاً مختلفة القطر  $a$  أمام حزمة ضوئية أحادية اللون منبعثة من جهاز الليزر طول موجتها  $\lambda$ .

تتم معاينة شكل ظاهرة الحيود الناتجة على شاشة بيضاء E وضعت على مسافة  $D=1,60\text{m}$  من الأسلاك.

لتحديد الفرق الزاوي  $\theta$  للحزمة الضوئية المحيدة نقيس عرض البقعة المركزية L بالنسبة لمختلف الأسلاك.

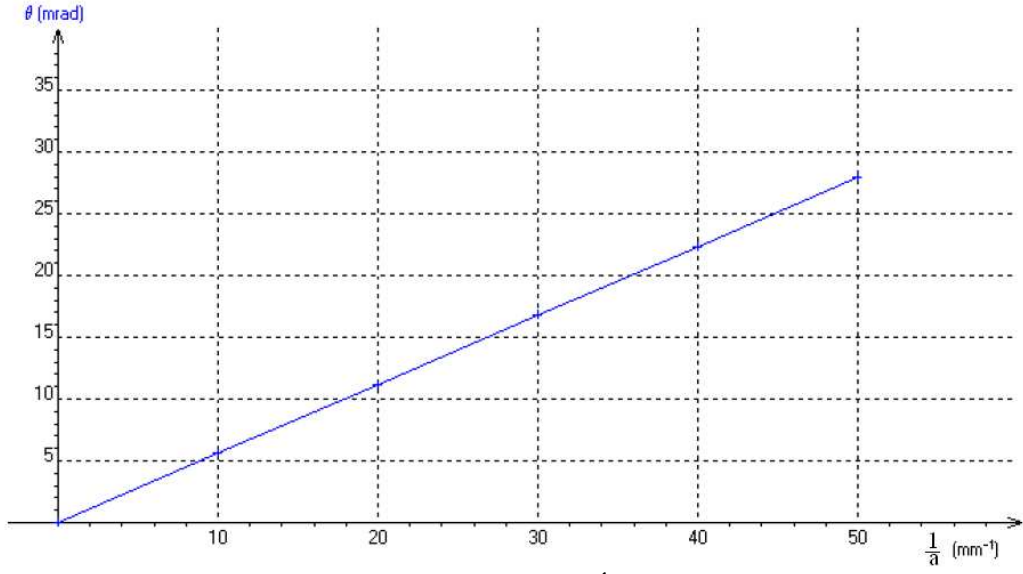


1- أوجد تعبير  $\theta$  بدلالة L و D. (باعتبار  $\theta$  صغيرة جدا).

2- أعط تعبير  $\theta$  بدلالة  $\lambda$  و  $a$  محددا وحدة كل مقدار من هذه المقادير الفيزيائية.

3- ننجز القياسات و نمثل  $\theta$  بدلالة  $\frac{1}{a}$ ، فنحصل على المنحنى التالي:





استنتج من المنحنى طول موجة الضوء الأحادي اللون المستعمل في هذه التجربة.



## الأجوبة



### التمرين الأول

1-

أ-

لدينا:

$$v = \frac{c}{\lambda_0}$$

ت ع:

$$v = \frac{3 \cdot 10^8}{633 \cdot 10^{-9}} = 4,7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$v = 4,7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

ب-

المقداران الفيزيائيان اللذان يتغيران عند مرور الموجة أحادية اللون من وسط شفاف إلى آخر هي سرعة الانتشار و طول الموجة، بينما التردد يبقى ثابتاً.

2-

أ-

ليس لمعامل الانكسار وسط  $n$  وحدة لأنه يساوي خارج سرعة انتشار الموجة في الفراغ  $c$  على سرعة انتشارها في هذا الوسط  $v$  و هما مقداران لهما نفس الوحدة:  $n = \frac{c}{v}$ .

ب-

تم التأكيد بأن هذه القيمة لمعامل الانكسار ( $n=1,61$ ) خاصة بالموجة الضوئية الحمراء لأن معامل انكسار الموشور يتعلق بتردد الموجة الضوئية (وسط مبدد).

ج-

لدينا:

$$\lambda' = \frac{v}{\nu} = \frac{c}{n \cdot \nu} = \frac{\lambda_0}{n}$$

ت ع:

$$\lambda' = \frac{633}{1,61} = 393 \text{ nm}$$

$$\lambda' = 393 \text{ nm}$$



د-  
لدينا:

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

بحيث:

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

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

$$r+r'=A$$

$$\sin(r) = \frac{\sin(i)}{n} = \frac{\sin(40^\circ)}{1,61} = 0,399$$

إذن:

$$r=23,5^\circ$$

و بالتالي:

$$r'=A-r$$

ت ع:

$$r'=50-23,5=26,5$$

$$r'=26,5^\circ$$

و من ثم:

$$\sin(i')=n\sin(r')=1,61.\sin(26,5)=0,718$$

إذن:

$$i'=45,9^\circ$$

و هكذا نحصل على:

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

ت ع:

$$D=40+45,9-50=35,9$$

$$D=35,9^\circ$$

-3

أ-

لدينا:

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

في حالة  $i=i'$  نضع  $D=D_m$  إذن

$$D_m=2i-A$$

و بالتالي:

$$i = \frac{D_m + A}{2}$$

و بما أن  $i=i'$  و  $\begin{cases} \sin(i) = n\sin(r) \\ \sin(i') = n\sin(r') \end{cases}$  و  $r+r'=A$  إذن  $r=r'=\frac{A}{2}$  و هكذا نحصل على :



$$\begin{cases} \sin(i) = \sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right) \\ n \sin(r) = n \sin\left(\frac{A}{2}\right) \end{cases}$$

و بالتالي:

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

ب-

$$\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right) = n \sin\left(\frac{A}{2}\right) = 1,61 \cdot \sin(25) = 0,68$$

$$\frac{D_m + A}{2} = 42,84^\circ$$

$$D_m = 35,68^\circ$$

$$D_m = 35,68^\circ$$

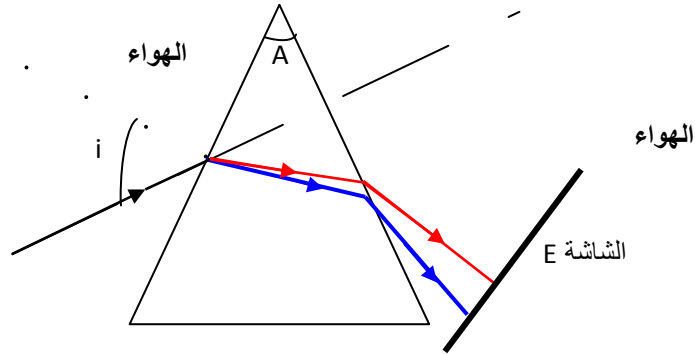
4-

أ-

سنلاحظ بقعة ضوئية مكونة من عدة ألوان من الأحمر إلى البنفسجي: طيف الضوء الأبيض.

ب-

نعلم أن  $\lambda_{\text{rouge}} > \lambda_{\text{bleu}}$  و بما أن الانحراف  $D$  يزداد كلما صغر طول الموجة إذن سيكون انحراف الضوء الأزرق أكبر مقارنة مع الضوء الأحمر.



### التمرين الثاني:

-1

لدينا:

$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{L}{2D}$$

-2

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

$\theta$  (rad)

$\lambda$  (m)

$a$ (m)

-3

نستنتج من المنحنى أن:

$$\theta = k \cdot \frac{1}{a}$$

بحيث  $k$  المعامل الموجه للمنحنى:

$$k = \frac{\Delta \theta}{\Delta \left( \frac{1}{a} \right)} = \frac{(28 - 0) \cdot 10^{-3}}{(50 - 0) \cdot 10^3} = 0,56 \cdot 10^{-6} \text{ (SI)}$$

و بما أن لدينا:

$$\theta = k \cdot \frac{1}{a} = \frac{\lambda}{a}$$

إذن فإن:

$$\lambda = k = 0,56 \cdot 10^{-6}$$

$$\lambda = 0,56 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 560 \text{ nm}$$

# PCtaroudant 2010

