

الدرس 4: انتشار موجة ضوئية

I. الطبيعة الموجية للضوء

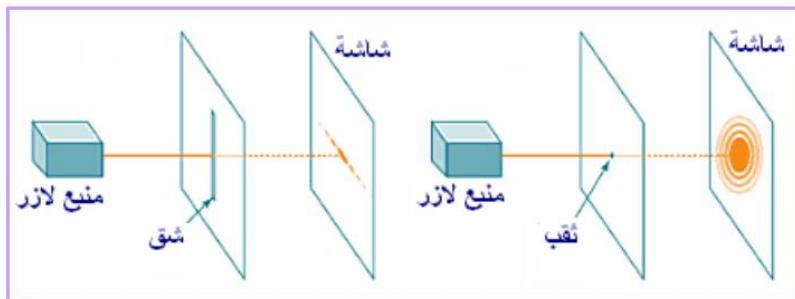
للكشف عن الطبيعة الموجية للضوء نقوم بإنجاز تجربة الحيود.

(1) حيود موجة :

الحيود هو انحراف الموجة عن مسارها المستقيم عندما تمر عبر شق ضيق أو بجانب حاجز، يظهر الحيود بوضوح عندما يكون عرض الشق a أو الحجز في نفس مرتبة الطول الموجي λ .

(2) تجربة :

نقوم بإرسال شعاع ليزر أحمر على حاجز به شق عرضه a صغير جداً، فنحصل على الشكل المبين أسفله:



نلاحظ تكون بقع مظلمة وبقع مضيئة متتالية ومتكررة، بدل تكون بقعة مضيئة واحدة، مما يدل على أن شكل ومسار الموجة تغير، أي أنها تعرضت لظاهرة الحيود.

نستنتج أن للضوء طبيعة موجية.

الضوء شكل من أشكال الموجات الكهرومغناطيسية، ينتشر في الفراغ والأوساط الشفافة بسرعة كبيرة جداً، وهو يتميز بطبيعة موجية، يمكن ملاحظتها من خلال ظواهر مثل الحيود والتبدد والانكسار.

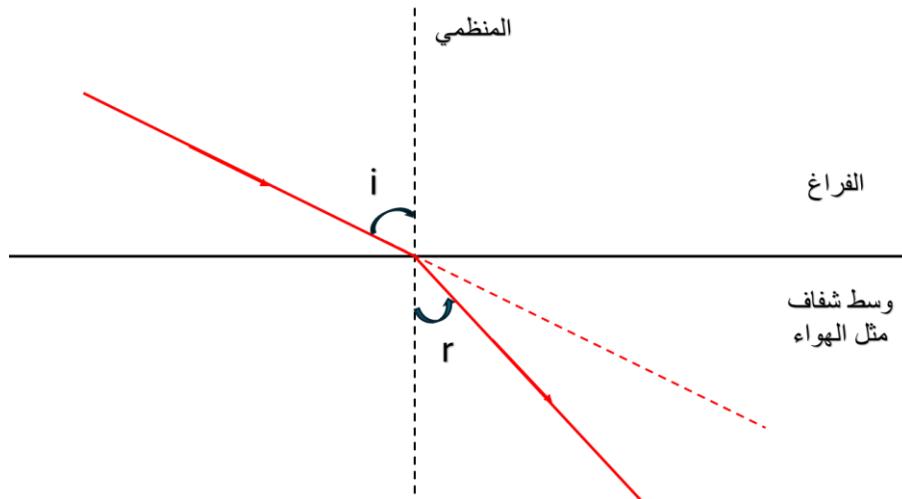
(3) سرعة انتشار الضوء :

ينتقل الضوء بسرعات كبيرة جداً في مختلف الأوساط، حيث ينتشر بسرعة ثابتة في الفراغ تساوي $C = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ في باقي الأوساط الشفافة ينتقل بسرعة مختلفة وأقل من سرعته في الفراغ، نرمز لها بـ V . يرجع الاختلاف في سرعة انتشار الضوء إلى ظاهرة الانكسار التي تحدث له في الأوساط الشفافة المادية.

(4) ظاهرة الانكسار:

ظاهرة الانكسار هي انحراف مسار الضوء عند مروره من وسط شفاف إلى وسط آخر مختلف في الكثافة. حيث تنقص سرعة انتشار الضوء عند الانتقال من وسط شفاف إلى وسط آخر أكثر كثافة.

نعرف معامل الانكسار n على أنه نسبة انحراف مسار الضوء:



نحسية بالعلاقة : $n = \frac{\sin(i)}{\sin(r)}$ حيث n معامل الانكسار النسبي للضوء من الفراغ إلى الوسط الشفاف الآخر.

علاقة معامل الانكسار بسرعة الضوء هي : $n = \frac{c}{v}$ حيث c سرعة الضوء في الفراغ و v سرعته في الوسط الشفاف الآخر.

II. خصائص الموجة الضوئية

(1) الضوء أحادي اللون :

الضوء أحادي اللون أو الشعاع أحادي اللون هو موجة متوازية جيبية دورية ترددتها ν مستقل عن وسط الانتشار ولا يتعلّق إلا بمنبع الموجة الضوئية. مثل ضوء الليزر.

يتميز كل ضوء بلونه المرتبط بتردداته.

(2) طول الموجة لضوء أحادي اللون:

على عكس التردد فإن طول الموجة يتعلّق بوسط الانتشار ولا يتعلّق بالتردد.

a. طول الموجة الضوئية في الفراغ :

يعبر عن طول الموجة الضوئية في الفراغ بالعلاقة : $\lambda_0 = \frac{c}{\nu}$

ملاحظة : يفضل تمييز ضوء أحادي اللون بطول موجته في الفراغ بدل تردداته.

b. طول الموجة الضوئية في وسط مادي شفاف :

يعبر عن طول الموجة الضوئية في وسط مادي شفاف بالعلاقة : $\lambda = \frac{v}{\nu}$

عملياً يعبر عن طول الموجة بالوحدتين :

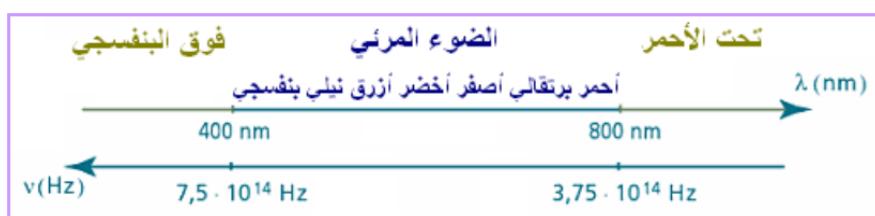
- الميكرومتر $\mu m = 10^{-6}$

- نانومتر $nm = 10^{-9}$

باعتبار تعريف معامل الانكسار، يمكن أن نكتب التعبير التالي : $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$

(3) الضوء المرئي :

الضوء المرئي هو الموجات الكهرومغناطيسية التي تراها عين الإنسان، ويكون من سلسلة مستمرة من الإشعاعات أحادية اللون.

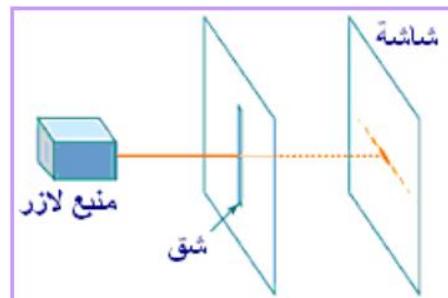


ملاحظة : البادئتان "فوق" و "تحت" هما نسبة للتردد.

III. حيود ضوء أحادي اللون بواسطة شق

(1) تجربة :

نعيد نفس التجربة السابقة، فنحصل على ما يلي:



شكل الحيود المعain على الشاشة



(2) ملاحظة:

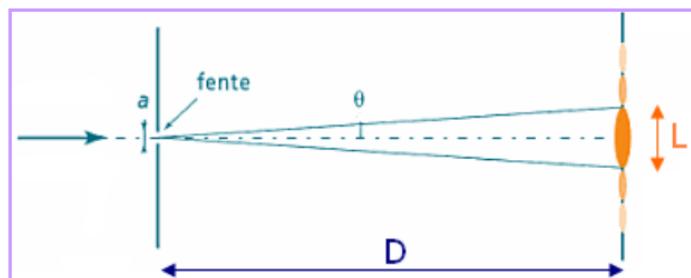
- إذا كان الشق عمودياً يكون شكل الحيود أفقياً، والعكس بالعكس.
- عرض الشق هو السبب في الحيود وليس طوله.

(3) استنتاج حول الفرق الزاوي:

الفرق الزاوي θ بين منتصف البقعة المركزية المضيئة ومنتصف أول بقعة مظلمة يحقق العلاقة التالية: $\theta = \frac{\lambda}{a}$ بحيث λ طول الموجة الواردة على الشق بالمتر. θ الفرق الزاوي بالراديان و a عرض الشق بالمتر.

باعتبارها صغيرة تتحقق زاوية الحيود أيضاً العلاقة التالية: $\theta = \frac{L}{2D}$

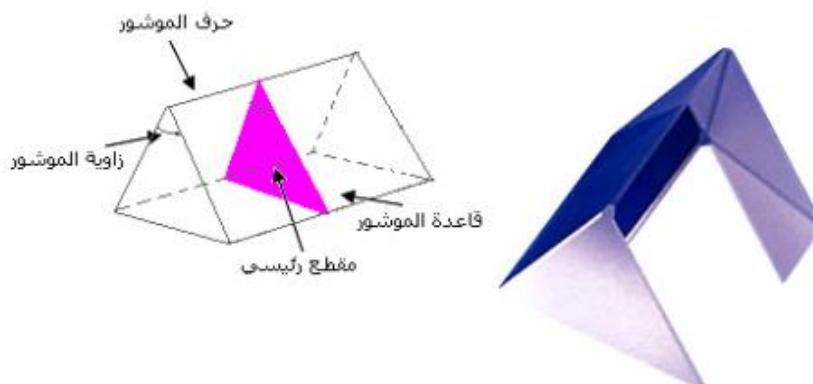
بحيث L عرض البقعة الضوئية المركزية، و D هي المسافة بين الشق والشاشة.



IV. تبدد الضوء الأبيض بواسطة موشور

1) تعريف الموشور

الموشور هو وسط شفاف محصور بين سطحين مستويين وغير متوازيين، تميز الموشور بزاوته A ومعامل الانكسار n للمادة المكونة له.

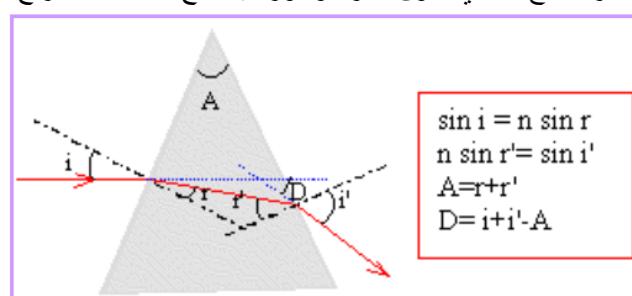


2) انحراف ضوء أحادي اللون بواسطة موشور

مسار شعاع أحادي اللون عبر موشور، يخضع للعلاقات الأربع التالية:

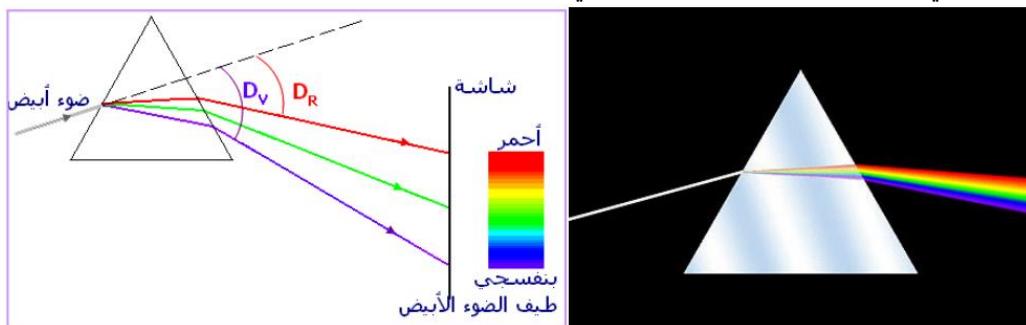
- أ زاوية الورود على الوجه الأول
- ر زاوية الانكسار الأول
- ر' زاوية الورود على الوجه الثاني
- ر'' زاوية الانكسار الثاني
- D زاوية الانحراف

ينحرف الشعاع نحو قاعدة الموشور



3) تبدد الضوء الأبيض بواسطة موشور

ظاهرة تبدد الضوء هي فصل الإشعاعات أحادية اللون التي تكون الضوء الأبيض أو ضوء آخر مركب.



الشعاع الأحمر هو الأقل انحرافاً بينما البنفسجي هو الأكثر انحرافاً.

تفسر ظاهرة تبدد الضوء الأبيض أو المركب، بارتباط معامل الانكسار لوسط شفاف بتردد الإشعاعات أحادية اللون التي تنتشر فيه. ويوصف هذا الوسط **بالوسط المبدد**. في التجربة معامل n انكسار الزجاج يتزايد مروراً من الأحمر إلى البنفسجي، وزاوية الانحراف D تتزايد بتزايد معامل الانكسار.

$$\begin{aligned}\lambda_V &< \lambda_J < \lambda_R \\ \rightarrow n_V &> n_J > n_R \\ \rightarrow D_V &> D_J > D_R\end{aligned}$$