

الجزء الأول :  
الموجات  
الوحدة 3  
5 س

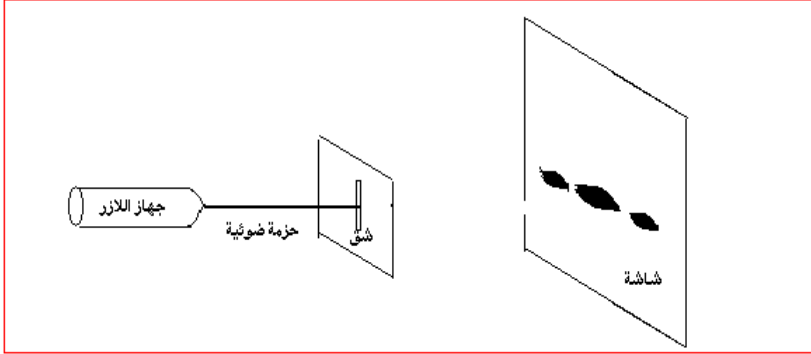
## انتشار موجة ضوئية

### Propagation d'une onde lumineuse

بیتة الخ الخ  
الثانية باك لوريا  
الفيزياء

### 1- حيود الضوء :

#### 1-1- نشاط :



نضيء شقا ، عرضها  $a$  قابل للضبط ،  
بحزمة الليزر 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 ؟

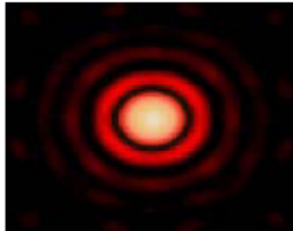
مماثلة مع الموجات الميكانيكية ، نعتبر الضوء موجة كهرومغناطيسية .

#### 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 ليزر 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 الإقتصار 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  
كهربيائي مرفق بمجال مغناطيسي ) تنتشر في أوساط شفافة مادية وغير مادية ، لها دورية مزدوجة :

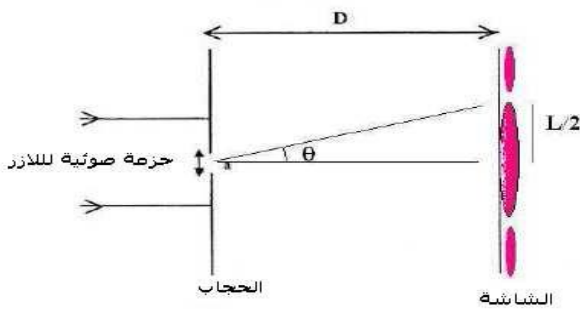
**الدورية الزمانية :** وتتميز بالدور  $T$  أو التردد  $\nu$  حيث  $\nu = \frac{1}{T}$  وهما لايتعلقان بطبيعة وسط الانتشار .

**الدورية المكانية :** وتتميز بطول الموجة  $\lambda$  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  $\lambda$  والدور  $T$  و

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



⊕ خلال حيود موجة ضوئية أحادية اللون ، طول موجتها  $\lambda$  ، بواسطة شق عرضه  $a$  ، يكون الفرق الزاوي  $\theta$  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 **ضوءا أحادي اللون** كل ضوء لا يتبدد بعد اجتيازه لموشور ، وهو عبارة عن **موجة**

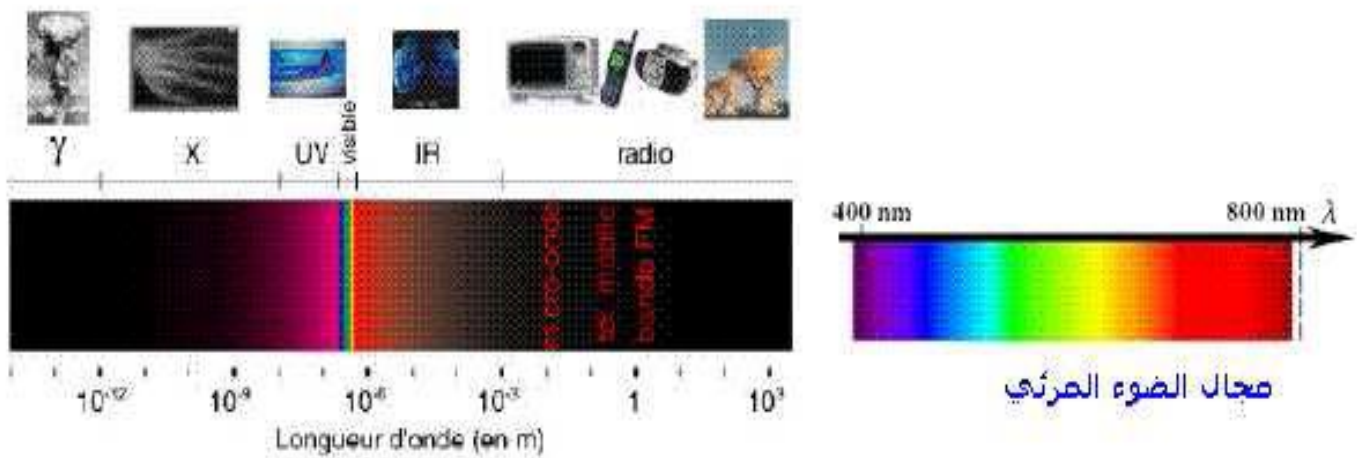
**متوالية جيئية** تتميز بتردد  $\nu$  وبسرعة  $V$  .

⌚ 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 ضوئية 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- تبديد الموجات الضوئية :

### 1-2- معامل الانكسار :

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

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

$V$  سرعة انتشار الضوء في الوسط مع  $V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot v$  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 $\lambda(\text{nm})$	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  $n_2$  : معامل الانكسار المطلق للوسط 2

$i_1$  : زاوية ورود في الوسط 1  $i_2$  : زاوية الانكسار في الوسط 2

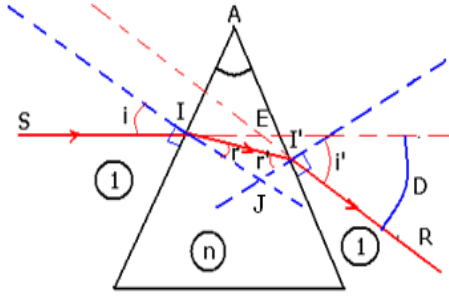
## 3-2- العلاقات المميزة للموشور :

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 .**

#### 2-4- 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** ، ونسمي هاته الظاهرة التي تمكن من فصل الإشعاعات ذات الألوان المختلفة **بتبديد الضوء** ، ونسمي الموشور **وسطا مبددا 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 .

#### 2-5- 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 الورود  $i$  .

فمثلا بالنسبة للشعاع الأحمر والبنفسجي لدينا

$n_R \neq n_V$  ( لأن ليس لهما نفس طول الموجة )

وبتطبيق علاقات الموشور :

$$r_R \neq r_V \Leftrightarrow \sin i = n \sin r$$

$$r'_R \neq r'_V \Leftrightarrow A = r + r' = cte$$

$$i'_R \neq i'_V \Leftrightarrow \sin i' = n \sin r'$$

$$D_R \neq D_V \Leftrightarrow D = i + i' - A$$

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

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

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