

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 (أهذاب لامعة) تتوسطها بقع مظلمة (أهذاب 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 هذه الظاهرة في حالة الموجات الميكانيكية ؟ اعط اسم الظاهرة .
نعم ، وتسمى ظاهرة الحيود .

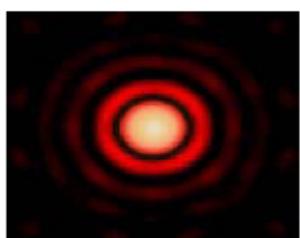
هـ- ماذا يمكن استخلاصه فيما يخص طبيعة الضوء ؟
مماثلة مع الموجات الميكانيكية ، نعتبر الضوء موجة كهرمغنتيسية .

1-2 مفهوم حيود الضوء :

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

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

مظاهر الشاشة في حالة فتحة دائرية



مظاهر الشاشة في حالة فتحة مستطيلة



1-3 النموذج الموجي للضوء :

إن الافتقار على الانتقال المستقيمي للضوء ، لا يمكن من تفسير وصول الضوء لأماكن تتوارد وراء الحاجز .
وبالمماثلة مع الموجات الميكانيكية ، نعتبر الضوء موجة مستعرضة كهرمغنتيسية (عبارة عن مجال كهربائي مرافق ب المجال المغنتيسي) تنتشر في أو سطح شفافة مادية وغير مادية ، لها دورية مزدوجة :

❖ **الدورية الزمانية** : وتنمیز بالدور T أو التردد ν حيث $\nu = \frac{1}{T}$ وهم لا يتعلّقان بطبيعة وسط الانتشار .

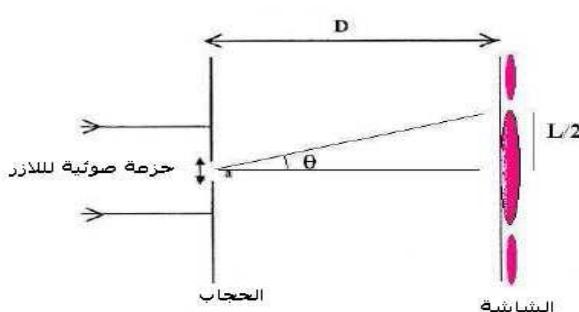
❖ **الدورية المكانية** : وتنمیز بطول الموجة λ وهو يتعلّق بطبيعة وسط الانتشار .

ملحوظات :

⊕ يمكن مشاهدة حيود الضوء بواسطة شق عرضه a عندما يكون : $10\lambda \leq a \leq 100\lambda$

⊕ إذا لم يتغيّر وسط الانتشار ، يكون للموجتين الواردة والمحيدة نفس طول الموجة λ والدور T و

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



⊕ خلال حيود موجة ضوئية أحادية اللون ، طول موجتها λ ، بواسطة شق عرضه a ، يكون الفرق الزاوي θ بين وسط البقعة المركزية وأول بقعة مظللة هو :

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

⊕ تكون ظاهرة الحيود أكثر أهمية عندما يكون عرض الشق أصغر أو طول موجة الضوء الأحادي اللون المستعمل أكبر .

4-1. خصائص الموجة الضوئية :

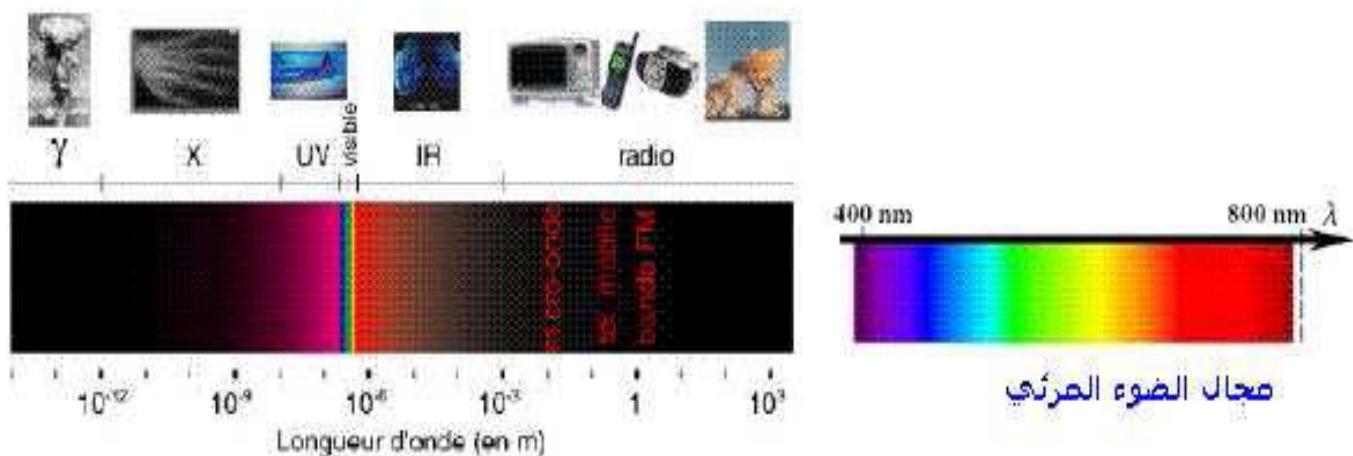
⊗ نسمى **ضوءاً أحادي اللون** كل ضوء لا يتبدّل بعد اجتيازه لموشور ، وهو عبارة عن **موجة متواالية جببية** تتميّز بتردد ν وبسرعة V .

⊗ 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 .

⊗ نسمى 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** :



المجال الضوئي المرئي

المجال مختلف الاشعاعات بدلالة طول الموجات

2- تعدد الموجات الضوئية :

1-2-1- معامل الانكسار :

الشعاع الضوئي ينكس أثناء المرور من وسط انتشار لأخر ، ويتميز كل وسط بمعامل انكسار نرمز له ب n ، يعرف بالعلاقة التالية : $n = \frac{c}{v}$.

حيث c سرعة انتشار الضوء في الفراغ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ مع 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 .

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

2-2- قانون ديكارت للانكسار :

1-2-2- نشاط :

نرسل حزمة منبعة من منبع لازر على وجه موشور .
أ- صف ما تشاهده على الشاشة . هل يتحقق مبدأ الانتشار المستقimi للضوء ؟

تظهر بقعة حمراء على الشاشة ، كما أنه لا يتحقق مبدأ الانتشار المستقimi للضوء لأنه حدثت انكسارات للحزمة .

ب- كم عدد انكسارات الحزمة الضوئية بعد اجتيازها المنشور ؟

الحزمة الضوئية تعرضت لانكسارين .

ج- ذكر بقانون ديكارت الثاني للانكسار .

زاوية الورود 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 الورود في الوسط 1

n_2 : معامل الانكسار المطلق للوسط 2

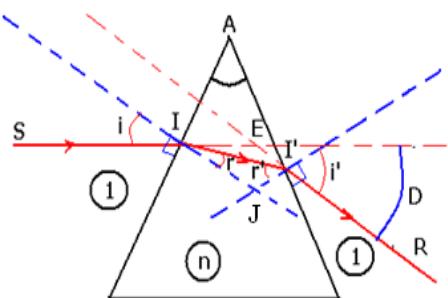
i_2 : زاوية الانكسار في الوسط 2

3- العلاقات المميزة للمنشور :

المنشور وسط شفاف ومتاجس ، محصور بين مستويين مائلين يحددان بينهما زاوية A تسمى زاوية المنشور .

ليكن n معامل انكسار الوسط المكون للمنشور ونعتبر $n=1$ معامل انكسار الهواء حيث يوجد المنشور .





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

الموشور يتميز بالعلاقات التالية :

D : زاوية الانحراف للشعاع الضوئي بواسطة موشور .

4-2- تبدد 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** ، ونسمى هاته الظاهرة التي تمكن من فصل الأشعاعات ذات الألوان المختلفة **تبعد الضوء** ، ونسمى الموشور **وسطاً مبدداً للضوء** .

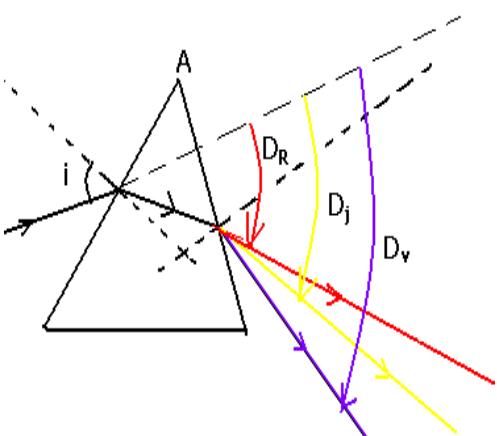
تبعد ظاهرة تبعد الضوء بواسطة موشور ، أن الضوء الأبيض مكون من عدة ألوان من طيف الضوء المرئي ، نقول إن الضوء الأبيض متعدد الألوان وكل ضوء (لون) مكون للطيف يسمى ضوءاً أحادي اللون .

5- تفسير حدوث ظاهرة التبعد :

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 .

فمثلاً بالنسبة للشعاع الأحمر والبنفسجي لدينا $n_R \neq n_V$ (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

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

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