

الجزء الأول :
الموجات
الوحدة 3
س 5

انتشار موجة ضوئية

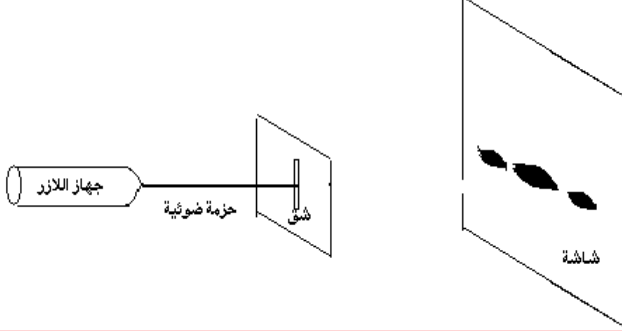
Propagation d'une onde lumineuse

بسم الله الرحمن الرحيم
الثانية باك لوريا
الفيزياء

1- حيود الضوء :

1-1- نشاط :

نضيء شقا ، عرضها a قابل للضبط ،
بحزمة اللازر كما يوضح الشكل جانبه .
أ- ماذا تلاحظ على الشاشة عندما يكون
عرض الشق كبيرا ؟
نشاهد بقعة ضوئية واحدة .
ب- ماذا تلاحظ على الشاشة عندما يكون
عرض الشق صغيرا (انظر الشكل)؟



نلاحظ عدة بقع ذات إضاءات قصوى (أهداب لامعة) تتوسطها بقع مظلمة (أهداب داكنة) .

ج- هل تغير اتجاه انتشار الضوء في الحالتين ؟

نلاحظ في الحالة الأولى عدم تغير اتجاه انتشار الأشعة الضوئية ، في حين يتغير اتجاه انتشار الأشعة
الضوئية في الحالة الثانية بحيث يمكنها الوصول إلى أماكن توجد وراء الحاجز وهذا يتعارض مع مبدأ
الانتشار المستقيمي للضوء .

د- هل سبق وأن صادفت مثل هاته الظاهرة في حالة الموجات الميكانيكية ؟ اعط اسم الظاهرة .
نعم ، وتسمى ظاهرة الحيود .

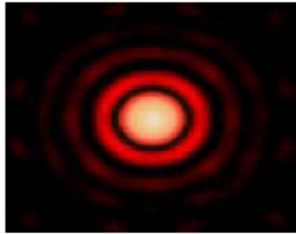
ه- ماذا يمكن استخلاصه فيما يخص طبيعة الضوء ؟
مماثلة مع الموجات الميكانيكية ، نعتبر الضوء موجة كهرومغناطيسية .

1-2- مفهوم حيود الضوء :

ينتقل الضوء ، من نقطة إلى أخرى في وسط الانتشار ، وفق خطوط مستقيمة ، سواء كان هذا الوسط
فراغا أو وسطا ماديا.

عند إضاءة شق عرضه a صغير بحزمة لآزر نلاحظ على الشاشة بقعا مضيئة (أهداب لامعة) وأخرى
مظلمة (أهداب داكنة) حيث يتصرف الشق كمنبع ضوئي وتسمى هذه الظاهرة ظاهرة الحيود حيث
يتغير اتجاه انتشار الأشعة الضوئية بحيث يمكنها الوصول إلى أماكن توجد وراء الحاجز .

مظهر الشاشة في حالة فتحة دائرية



مظهر الشاشة في حالة فتحة مستطيلة



1-3- النموذج الموجي للضوء :

إن الاقتصار على الانتقال المستقيمي للضوء ، لا يمكن من تفسير وصول الضوء لأماكن تتواجد وراء الحاجز .
وبالمماثلة مع الموجات الميكانيكية ، نعتبر الضوء موجة مستعرضة كهرومغناطيسية (عبارة عن مجال
كهربائي مرفق بمجال مغناطيسي) تنتشر في أوساط شفافة مادية وغير مادية ، لها دورية مزدوجة :

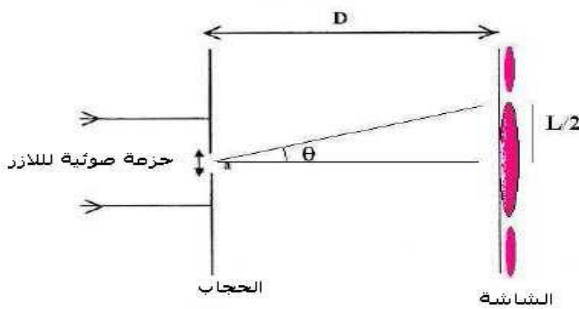
الدورية الزمانية : وتتميز بالدور T أو التردد ν حيث $\nu = \frac{1}{T}$ وهما لايتعلقان بطبيعة وسط الانتشار .

الدورية المكانية : وتتميز بطول الموجة λ وهو يتعلق بطبيعة وسط الانتشار .

ملحوظات :

- ⊕ يمكن مشاهدة حيود الضوء بواسطة شق عرضه a عندما يكون : $10\lambda \leq a \leq 100\lambda$.
- ⊕ إذا لم يتغير وسط الانتشار ، يكون للموجتين الواردة و المحيدة نفس طول الموجة λ والدور T و

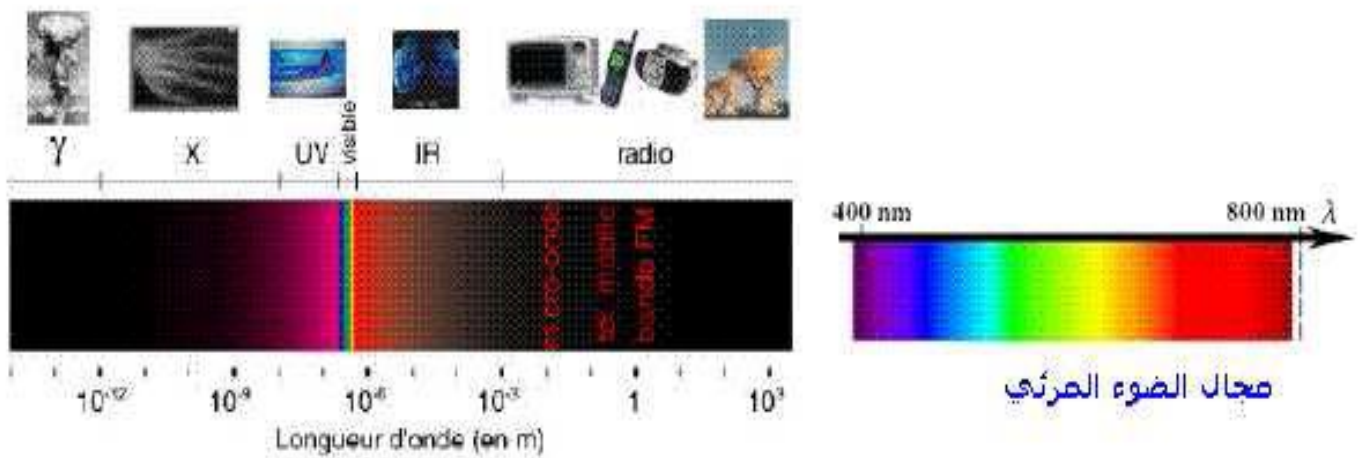
سرعة الانتشار V . وترتبط هذه المقادير بالعلاقة التالية : $V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu$



- ⊕ خلال حيود موجة صوتية أحادية اللون ، طول موجتها λ ، بواسطة شق عرضه a ، يكون الفرق الزاوي θ بين وسط البقعة المركزية وأول بقعة مظلمة هو : $\theta = \frac{\lambda}{a}$ و $\theta = \frac{L}{2D}$
- ⊕ تكون ظاهرة الحيود أكثر أهمية عندما يكون عرض الشق أصغر أو طول موجة الضوء الأحادي اللون المستعمل أكبر .

4-1- خصائص الموجة الضوئية :

- ⌚ نسمي **ضوءاً أحادي اللون** كل ضوء لا يتبدد بعد اجتيازه لموشور ، وهو عبارة عن **موجة متوالية جيئية** تتميز بتردد ν وبسرعة V .
- ⌚ ينتشر الضوء في الفراغ بسرعة $c = 29979245 \text{ m.s}^{-1} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ، أما في وسط مادي فإن هذه السرعة V تصبح أقل من c .
- ⌚ نسمي سرعة انتشار موجة صوتية في وسط مادي المقدار $V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu$ أما في الفراغ فهي $c = \frac{\lambda_0}{T} = \lambda_0 \cdot \nu$.
- ⌚ **مجال الموجات الضوئية المرئية** :



Domaine de différentes radiations en fonction de leurs longueurs d'onde

مجال مختلف الاشعاعات بدلالة طول الموجات

2- تدد الموجات الضوئية :**1-2- معامل الانكسار :**

الشعاع الضوئي ينكسر أثناء المرور من وسط انتشار لآخر ، ويتميز كل وسط بمعامل انكسار نمرز له ب n ، يعرف بالعلاقة التالية : $n = \frac{c}{v}$ ($n \geq 1$) .

حيث c سرعة انتشار الضوء في الفراغ $c = 3.10^8 m.s^{-1}$ مع $c = \frac{\lambda_0}{T} = \lambda_0 . v$ طول موجة الضوء في الفراغ .

v سرعة انتشار الضوء في الوسط مع $V = \frac{\lambda}{T} = \lambda . v$ طول موجة الضوء في الوسط .

وبالتالي $n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{c}{\lambda v}$ إذن يتعلق معامل انكسار وسط ما بتردد الموجة الضوئية التي تنتشر فيه .

الإشعاع	الأحمر	البرتقالي	الأصفر	الأزرق	البنفسجي
طول الموجة $\lambda(nm)$	768	656	589	486	434
معامل الانكسار n	1,618	1,627	1,629	1,641	1,652

2-2- قانون ديكارت للانكسار :**1-2-2- نشاط :**

نرسل حزمة منبعثة من منبع لآزر على وجه موشور .
أ- صف ما تشاهده على الشاشة . هل يتحقق مبدأ الانتشار المستقيمي للضوء ؟

تظهر بقعة حمراء على الشاشة ، كما أنه لا يتحقق مبدأ الانتشار المستقيمي للضوء لأنه حدثت انكسارات للحزمة .
ب- كم عدد انكسارات الحزمة الضوئية بعد اجتيازها الموشور ؟

الحزمة الضوئية تعرضت لانكسارين .

ج- ذكر بقانون ديكارت الثاني للانكسار .

زاوية ورود وزاوية الانكسار ترتبطان بالعلاقة التالية : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$.

2-2-2- قانون ديكارت للانكسار :

الشعاع الضوئي يغير اتجاهه عند المرور من وسط انتشار إلى وسط انتشار آخر ، ويخضع هذا الانتقال لقانون ديكارت للانكسار

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

حيث n_1 : معامل الانكسار المطلق للوسط 1

i_1 : زاوية الورد في الوسط 1

n_2 : معامل الانكسار المطلق للوسط 2

i_2 : زاوية الانكسار في الوسط 2

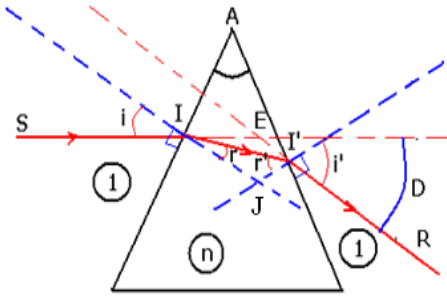
2-3- العلاقات المميزة للموشور :

الموشور وسط شفاف ومتجانس ، محصور بين مستويين مائلين يحددان

بينهما زاوية A تسمى زاوية الموشور .

ليكن n معامل انكسار الوسط المكون للموشور ونعتبر $n=1$ معامل انكسار الهواء حيث يوجد الموشور .





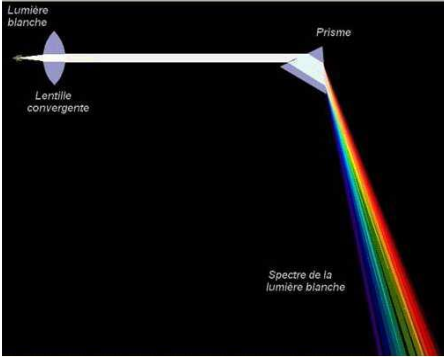
الموشور يتميز بالعلاقات التالية :

$$\begin{aligned} \sin i &= n \sin r \\ \sin i' &= n \sin r' \\ A &= r + r' \\ D &= i + i' - A \end{aligned}$$

D : زاوية الانحراف للشعاع الضوئي بواسطة موشور .

4-2- تبديد الضوء بواسطة موشور :

عند إرسال حزمة من الضوء الأبيض على وجه موشور ، تتعرض هذه الموجة الضوئية لظاهرة الانكسار مرتين ، فيلاحظ على الشاشة تكون بقع ملونة يسمى **طيف الضوء الأبيض** ، ونسبي هاته الظاهرة التي تمكن من فصل الأشعاعات ذات الألوان المختلفة **بتبديد الضوء** ، ونسبي الموشور **وسطا مبيدا للضوء** .



تبرز ظاهرة تبديد الضوء بواسطة موشور ، أن الضوء الأبيض مكون من عدة ألوان من طيف الضوء المرئي ، نقول إن الضوء الأبيض متعدد

الألوان وكل ضوء (لون) مكون للطيف يسمى ضوءا أحادي اللون .

5-2- تفسير حدوث ظاهرة التبديد :

نعلم أن معامل انكسار n للوسط يتعلق بطول موجة الشعاع الذي

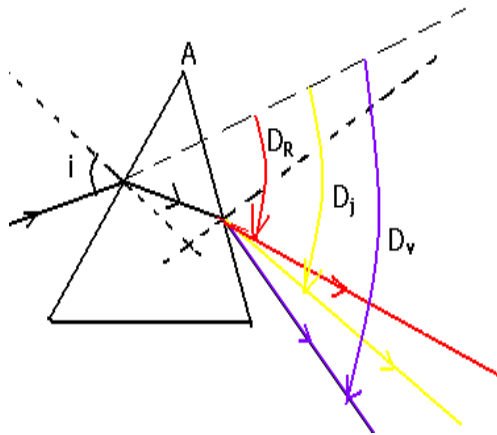
يجتازه $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$ أي بلون الضوء .

الحزمة الضوئية الواردة على الموشور أسطوانية ، أشعة متوازية فيما بينها ، فإن لجميع الأضواء الأحادية اللون المكونة للضوء الأبيض نفس زاوية الورد i .

فمثلا بالنسبة للشعاع الأحمر والبنفسجي لدينا

$$n_R \neq n_V \quad (\text{لأن ليس لهما نفس طول الموجة})$$

وبتطبيق علاقات الموشور :



$$\begin{aligned} r_R \neq r_V &\Leftarrow \sin i = n \sin r \\ r'_R \neq r'_V &\Leftarrow A = r + r' = cte \\ i'_R \neq i'_V &\Leftarrow \sin i' = n \sin r' \\ D_R \neq D_V &\Leftarrow D = i + i' - A \end{aligned}$$

وبالتالي ليس للشعاعين الأحمر والبنفسجي نفس الاتجاه النهائي ، فنلاحظ :

$$D_V > D_B > D_{Vr} > D_J > D_{Or} > D_R$$

أحمر برتقالي أصفر أخضر أزرق بنفسجي

$$\lambda_V < \lambda_B < \lambda_{Vr} < \lambda_J < \lambda_{Or} < \lambda_R$$

إنه يتعلق معامل انكسار وسط شفاف بتردد الإشعاعات الضوئية ، وهذا ما يسبب ظاهرة تبديد الضوء .