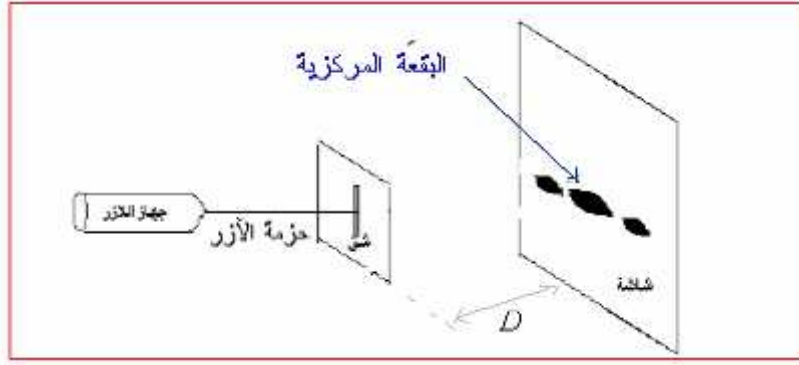


# انتشار موجة ضوئية

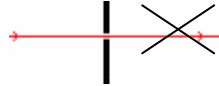
I : ظاهرة حيود الضوء

1) تجربة:

نحز التركيب التالي، باستعمال صفيحة بها شق (أو سلك رفيع) و منبع ضوئي لأشعة الأزرق ذات طول الموجة  $\lambda = 633nm$ .

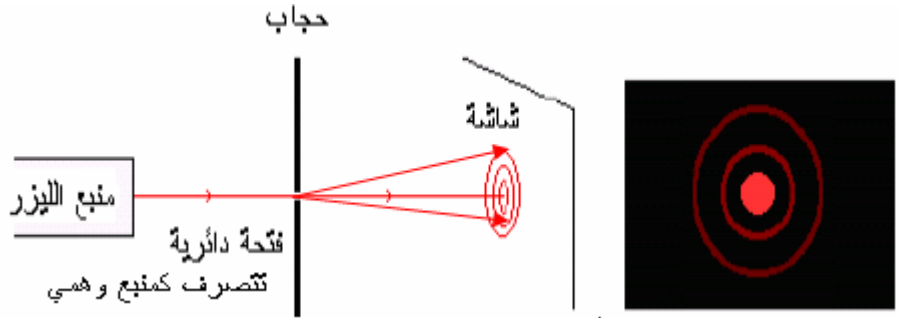


بتقليص عرض الشق كان من المنتظر أن نحصل على حزمة جد دقيقة وبالتالي على شعاع ضوئي،



لكن ظاهرة **الحيود** تحول دون ذلك.

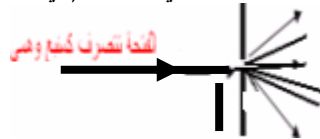
فنشاهد على الشاشة بقعا مضيئة تتوسطها بقع مظلمة في اتجاه متعاود مع اتجاه الشق. وتقل شدة إضاءة البقع كلما ابتعدنا من المركز بحيث يتصرف الشق كمنبع ضوئي وهمي. تسمى هذه الظاهرة بظاهرة **الحيود**. عند استعمال حاجز به فتحة **دائرية**:



نحصل على بقعة دائرية قطرها أكبر من قطر الفتحة، وتحيط بها على التوالي حلقات مظلمة وأخرى مضيئة. وفي الحالتين: - عرض البقعة المركزية يزداد كلما صغر عرض الشق. - ويزداد عرضها كلما ازداد طول موجة الضوء المستعمل.

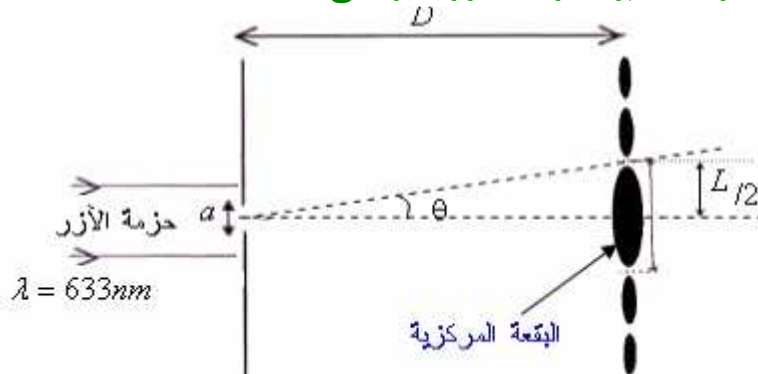
2) استثمار:

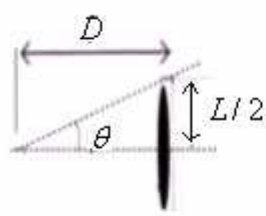
تبين التجربتان السابقتان \* عدم صلاحية مبدأ الانتشار المستقيمي للضوء (في حالة الحيود).



\* وتبرز ظاهرة الحيود أن الضوء له طبيعة موجية وينتشر في جميع الأوساط المادية الشفافة وفي الفراغ كذلك.

4) دراسة حيود حزمة الأزرق عبر شق:



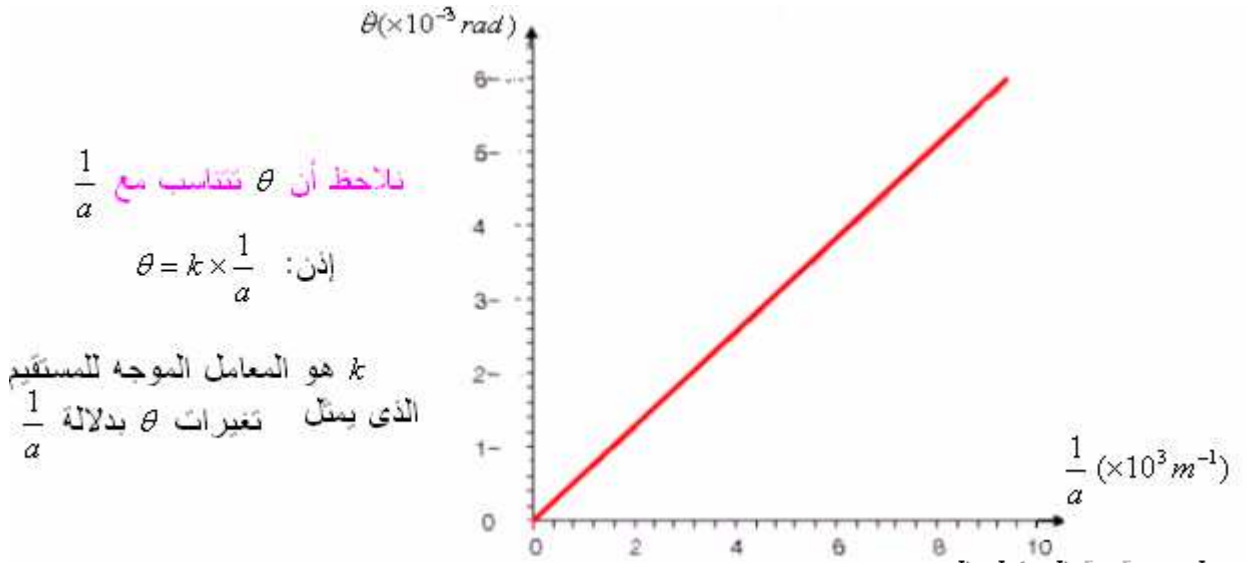


من خلال الشكل السابق لدينا:  $tg\theta = \frac{L}{2D}$   
 بالنسبة للزايا الصغيرة:  $\theta \leq 15^\circ$  لدينا:  $tg\theta \approx \theta(rad)$   
 إذن: (1)  $\theta = \frac{L}{2D}$

نضع الشاشة في المسافة  $D = 1,5m$  ونستعمل صفائح ذات شقوق مختلفة العرض  $a$ ، ثم نقيس بالنسبة لكل صفيحة العرض  $L$  للبقعة المركزية المشاهدة على الشاشة.  
 جدول القياسات:

$a(\mu m)$	100	120	200	250	300
$L(mm)$	19	15,8	9,5	7,6	6,3
$\theta(\times 10^{-3} rad)$	6,33	5,26	3,17	2,53	2,1
$\frac{1}{a} (\times 10^3 m^{-1})$	10	8,33	5	4	3,33

لنمثل المنحنى:  $\theta = f(\frac{1}{a})$  بحيث  $\theta$  تمثل الفرق الزاوي بين وسط البقعة المركزية وأول بقعة مظلمة



لنحدد قيمة المعامل الموحد:

$$k = \frac{\Delta\theta}{\Delta(\frac{1}{a})} = \frac{(6,33 - 2,53) \times 10^{-3}}{(10 - 4) \times 10^3 m^{-1}} = 0,633 \times 10^{-6} = 633 \times 10^{-9} m = 633 nm = \lambda$$

إذن معادلة المستقيم المحصل عليه هي:  $\theta = \frac{\lambda}{a}$  (2) الفرق الزاوي

من خلال (1) و (2) لدينا: أي: عرض البقعة الضوئية:  $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$

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

ومنه يتضح أنه كلما ازداد عرض الشق  $a$  كلما تناقص عرض البقعة الضوئية وكلما كانت ظاهرة الحيود أقل وضوحاً.

**ملحوظة:** يعبر عن الفرق الزاوي في حالة ثقب دائري بالعلاقة:  $\theta = 1,22 \frac{\lambda}{a}$

## II الخصائص الموجات الضوئية :

### (1) الضوء موجة كهرومغناطيسية:

الضوء موجة كهرومغناطيسية مستعرضة ينتشر في الأوساط المادية الشفافة وفي الفراغ.

### (2) الضوء الأحادي اللون و الضوء الأبيض:

#### \*الضوء الأحادي اللون :

يتميز كل إشعاع ضوئي أحادي اللون بتردده  $\nu$  الذي لا يتعلق بوسط الانتشار ، ولا يتغير عند انتقاله من وسط شفاف إلى آخر.

سرعة انتشار الضوء في الوسط ←  $\lambda = v.T = \frac{v}{\nu}$  ← تردد الضوء الأحادي اللون في وسط معين.

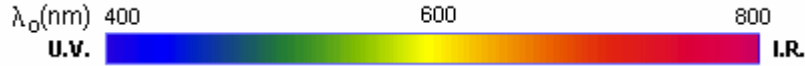
**بينما طول موجة الضوء الأحادي اللون يتعلق بوسط الانتشار.**

(مثل الموجات الميكانيكية المتوالية عبر حبل متوتر، عندما نغير و سط الانتشار بتغيير كتلة الحبل أو طوله أو توتره تتغير سرعة الانتشار وبالتالي يتغير طول الموجة بينما التردد الذي يفرضه المنبع الذي هو الشفرة المهتزة فهو لا يتعلق بوسط الانتشار).

\***الضوء الأبيض:** أو الضوء المرئي هو مزيج من إشعاعات أحادية اللون، ومجال الضوء المرئي هو:

$$400nm \leq \lambda \leq 800nm$$

$\lambda > 800nm$  مجال الأشعة تحت الحمراء  
 $\lambda < 400nm$  مجال الأشعة فوق بنفسجية



**٣) سرعة انتشار الضوء في الفراغ:**

سرعة انتشار الضوء في الفراغ هي :  $c = 3 \times 10^8 m/s$

تعبير طول الموجة  $\lambda_0$  في الفراغ:  $\lambda_0 = c.T = \frac{c}{\nu}$  لـ ضوء أحادي اللون هو:

**٤) سرعة انتشار الضوء في وسط شفاف -معامل الانكسار:**

تختلف سرعة انتشار الضوء من وسط لآخر.

فمثلا سرعة انتشار الضوء في الهواء أو الفراغ:  $v = 3 \times 10^8 m/s$

سرعة انتشار الضوء في الزجاج :  $v = 2 \times 10^8 m/s$

سرعة انتشار الضوء في الماء :  $v = 2,25 \times 10^8 m/s$

معامل الانكسار لوسط شفاف :	$n = \frac{\text{فراغ } c}{\text{الوسط } v} = \frac{\text{سرعة انتشار الضوء في الفراغ}}{\text{سرعة انتشار الضوء في الوسط ووسط}}$
----------------------------	--

أمثلة: معامل انكسار الهواء  $n = \frac{c_{\text{فراغ}}}{v_{\text{هواء}}} = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^8} = 1$

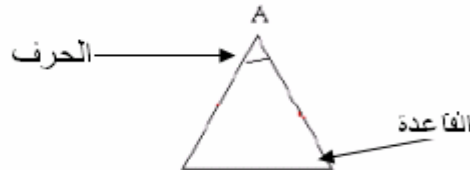
معامل انكسار الزجاج  $n = \frac{c_{\text{فراغ}}}{v_{\text{زجاج}}} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^8} = 1,5$

**ملحوظة:** يتضح من خلال العلاقة السابقة أن سرعة انتشار الضوء الأحادي اللون في وسط معين تتعلق بمعامل انكسار هذا الوسط.

**III) تبعد الموجات الضوئية:**

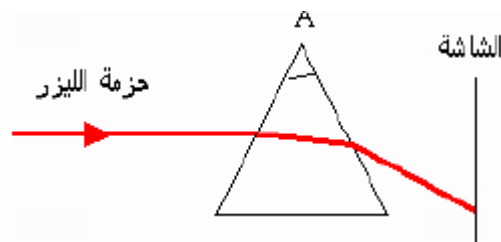
**١) تعريف الموشور:**

الموشور وسط شفاف محدود بوجهين مستويين يتقاطعان حسب مستقيم يسمى حرف الموشور. الوجه المقابل للحرف يسمى بقاعدة الموشور.



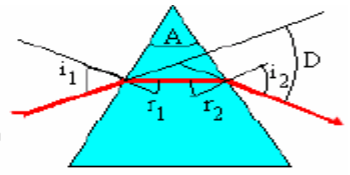
**٢) مسار حزمة ضوئية أحادية اللون عبر موشور**

نرسل حزمة ضوئية أحادية اللون على وجه موشور، نلاحظ أن الحزمة تخضع لانكسار على الوجه الأول ثم على الوجه الثاني وتحرف نحو قاعدة الموشور.



$i_1$ : زاوية الورود على الوجه الأول.

- $r_1$ : زاوية الإنكسار على الوجه الأول.
- $r_2$ : زاوية الورود على الوجه الثاني.
- $r_2$ : زاوية الإنكسار على الوجه الثاني.
- $D$ : زاوية انحراف الحزمة الضوئية الأحادية اللون عبر الموشور.
- $A$ : زاوية الموشور.
- $n$ : معامل انكسار الموشور.



زاوية الموشور:  $A = r_1 + r_2$

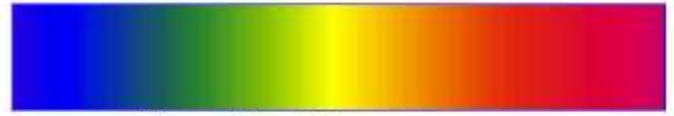
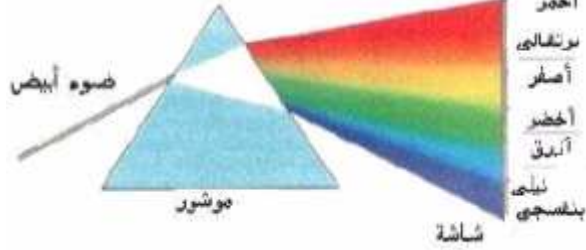
تطبيق قانون ديكارت لإنكسار الضوء على الوجه الأول للموشور:  $\sin i_1 = n \sin r_1$

تطبيق قانون ديكارت لإنكسار الضوء على الوجه الثاني للموشور:  $n \sin r_2 = \sin i_2$

زاوية الإحراف الكلي للشعاع الوارد بعد اجتيازه للموشور:  $D = i_1 + i_2 - A$

(3) **تبدد الضوء بواسطة موشور:**

يتبدد الضوء الأبيض بعد اجتيازه لموشور فنحصل طيف الضوء الأبيض المكون من الألوان التالية:



طيف الضوء الأبيض

■ الضوء الأبيض مكون من عدة أضواء أحادية اللون وطيف الضوء الأبيض متصل.

■ يعزى انحراف الحزمة الضوئية بواسطة موشور إلى كون معامل انكسار الموشور يتعلق بتردد الموجة الضوئية  $(n = a + \frac{b}{\lambda^2})$ .

وبما أن سرعة الانتشار تتعلق بمعامل الانكسار فإنها تتعلق بتردد الموجة الضوئية وبالتالي زجاج الموشور وسط مبدد. وبصفة عامة . يتعلق معامل انكسار وسط شفاف بتردد الإشعاعات الضوئية وهذا ما يسبب تبدد الضوء.

**تذكير**

الإنكسار الحدي والانعكاس الكلي لإشعاع ضوئي أحادي اللون.

بصفة عامة عندما ينتقل الضوء من وسط أقل انكساراً إلى وسط أكثر انكساراً أي  $(n_1 < n_2)$  فإن الشعاع

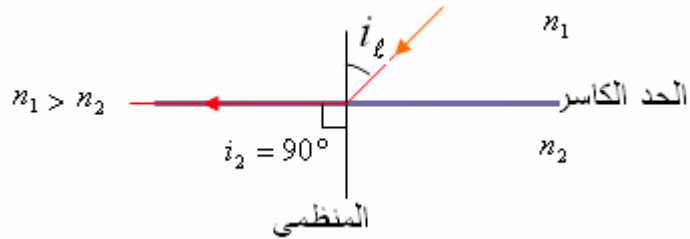
المنكسر يقترب من المظمي. وفي هذه الحالة نحصل دائماً على ظاهرة **الإنكسار**.

لأنه حسب قانون ديكارت لإنكسار الضوء لدينا:  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$  إذن:  $\frac{\sin i_2}{\sin i_1} = \frac{n_1}{n_2} < 1$

لأن:  $n_1 < n_2$  إذن:  $\sin i_2 < \sin i_1$  أي  $i_2 < i_1$  الشعاع المنكسر يقترب من المنظمي.

لكن عندما ينتقل الضوء من وسط أكثر انكساراً إلى وسط انكساراً أقل أي  $n_1 > n_2$  فإن الشعاع المنكسر يبتعد عن المنظمي.

فنحصل على الانكسار الحدي (أي  $i_2 = 90^\circ$ ). بالنسبة لزاوية ورود حدية  $i_\ell$



$$n_1 \sin i_\ell = n_2 \sin 90$$

$$\sin i_\ell = \frac{n_2}{n_1}$$

إذا كانت زاوية الورود:  $i_1 \leq i_\ell$  نحصل على **الإنكسار**.

وإذا كانت زاوية الورود:  $i_1 > i_\ell$  نحصل على **الانعكاس الكلي** على الحد الكاسر.



Abdelkrim SBIRO

(Pour toutes observations contactez mon email)

mail: [sbiabdou@yahoo.fr](mailto:sbiabdou@yahoo.fr) ■ MSN: [sbiabdou@hotmail.fr](mailto:sbiabdou@hotmail.fr)