سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- أولى ثانوي

إعداد الأستاذ : **فرقاني فارس**

عرض نظري و تمارين

09

الأمواج الضوئية

انكسار الضوء

الشعبة : جذع مشترك
علـوم و تكنولوجيـــا

المحتوى المفاهيمي : 01

انعكاس الضوء و انكساره

قانوني الانعكاس - تذكير

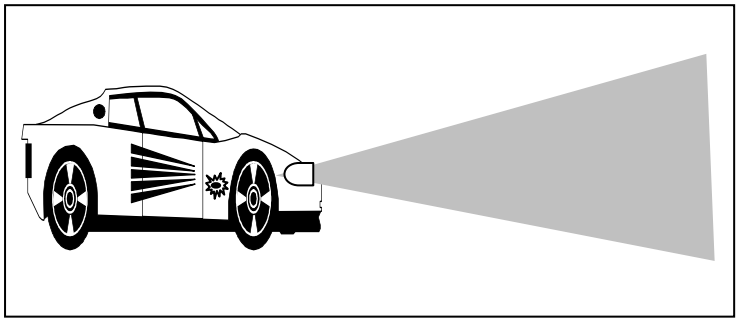
● الإنتشار المستقيم للضوء :

- كل واحد منا سمحت له الفرصة أن يجد نفسه لا يمكن رؤية الأشياء الموجودة فيها ، فهنا نقول أن الحجرة مظلمة ، و بمجرد اشتعال المصباح في هذه الحجرة ، فإننا لا نرى فقط المصباح ، و لكننا سنرى جميع الأشياء الموجودة في الحجرة ، نراها لأنها أثرت على شبكية العين بارسال الضوء إليها . نقول عن المصباح المشتعل **جسم مضيء** ، أو **منبع ضوئي** ، كما نقول عن الأجسام التي نراها باستثناء المصباح **أجسام مضاءة** ، هذه الأخيرة لا تقوم سوى بعكس الضوء الذي تتلقاء من المنبع الضوئي .

- من بين الأجسام المضيئة أيضا نذكر الشمس ، النار ، بعض الحشرات و الأسماك .....

- إذا وجد بين العين و جسم مضيء ، وسط شفاف و ليكن هذا الوسط هواء ، أو ماء ، أو زجاجا مصقولا ، فإن العين ستراه دون أن يتشوه ، فيقال عن هذا الوسط بأنه **شفاف** ، و هو الوسط الذي يسمح باجتياز الضوء ، و برؤية الشكل المضبوط للجسم ، الذي يرسل الضوء .

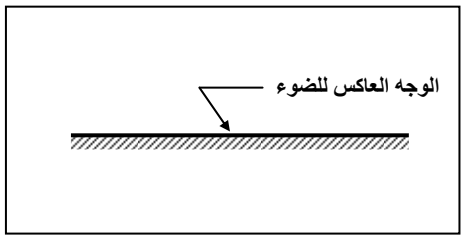
- نلاحظ عندما يدخل ضوء الشمس حجرة مظلمة ، عن طريق ثقب صغير جدا ، فإنه يحدد في الظلام شريطا مضيئا حافتاه مستقيمتان ، و نشاهد نفس الشيء في ضوء مصابيح السيارات (الشكل) ، الذي يخترق ظلام الليل . إذن الملاحظة اليومية تسمح لنا بالاعتقاد ، أن الضوء ينتشر وفق خط مستقيم .



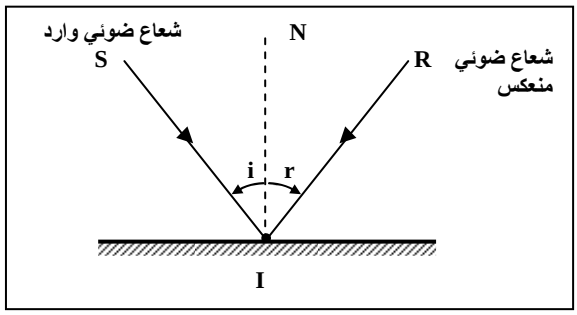
و قد أقر ذلك الفيزيائي حسن ابن الهيثم (968 – 1019) كمبدأ أساسي في انتشار الضوء ، و يسمى فيما بعد بـ **مبدأ الإنتشار المستقيم للضوء** . هذا نصه " ينتشر الضوء في الخلاء ، و في كل الأوساط المتجانسة و الشفافة وفق خط مستقيم "

• ظاهرة الانعكاس :

- انعكاس الضوء هو الظاهرة التي تتمثل في رجوع الضوء في نفس وسط انتشاره عندما يلاقي سطحا فاصلا بين هذا الوسط ووسط آخر ، يسمى هذا السطح الفاصل بين الوسطين بـ **المرآة** ، و في الحالة التي يكون فيها هذا السطح مستويا يسمى عندها بـ **مرآة مستوية** .
- كأمثة عن مرايا مستوية نذكر : صفيحة معدنية مصقولة بشكل جيد ، ماء راكد ، صفيحة زجاجية أحد وجهيها يكون مفضفض .
- نمثل المرآة المستوية بقطعة مستقيمة ، يظلل وجهها غير العاكس ، كما موضح في الشكل التالي :



- إذا سلطنا حزمة ضوئية على مرآة مستوية نلاحظ أن هذه الحزمة تنعكس كما مبين في الشكل التالي :



- يسمى الشعاع الضوئي (SI) بـ **شعاع ضوئي وارد** .
- يسمى الشعاع الضوئي (IR) بـ **شعاع ضوئي منعكس** .
- تسمى الزاوية $\hat{i}$ بين الشعاع الوارد و الناظم (NI) بـ **زاوية الودود** .
- تسمى الزاوية $\hat{r}$ ، بين الشعاع المنعكس و الناظم (NI) بـ **زاوية الإنعكاس** .

• قانوني الإنعكاس :

القانون الأول :

الشعاع الضوئي الوارد و الشعاع الضوئي المنعكس في ظاهرة الإنعكاس يقعان في مستوي واحد .

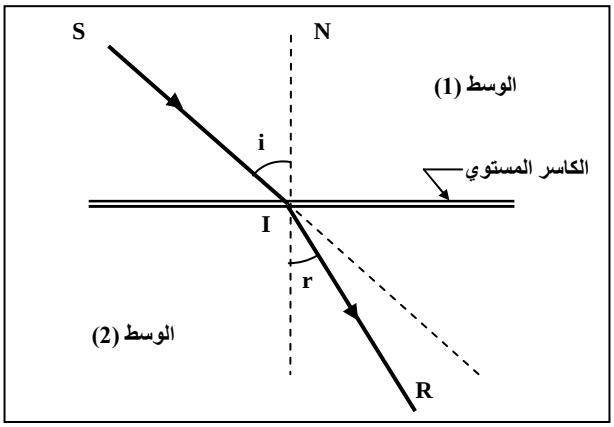
القانون الثاني :

زاوية الورود في ظاهرة الإنعكاس ، تكون مساوية لزاوية الإنعكاس مهما كانت زاوية الورود ، أي : $\hat{i} = \hat{r}$

قانوني الانكسار

• تعاريف :

- انكسار الضوء هو ظاهرة فيزيائية يغير فيها الضوء فجأة اتجاهه ، بعد أن يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين (الشكل) .

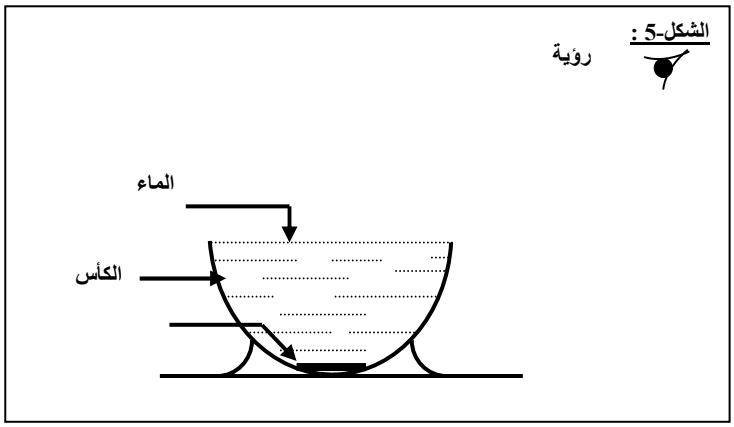


- يسمى السطح الفاصل بين وسطين شفافين بالكاسر ، و إذا كان هذا السطح مستويا ، نقول عنه **كاسر مستوي** .
- كأمثلة عن الكاسر المستوي نذكر : السطح الحر للماء ، صفيحة زجاجية شفافة .
- يسمى الشعاع (SI) **الشعاع الضوئي الوارد** .
- يسمى الشعاع (IR) **الشعاع الضوئي المنكسر** .
- تسمى الزاوية $\hat{i}$ بين الشعاع الوارد و الناظم (NI) **بزاوية الورود** .
- تسمى الزاوية $\hat{r}$ بين الشعاع المنكسر و الناظم (NI) **بزاوية الإنكسار** .

نشاط (1) :

المحتوى : ظاهرة انكسار الضوء

ضع قطعة نقدية في قعر كأس موضوع فوق طاولة . ابتعد عن الطاولة وتوضَّع في المكان الذي تنتهي عنده رؤية القطعة النقدية ولا تتحرك . ثم اطلب من زميل صب الماء داخل الكأس بحذر(كي لا تتحرك القطعة النقدية) ، حتى ملئه تماما.

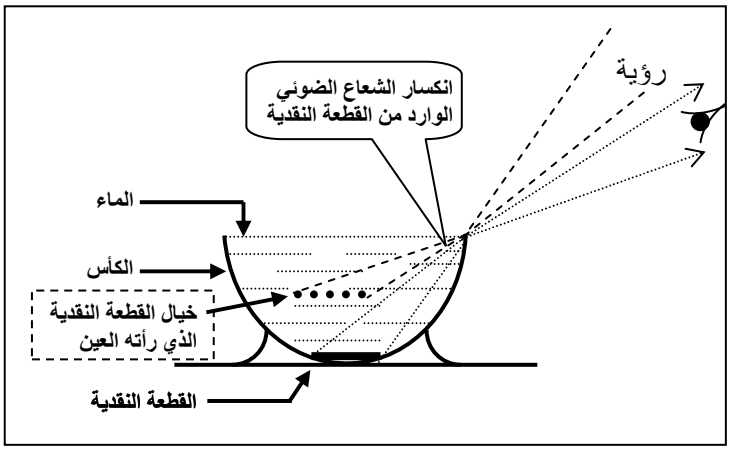


- ماذا تلاحظ ؟ أعط تفسيرا لذلك .

تحليل النشاط:

الملاحظة و التفسير :

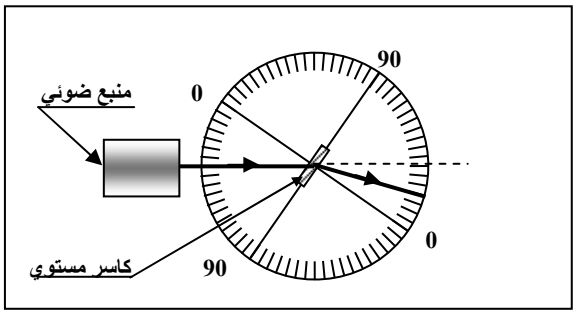
- نلاحظ أن بعد صب الماء تصبح القطعة النقدية ترى بعد أن كانت لا ترى قبل صب الماء .
- .إن الكأس يعيق (لا يسمح) الضوء الصادر من القطعة النقدية بالوصول إلى العين ، وبالماء تصبح القطعة مرئية أي أن الضوء الصادر وصل إلى العين . سبب ذالك هو انحرف الضوء عند اختراقه لسطح الماء . و العين في هذا الحالة لا ترى القطعة النقدية و إنما ترى خيالها ، يمكن توضيح ذلك في (الشكل) .



نشاط (2):

المحتوى : الدراسة التجريبية للإنكسار .

- بواسطة جهاز يتكون من : قرص مدرج بالدرجات ، كاسر مستوي صغير عبارة عن جسم زجاجي ، موضوع في مركز القرص وفق القطر 90-90 ، منبع ضوئي يسمح لنا بإرسال حزمة ضوئية على الصفيحة الزجاجية . حقق التركيب الموضح في (الشكل) :



- قم بتدوير القرص المدرج و اضبط زاوية الورود i ، ثم حدد زاوية الإنكسار r الموافقة مباشرة من الجهاز . أعد التجربة من أجل زوايا ورود مختلفة و دون النتائج في الجدول التالي :

$i\ (^0)$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$r\ (^0)$									
$\sin i$									
$\sin r$									
$\frac{\sin i}{\sin r}$									

1- ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟
2- أعد التجربة مرة أخرى بتغير الوسط الشفاف (الكاسر) . ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟
3- أرسم البيانين $i = f_1(t)$ ، $\sin i = f_2(\sin r)$. ماذا تلاحظ ؟

تحليل النشاط :

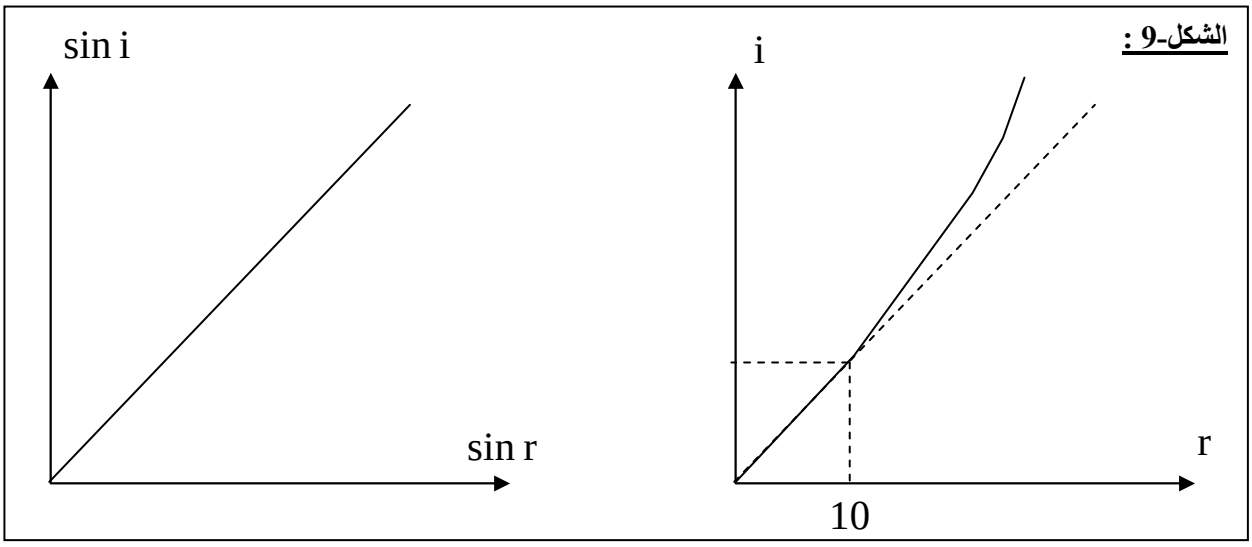
$i\ (^0)$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$r\ (^0)$	0	6.5	13.0	20.0	25.0	31.0	35.0	39.0	41.5
$\sin i$	0	0.174	0.342	0.500	0.643	0.766	0.866	0.940	0.985
$\sin r$	0	0.113	0.225	0.342	0.423	0.515	0.574	0.629	0.656
$\frac{\sin i}{\sin r}$	//	1.54	1.52	1.46	1.52	1.49	1.51	1.49	1.50

1- نلاحظ أنه لا توجد علاقة بين i و r ، في حين أن النسبة $\frac{\sin i}{\sin r}$ تبدو ثابتة مهما كانت زاوية الورود ، نستنتج أن $\sin i$ يتناسب طرديا مع $\sin r$ أي :

$$\sin i = a \sin r \rightarrow \frac{\sin i}{\sin r} = a$$

2- عندما نعيد التجربة مرة أخرى بتغير الوسط الشفاف (الكاسر) نحصل على نفس النتيجة فقط تتغير قيمة a ، نستنتج من ذلك أن المقدار a هو ثابت يميز الوسط الشفاف .
3- البيانين $i = f_1(t)$ ، $\sin i = f_2(\sin r)$:

الشكل-9 :



- نلاحظ أن البيان $i = f(r)$ يكون دالة خطية من أجل زاويا ورود صغيرة .

• قانوني الإنكسار :

القانون الأول :

- الشعاع الضوئي الوارد و الشعاع الضوئي المنكسر في ظاهرة الانكسار يقعان في مستوي واحد .

القانون الثاني :

- تكون النسبة $\frac{\sin i}{\sin r}$ بالنسبة لوسطين شفافين متجانسين ثابتة مهما كانت زاوية الورود .
- يمكن أن نعبر عن هذا القانون كما يلي :

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n$$

- الثابت n يدعى القرينة النسبية للوسط الثاني إلى قرينة انكسار الوسط الأول و نكتب :

$$n = \frac{n_2}{n_1}$$

حيث n_1 تدعى قرينة الإنكسار المطلقة للوسط الأول الذي حدث فيه الورود و n_2 قرينة الإنكسار المطلقة للوسط الثاني الذي حدث فيه الإنكسار ، و منه يمكن صيغة القانون الثاني للانكسار كما يلي :

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

- إذا كان الوسط الأول هو الهواء تكون قرينة انكساره $n_1 = 1$. و يكتب القانون الثاني في هذه الحالة كما يلي :

$$\sin i = n \sin r$$

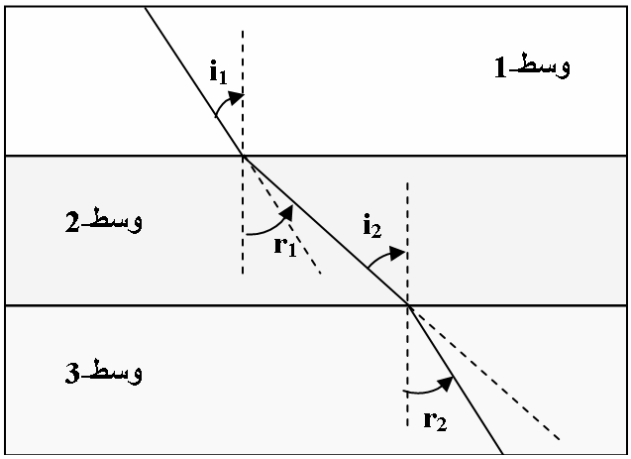
حيث n قرينة انكسار الوسط الثاني .

▪ قيم قرائن الإنكسار لبعض المواد :

المادة	قرينة الإنكسار n
الهواء	1
الجليد	1.31
الماء	1.33
الكحول الإيثيلي	1.36
الزجاج العادي	1.38
زجاج الكوارتز	1.46
زجاج الكروان	1.52
زجاج الفلينت الخفيف	158
الألماس	2.42

التمرين (1) :

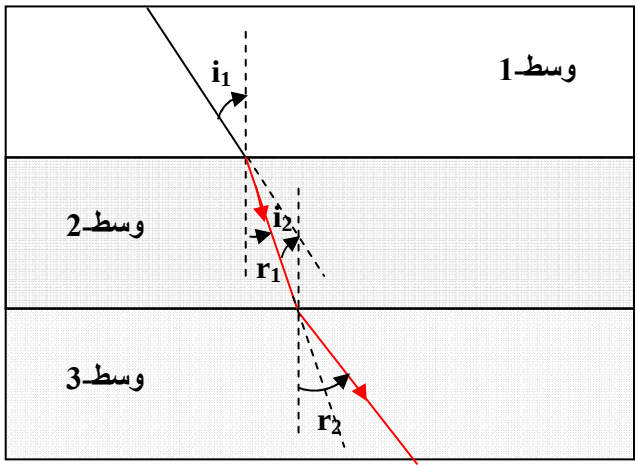
يجتاز شعاع ضوئي ثلاث أوساط شفافة :
- وسط-1 قرينة انكساره $n_1 = 1$ (الهواء)
- وسط-2 قرينة انكساره $n_2 = 1.5$
- وسط-3 قرينة انكساره $n_3 = 1.2$ (الشكل-1) .



1- سير الأشعة في (الشكل-1) تحتوي على خطأ ، أعد رسم سير الأشعة بشكل صحيح في الشكل على ورقتك .
2- إذا كانت زاوية الانكسار في الوسط-2 هي $r_1 = 20^0$.
أ- أحسب زاوية الورود i_1 في الوسط-1 .
ب- استنتج زاوية الوورد i_2 في الوسط-2 .
جـ أحسب زاوية الانكسار r_2 في الوسط-3 .

أجوبة مختصرة :

1- الرسم الصحيح :



2- أ- حساب زاوية الورود i_1 في الوسط -1 :
بتطبيق القانون الثاني للانكسار :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin r_1$$

$$\sin i_1 = \frac{n_2 \sin r_1}{n_1} \qquad (n_1 = 1)$$

$$\sin i_1 = \frac{1.5 \ . \ \sin 20°}{1} = 0.51 \ \rightarrow \ i_1 \approx 31°$$

ب- زاوية الورود i_2 في الوسط -2 :

من الشكل و بالتبادل الداخلي يكون $i_2 = r_1 = 20°$

جـ- زاوية الانكسار r_2 في الوسط -3 :

بتطبيق القانون الثاني للانكسار :

$$n_2 \sin i_2 = n_3 \sin r_2$$

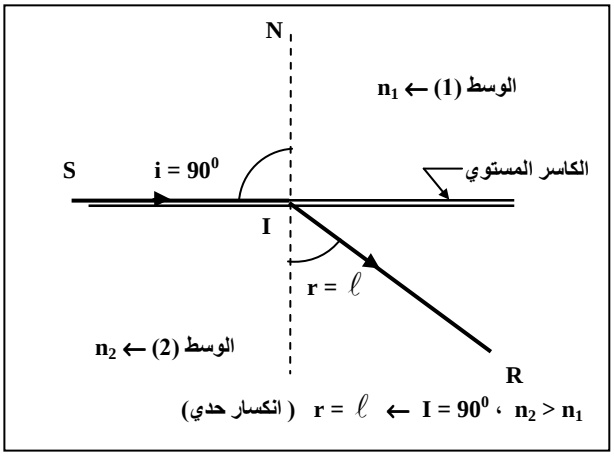
$$\sin r_2 = \frac{n_2 \sin i_2}{n_3}$$

$$\sin r_2 = \frac{1.5 \ . \ \sin 20°}{1.2} = 0.43 \ \rightarrow \ r_2 \approx 25°$$

الانكسار الحدي و الانعكاس الكلي

• الإنكسار الحدي :

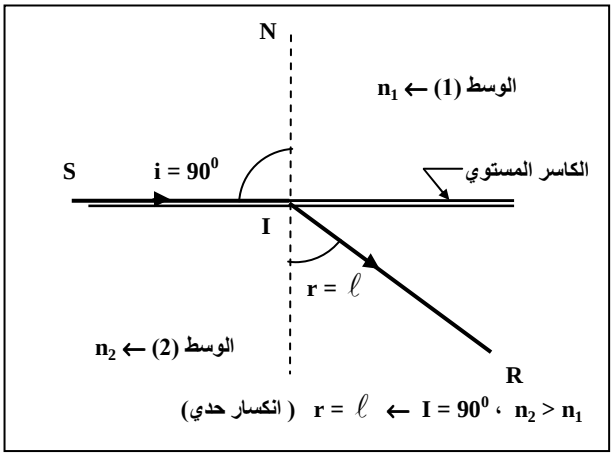
- عندما تقترب زاوية الورود من القيمة 90^0 تنتهي زاوية الإنكسار نحو قيمة معينة ثابتة نعتبرها ℓ ، تدعى هذه الزاوية **زاوية الإنكسار الحدي** . بعبارة أخرى تتير زاوية الورود i من °0 إلى °90 ، يقابلها تغير في زاوية الانكسار من °0 إلى قيمة حدية ($r = \ell$) . (الشكل) .



• عبارة القيمة الحدية للإنكسار :

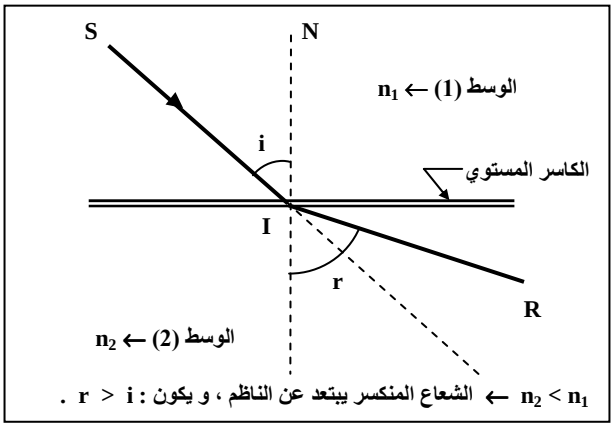
تزداد زاوية الانكسار r كلما ازدادت زاوية الورود i و عندما تقترب زاوية الورود إلى القيمة $i = 90°$ تنتهي زاوية الإنكسار إلى زاوية ثابتة ندعوها الزاوية الحدية للانكسار يرمز لها بـ ℓ و يعبر عنها بالعلاقة :

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

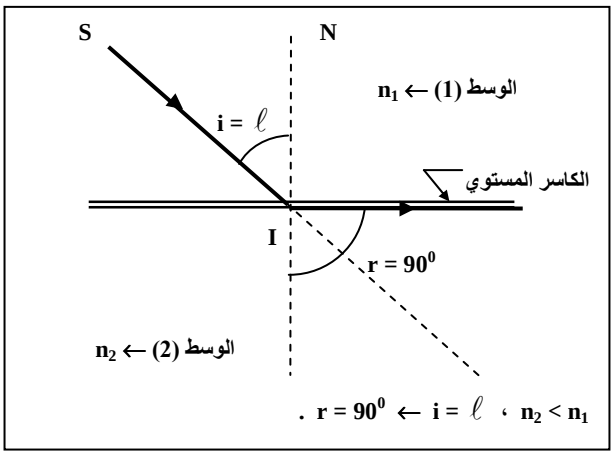


• الإنعكاس الكلي :

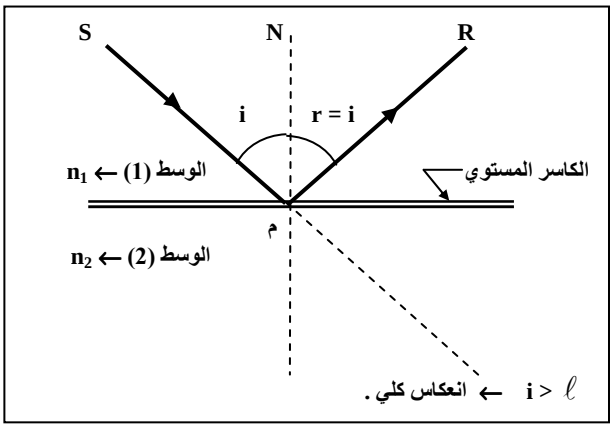
- نعتبر شعاع ضوئي ينتقل من وسط شفاف (1) قرينة انكساره n_1 إلى وسط شفاف (2) قرينة انكساره n_2 حيث يكون $n_1 > n_2$ أي أن الوسط الشفاف (1) أكثر كسرا من الوسط الشفاف (2) .



في هذه الحالة نلاحظ أنه إذا تغيرت زاوية الورود من °0 إلى الزاوية الحدية ℓ ، فإن زاوية الانكسار تتغير من °0 إلى °90 كما مبين في الشكل التالي و عندما تكون زاوية الورود مساوية لمقدار القيمة الحدية (ℓ) ، تكون زاوية الإنكسار مساوية للقيمة 90^0 (الشكل) .

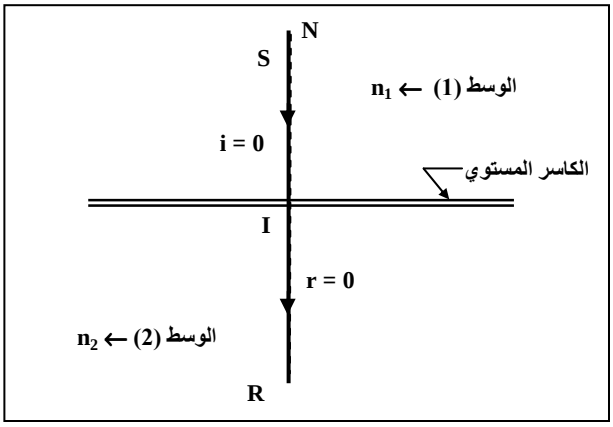


- إذا كانت زاوية الورود أكبر من الزاوية الحدية ($i > \ell$) ، فإنه لا تعود هناك حزيمة منكسرة ، حيث تنعكس الحزمة الواردة كليا (الشكل) ، و تدعى هذه الظاهرة بـ **الإنعكاس الكلي** .



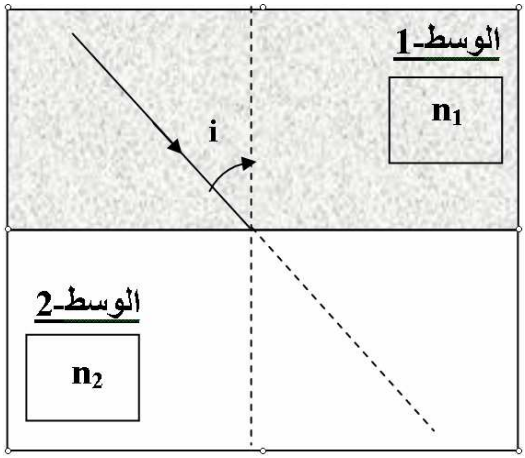
ملاحظة :

- إذا كان $i = 0$ يكون حسب قانون الإنكسار $\sin r = 0$ ، و منه $r = 0$ ، هذا يعني أنه إذا كان الشعاع الوارد ناظمي على الكاسر المستوي ، فإنه لا ينحرف عند دخوله الوسط (2) (الشكل) .



التمرين (2) :

1- نعتبر شعاع ضوئي ، يخترق وسط-1 شفاف قرينةانكساره n_1 ، و عند خروجه منه يخترق وسط-2 شفاف قرينة انكساره n_2 .



أ- اذكر نص قانوني الإنكسار .

ب- بين برسم مسار الشعاع الضوئي ، داخل الوسط الثاني في الحالتين التاليتين : $n_2 > n_1$ ، $n_2 < n_1$. قارن بين i و r في كل مرة .

2- نعتبر الوسط-1 عبارة عن زجاج عادي قرينة انكساره $n_1 = 1.5$ و الوسط-2 عبارة عن الهواء $n_2 = 1$.
أ- أوجد زاوية الإنكسار r ، إذا كانت زاوية الورود $i = 20^0$.
ب- أحسب زاوية الإنكسار r عندما تكون زاوية الورود $i = 41.82^0$ ، ماذا تستنتج ؟
جـ- ماذا يحدث لو تكون زاوية الورود أكبر من 41.82^0 . مثل برسم سير الشعاع الضوئي عبر الوسطين .

الأجوبة :

1- أ- قانوني الانكسار :

القانون الأول :

الشعاع الضوئي الوارد و الشعاع الضوئي المنكسر يقعان في نفس المستوي .

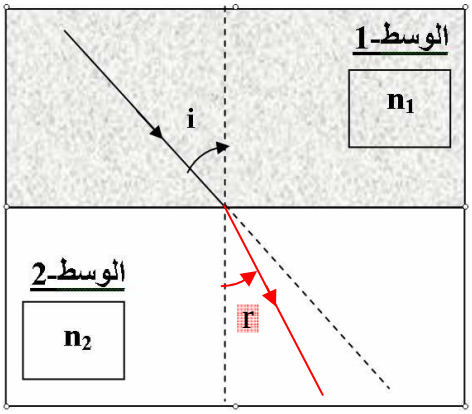
القانون الثاني :

النسبة بين جب زاوية الورود i و زاوية الانكسار r ، تكون ثابتة مهما كانت زاوية الورود أي : $\frac{\sin i}{\sin r} =$ ثابت

ب- سير الأشعة

الحالة الأولى $n_2 > n_1$:

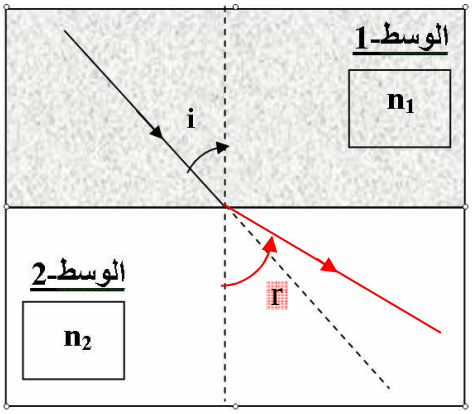
في هذه الحالة ينكسر الشعاع الضوئي الوارد مقتربا إلى الناظم .



في هذه الحالة يكون : $r < i$.

الحالة الثانية $n_2 < n_1$:

في هذه الحالة ينكسر الشعاع الضوئي الوارد مبتعدا عن الناظم .



في هذه الحالة يكون : $r > i$

2- أ- زاوية الانكسار :

بتطبيق القانون الثاني للانكسار :

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

$$\sin r = \frac{n_1 \sin i}{n_2} \qquad (n_2 = 1)$$

$$\sin r = \frac{1.5 \ . \ \sin 20°}{1} = 0.51 \ \rightarrow \ r \approx 31°$$

ب- زاوية الانكسار من أجل $r = 41.82°$:

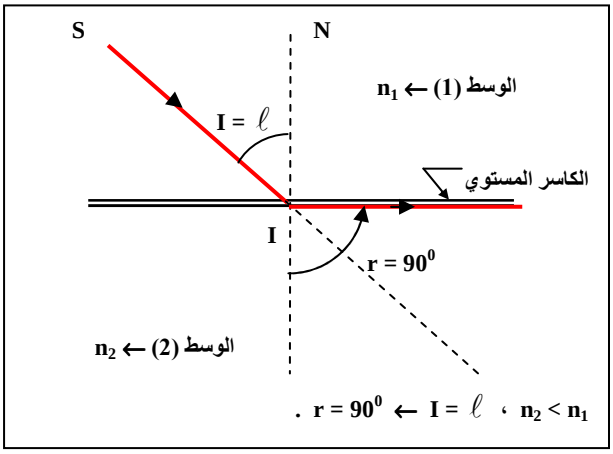
بتطبيق القانون الثاني للانكسار و باتباع نفس الخطوات السابقة نجد :

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

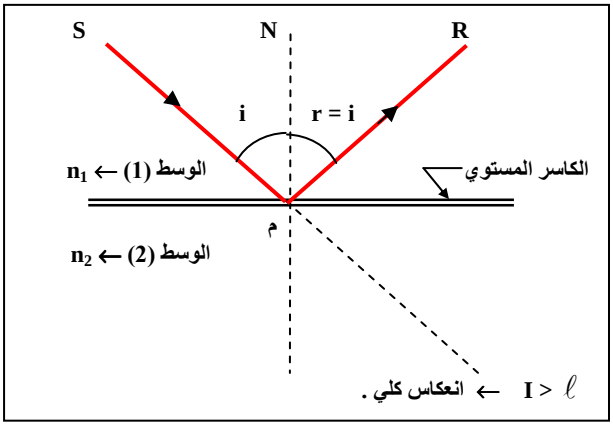
$$\sin r = \frac{n_1 \sin i}{n_2} \qquad (n_2 = 1)$$

$$\sin r = \frac{1.5 \ . \ \sin 41.82°}{1} = \frac{1.5 \ . \ 0.66}{1} \approx 1 \rightarrow \ r = 90°$$

نستنتج أن الزاوية $r = 41.82$ هي الزاوية الحدية للانكسار أي $\ell = 41.82°$.



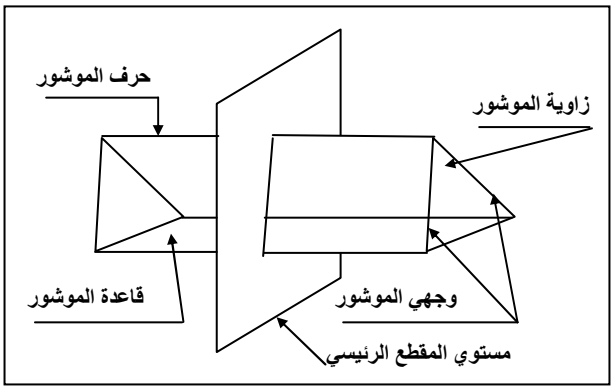
جـ- إذا كانت زاوية الورود أكبر من $41.82°$ أي أكبر من الزاوية الحدية للانكسار يحدث انعكاس كلي :



انحراف الضوء في موشور

• تعريف الموشور :

- الموشور هو كل وسط شفاف متجانس محدود بمستويين غير متوازيين ، يسمى كل من هذين المستويين **وجهي الموشور** ، و يسمى خط تقاطعهما بـ **حرف الموشور** ، كما تسمى الزاوية المحصورة بينهما بـ **زاوية الموشور** . (الشكل) .



- يسمى المستوي العمودي على الحرف بـ **مستوي المقطع الرئيسي** و سوف لن نأخذ بعين الإعتبار إلا الأشعة الموجودة في هذا المستوي .

• علاقات الموشور :

▪ علاقة بين r ، r' ، A :

- من المثلث (OII') يكون :

$$r + r' + (\pi - A) = \pi$$

(لأن مجموع زوايا المثلث مساوي 180° أي π راديان) .

ومنه :

$$r + r' + \pi - A = \pi$$

إذن :

$$\boxed{r + r' = A}$$

▪ علاقة بين n ، i ، r :

- بتطبيق قانون الانكسار الثاني عند دخول الشعاع الضوئي الوارد إلى الموشور :

$$n_0 \sin i = n \sin r$$

و حيث أن $n_0 = 1$ (قرينة انكسار الهواء) يصبح :

$$\boxed{\sin i = n \sin r}$$

▪ علاقة بين n ، r' ، i' :

- بتطبيق قانون الانكسار الثاني عند خروج الشعاع الضوئي المنكسر من الموشور :

$n \sin r' = n_0 \sin i'$

و حيث أن $n_0 = 1$ (قرينة انكسار الهواء) يصبح :

$$n \sin r' = \sin i'$$

4- علاقة بين D ، i ، i' ، A :

اعتمادا على الشكل الهندسي :

- الشعاع الضوء الوراد SI عندما ينكسر في النقطة I يعاني انحراف D_1 ، و حيث أن الزاويتين i ، $(r + D_1)$ متقابلتين بالرأس يكون :

$r + D_1 = i \rightarrow D_1 = i - r$

- الشعاع الضوئي الوارد II' عندما ينكسر في النقطة I' يعاني انحراف D_2 ، و حيث أن الزاويتين r' ، $(i' - D_2)$ متقابلتين بالرأس يكون :

$r' = i' - D_2$

ومنه :

$D_2 + r' = i' \rightarrow D_2 = i' - r'$

- الإنحراف الكلي D الذي يعانيه الشعاع الضوئي الخارج من الموشور هو :

$D = D_1 + D_2$

و منه :

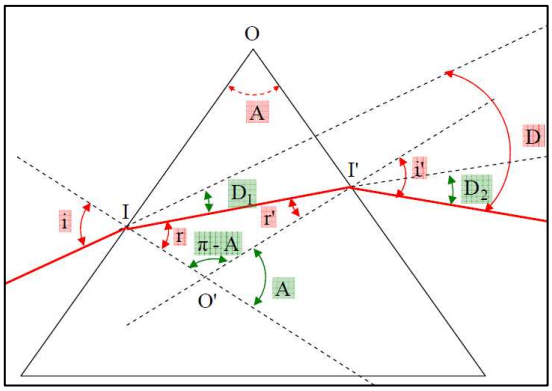
$D = (i - r) + (i' - r')$
$D = i - r + i' - r'$
$D = i + i' - r - r'$
$D = i + i' - (r + r')$

مما سبق وجدنا : $(r + r' = A)$ يصبح لدينا :

$$D = i + i' - A$$

نتيجة :

في موشور قرينة انكساره n و زاويته A تتحقق العلاقات التالية :



$$\sin i = n \sin r$$
$$n \sin r' = \sin i'$$
$$r + r' = A$$
$$D = i + i' - A$$

• شرطي بـروز الشعاع الضوئي من الموشور :

الشرط الأول :

- بما أن الشعاع الضوئي ينعكس كليا من أجل $r' > \ell$ ، و بالتالي من المؤكد أنه لا يحدث له ذلك من أجل :

$r' < \ell$ ..... (1)

- من جهة أخرى نعلم أنه يحدث انكسار على الوجه الأول عندما يكون :

$r < \ell$ ..... (2)

من (1) و (2) يمكن كتابة العلاقة :

$r + r' < 2\ell$

- من قوانين الموشور لدينا : $r + r' = A$ و منه يمكن كتابة :

$$A < 2\ell$$

و هو الشرط الأول لبروز الأشعة الضوئية من الموشور .

نتيجة :

- حتى يبرز الشعاع الوارد من الموشور ، ينبغي أن يصل هذا الشعاع إلى الوجه الثاني للموشور ، بزاوية ورود أصغر أو تساوي الزاوية الحدية للإنكسار (ℓ) ، التي تميز مجموعة مادة الموشور و الهواء ، و عليه لا يمكن لأي شعاع وارد أن يخرج من موشور إلا إذا كانت زاوية هذا الموشور A أقل من ضعفي الزاوية الحدية للإنكسار ، أي : $A > 2\ell$

الشرط الثاني :

- مما سبق حتى لا يحدث بروز للشعاع الضوئي من الموشور يجب أن يكون : $r' < \ell$.

و من قوانين الموشور لدينا :

$r + r' = A \rightarrow r' = A - r$

يصبح لدينا :

$A - r < \ell \rightarrow A - \ell < r \rightarrow r > A - \ell$

و من خواص الدالة sin يمكن كتابة :

$\sin r > \sin(A - \ell)$

- بضرب الطرفين في n نجد :

$n \sin r > n \sin (A - \ell)$

و حيث أن $n \sin r = \sin i$ (حسب القانون الثاني للإنكسار) يصبح :

$\sin i > n \sin (A - \ell)$

من اجل $i = i_0$ يكون الشعاع البارز مماسيا للوجه الثاني للموشور و منه نجد :

$$\sin i_0 > n \sin (A - \ell)$$

نتيجة :

- القيم اللازم إعطائها لزاوية الورود حتى يكون هناك بروز بعد تحقق الشرط الأول ، هي القيم التي تحقق العلاقة التالية :

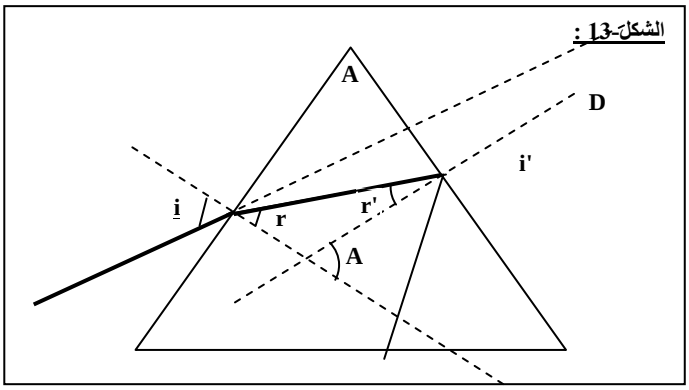
$$\sin i_0 \geq \sin (A - \ell)$$

حيث i_0 هي أدنى قيمة لزاوية الورود على الوجه الأول للموشور .

• الإنعكاس الكلي في الموشور :

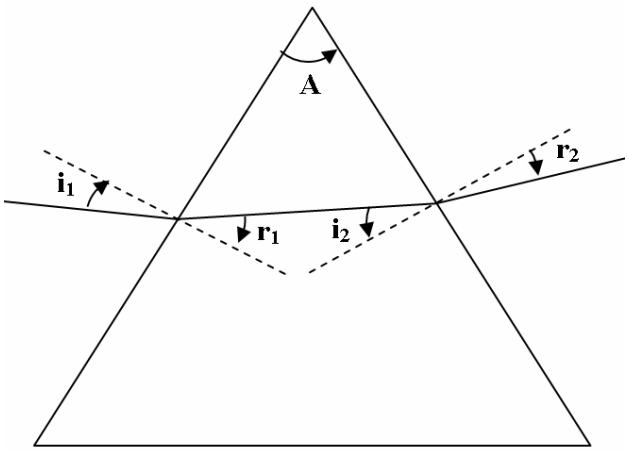
- يحدث انعكاس كلي للشعاع الضوئي الساقط على الوجه الثاني للموشور إذا تحقق : $0 \leq i \leq i_0$

الشكل-13 :



التمرين (3) :

يرد شعاع ضوئي وحيد اللون من الهواء ($n_1 = 1$) إلى موشور زاوية رأسه $A = 60°$ و قرينة انكساره $n_2 = 1.5$ ثم يخرج مرة ثانية من الموشور إلى الهواء (الشكل) .



1- سير الأشعة في (الشكل) تحتوي على خطأ ، أعد رسم سير الأشعة بشكل صحيح في الشكل على ورقتك .

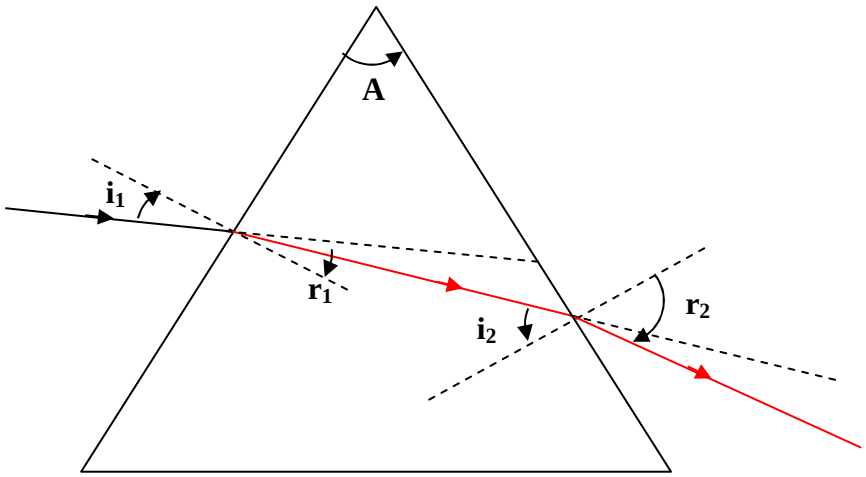
2- إذا كانت الزاوية التي يرد بها الشعاع الضوئي إلى الموشور هي $i_1 = 49^0$:

أ- أحسب الزاوية التي يخرج بها الشعاع الضوئي من الموشور r_2 .

ب- أوجد مقدار الإنحراف D .

الأجوبة :

1- سير الأشعة :



ب- الزاوية التي يخرج بها الشعاع الضوئي من الموشور (r_2) :

بتطبيق القانون الثاني للانكسار :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin r_1 \quad (n_1 = 1)$$

$$\sin r_1 = \frac{n_1 \sin i_1}{n_2}$$

$$\sin r_1 = \frac{1 \,.\, \sin 49°}{1.5} = 0.5 \;\rightarrow\; r_1 \approx 30°$$

و حسب قوانين الموشور :

$$A = r_1 + i_2$$
$$i_2 = A - r_1 = 60 - 30° = 30°$$

- بتطبيق القانون الثاني للانكسار :

$$n_2 \sin i_2 = n_1 \sin r_2$$

$$\sin r_2 = \frac{n_2 \sin i_2}{n_1}$$

$$\sin r_2 = \frac{1.5 \,.\, \sin 30°}{1} = 0.75 \;\rightarrow\; r_2 \approx 49°$$

ب- مقدار الانحراف :

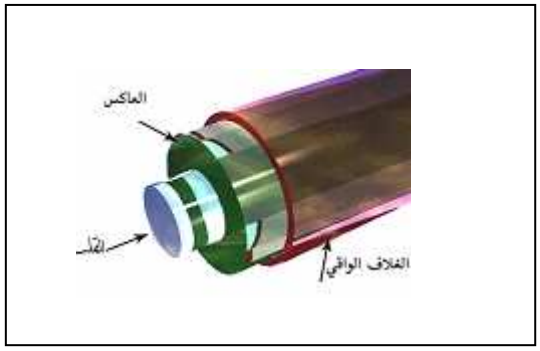
- حسب قوانين الموشور يكون :

$$D = i_1 + r_2 - A$$
$$D = 49 + 49 - 60 = 38°$$

تطبيقات الانكسار - الألياف البصرية

● تعريف الألياف البصرية :

- الألياف البصرية هي مجموعة من ألياف مصنوعة من الزجاج النقي طويلة ورفيعة لا يتعدى سمكها سمك الشعرة ، تجمع المئات أو الألاف من هذه الألياف ، و تصطف معا في حزمة واحدة لتكوّن الحبل الضوئي الذي يُحمى بغطاء خارجي (الشكل) .



- تستخدم الألياف البصرية في نقل الإشارات الضوئية لمسافات بعيدة جداً تقدر بالمئات أو آلاف الكيلومترات ، وهي تستعمل بالخصوص في شبكات الاتصال .
- الألياف البصرية هي إحدى التطبيقات العملية لظاهرة الانعكاس الكلي .

● مكونات الليف البصري :

- يتكون الليف البصري من :

▪ القلب : و هو زجاج رفيع ينتقل فيه الضوء ، قرينة انكساره أكبر من قرينة انكسار الغلاف الخارجي ($n_c > n_g$) .

▪ العاكس : هي مادة تحيط باللب الزجاجي وتعمل على عكس الضوء مرة أخرى إلى داخل الليف البصري.

▪ الغطاء الواقي : هو غلاف بلاستيكي يحمي الليف البصري من الرطوبة كما يحميه من الضرر و الكسر.

● أنواع الألياف البصرية :

تنقسم الألياف الضوئية بصفة عامة إلى نوعين أساسيين:

▪ الألياف البصرية أحادية الإشارة الضوئية :

تنتقل من خلالها إشارة ضوئية واحدة فقط في كل ليفة ضوئية من ألياف الحزمة وهي تستخدم في شبكات التلفون وأسلاك النقل في التلفزيون ، هذا النوع من الألياف يتميز بصغر نصف قطر القلب الزجاجي حيث يصل إلى حوالي 9 micron، و تمر من خلاله أشعة الليزر تحت الحمراء.

▪ الألياف البصرية متعددة الإشارة الضوئية:

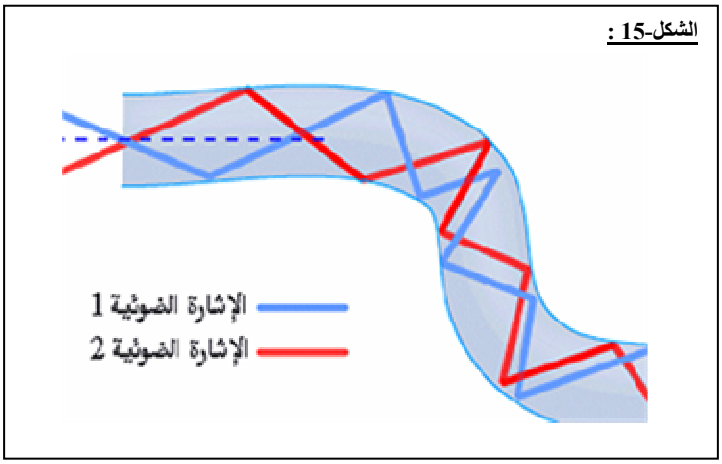
و بها يتم نقل العديد من الإشارات الضوئية خلال الليفة الضوئية الواحدة مما يجعل استخدامها أفضل لشبكات الحاسوب ، هذا النوع من الألياف يكون نصف قطره أكبر حيث يصل إلى 62.5 micron وتنتقل من خلاله الأشعة تحت الحمراء.

● كيفية عمل الألياف الضوئية و كيف نقلها للضوء :

- إن الضوء ينتقل وفق خطوط مستقيمة ، فإنه عند توجيه ومضة ضوئية خلال مسار طويل مستقيم ، فإنها ستصل للطرف الثاني من دون مشكل. ولكن ماذا لو كان بالمسار انحناء ؟ .

بسهولة يمكن أن تتغلب على ذلك بوضع مرآة عند الانحناء لتعكس الضوء إلى داخل المسار مرة أخرى. و بنفس الطريقة تحل المشكلة لو كان المسار كثير الانحناءات حيث تُصف مرايا على طول المسار لتعكس الضوء باستمرار من جانب لأخر ليبقى في مساره . هذه بالضبط هي فكرة عمل الألياف الضوئية. حيث ينتقل الضوء بواسطة الانعكاس المستمر عن الجدار المحاذي للقلب الزجاجي انعكاسا داخليا كليا. و لأن هذا الجدار لا يمتص أي من الضوء الساقط عليه فان الإشارة الضوئية يمكن أن تسافر مسافات طويلة دون تغير في شدتها.

الشكل-15 :



www.sites.google.com/site/faresfergani
السنة الدراسية : 2016/2015