



سلسلة تمارين حول الموجات الضوئية

تمارين لاختبار المعارف

(1) تمرين رقم 1 من 61 المذكوب المدرسي المسار مسلك الحياة والأرض والعلوم الزراعية:

- أجب بـ صحيح أو خطأ :

- (أ) سرعة انتشار الضوء ثابتة لا تتعلق بطبيعة وسط الانتشار.
- (ب) تردد الموجات الضوئية المرئية يكون أقل من $7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- (ج) يتعلق تردد الضوء الأحادي اللون بطبيعة وسط الانتشار.
- (د) تحدث ظاهرة حيود الضوء الأحادي اللون دون تغيير التردد.
- (هـ) يتعلق طول الموجة الضوئية بطبيعة وسط الانتشار.

إجابة:

أ) خطأ . لأن سرعة انتشار الضوء تتغير من وسط لآخر.

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

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

سرعة انتشار الضوء في الماء: $v = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$

ب) صحيح لأن $\lambda > \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{7.5 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}}$ أي: $\lambda > 400 \text{ nm}$ وهو مجال الضوء الأبيض.

ج) خطأ.

لا يتغير التردد v لشعاع أحادي اللون عند انتقاله من وسط شفاف لآخر.

لأن الضوء الأحادي اللون يتميز بتردد v (أو بدوره $T = \frac{1}{v}$) .

د) صحيح.

هـ) صحيح .

خلافاً للتردد فإن طول الموجة الضوئية يتعلق بطبيعة وسط الانتشار.

والعلاقة : $\lambda = \frac{v}{f}$: طول موجة ضوء أحادي اللون في وسط معين .

v : سرعة انتشار الضوء الأحادي اللون في هذا الوسط.

f : تردد الضوء المستعمل.

(2) تمرين رقم 2 من 61 المذكوب المدرسي المسار مسلك الحياة والأرض والعلوم الزراعية:

اختر الإجابة الصحيحة:

(أ) تحدث ظاهرة الحيود لضوء أحادي اللون عند اجتيازه لفتحة عرضها:

(1) 5cm (2) 10mm (3) $10\mu\text{m}$

ب) العلاقة بين الفرق الزاوي θ وعرض الفتحة a وطول الموجة λ للضوء الأحادي اللون هي:

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad (3) \quad \theta = \frac{a}{\lambda} \quad (2) \quad \theta = \lambda a \quad (1)$$

- ج) باستعمال فتحة عرضها a ، نحصل على، فرق زاوي θ أكبر، عند حيود:
- 1) الضوء الأزرق.
 - 2) الضوء الأصفر
 - 3) الضوء الأحمر.
- د) الزجاج وسط مبدد للضوء ، وهذا يعني أن سرعة انتشار الموجة الضوئية تتعلق:
- 1(ب) طبيعة الوسط
 - 2(ب) تردد الموجة
 - 3(ب) بطول الموجة.
- ح) سرعة انتشار الضوء هي $3 \times 10^8 \text{ m/s}$
- 1(ج) في جميع الأوساط
 - 2(ج) في الفراغ
 - 3(ج) في الهواء.

 إجابة:

$$10 \mu\text{m} \quad (1)$$

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad (3)$$

- ج) 3(ج) الضوء الأحمر. نحصل على، فرق زاوي θ أكبر، بالنسبة للضوء ذي أكبر طول موجة لأن $\theta = \frac{\lambda}{a}$.
- د) 2(ج) بتردد الموجة
- ح) 2(ج) في الفراغ
- 3(ج) في الهواء.

تمارين تطبيقية:

1) تمرين رقم 3 ص 61 الكتاب المدرسي المسار مسلك الحياة والارض والعلوم الزراعية

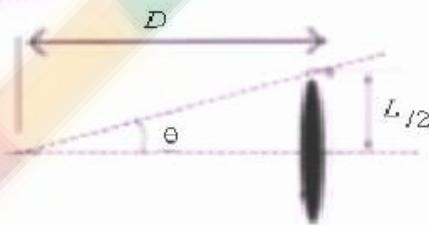
- نضيء شقا عرضه $0,1\text{mm}$ بضوء طول موجته في الفراغ $\lambda = 656\text{nm} = 656 \times 10^{-9} \text{ m}$. نضع الشاشة على بعد $D = 3\text{m}$ من الشق .
- (أ) صف الشكل الملاحظ على الشاشة . ما اسم هذه الظاهرة ؟
 - (ب) اعط تعبير الفرق الزاوي θ الموافق لنصف عرض البقعة المركزية. احسب θ .
 - (ج) استنتاج عرض البقعة المركزية.

 إجابة:

- أ) نشاهد على الشاشة بقعا مضيئة تتواطأها بقع مظلمة في اتجاه متعادم مع اتجاه الشق. وتقل شدة اضاءة البقع كلما ابتعدنا من المركز بحيث يتصرف الشق كمنبع وهمى. هذه الظاهرة تسمى بظاهرة الحيود.

$$\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{656 \times 10^{-9} \text{ m}}{0,1 \times 10^{-3} \text{ m}} = 6,56 \times 10^{-3} \text{ rad} \quad (ب)$$

لدينا من خلال الشكل : ج)



$$\theta(\text{rad}) = \frac{L}{2D}$$

$$L = 2D \times \theta = 2 \times 3 \times 6,56 \times 10^{-3} = 3,9 \times 10^{-2} \text{ m} = 3,9 \text{ cm} \quad \text{إذن عرض البقعة الضوئية:}$$

2) تمرين رقم 4 ص 61 الكتاب المدرسي المسار مسلك الحياة والارض والعلوم الزراعية

- (أ) ما قيمة معامل الانكسار للفراغ وللهواء؟
 - (ب) ما الظاهرة الملاحظة عند ما تجتاز حزمة ضوئية أحادية اللون موشورا من الزجاج ؟
 - (ج) ترد حزمة ضوئية بيضاء على موشور .
- (1) ماذَا نلاحظ؟ ما اسم الظاهرة؟
 - (2) لكل موجة ضوئية أحادية اللون تردد v يميزها . بين أن معامل انكسار زجاج الموشور يتعلق بالتردد v .
 - (3) استنتاج أن الزجاج وسط مبدد للموجات الضوئية.

أ) معامل الانكسار للفراغ وللهواء :

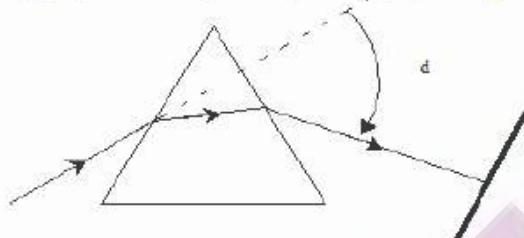
$$\text{فراخ} \frac{C}{L} = \frac{\text{سرعه انتشار الضوء في الفراغ}}{\text{سرعه انتشار الضوء في الوسط}} = \frac{c}{n}$$

عوامل الانكسار توسيع شفاف :

$$\text{معامل انكسار الهواء} = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^8} = 1 \quad \text{أمثلة: } \underline{\text{فريز}} \text{ و } \underline{\text{النور}}$$

$$n = \frac{C_{\text{فراع}}}{V_{\text{فراع}}} = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^9} = 1$$

ب) الظاهرة الملاحظة عند ما تجتاز حزمة ضوئية **أحادية اللون** موسوعة من الزجاج هي **ظاهرة الانكسار** على الوجه الأول ثم على الوجه الثاني للموشور الشيء الذي ينتج عنه انحراف الحزمة نحو قاعدة الموشور.



ج) عند استعمال الضوء الأبيض نلاحظ على الشاشة تكون طيف الضوء الأبيض المكون من الألوان السبعة الأساسية (الأحمر - البرتقالي - الأصفر - الأخضر - الأزرق - النيلي - البنفسجي) وهذه الظاهرة هي ظاهرة تعدد الضوء الأبيض.



نعلم أن:

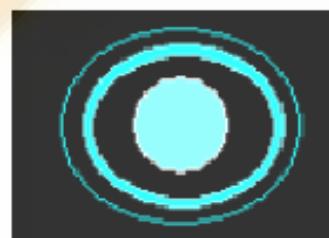
ومن جهة أخرى لدينا: $v = \lambda v$ والعلاقة السابقة تصبح: $n = \frac{c}{\lambda v}$ وبذلك يتضح أن معامل انكسار المنشور يتعلق بالتردد v .

٣) من خلال العلاقة قبل الأخيرة نستنتج أن سرعة انكسار الضوء في الزجاج تتعلق بتردد المنبع الصوتي، إذن الزجاج وسط مبدد للموجات الصوتية.

3) التمرين رقم 5ص 62 الكتاب المدرسي المسار مسلك الحياة والأرض والعلوم الزراعية .

تبين الصورة أسفله ، الممثلة بالرسم $\frac{1}{2}$ ، الشكل المحصل على شاشة خلال تجربة حيد ضوء الأزرق بواسطة ثقب قطره

$\theta = 1,22 \frac{\lambda}{d}$, يبعد عن الشاشة بالمسافة $D = 2,2m$. يعبر عن الفرق الزاوي في هذه الحالة العلاقة:



(١) أوحد العلاقة بين θ و D و d قطر البقعة المركزية.

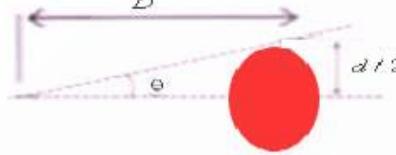
ب) علماً أن طول موجة الليزر في الفراغ هو : $\lambda = 633\text{nm}$

.d) حدد قيمة

• a احسب(2

(3) نعرض منبع الليزر يمنع لازر آخر طول موجته λ' ، فنحصل على بقعة مرکزية قطرها $d' = 2\text{cm}$ ، ما قيمة λ ؟

زنگنه ای احایه: <<<<<



$$\theta(rad) = \frac{d}{2D}$$

ب) (1) من خلال الشكل قطر البقعة ممثل بـ $1cm$ (نقيسه باستعمال مسطرة مدرجة) وبما أن السلم هو $\frac{1}{2}$ فإن القطر :

$$d = 1cm \times 2 = 2cm$$

$$\theta = 1,22 \frac{\lambda}{a} = \frac{d}{2D} \quad (2)$$

$$a = \frac{1,22 \times \lambda \times 2D}{d} = \frac{1,22 \times 633 \times 10^{-9} \times 2 \times 2,2}{2 \times 10^{-2}} = 1,7 \times 10^{-4} m = 170 \mu m$$

(3) حصلنا على بقعة مرکزية قطرها يساوي $2cm$ / إن قطراها بالسلم الحقيقي هو $4cm$.

$$\text{ومنه : } \lambda' = \frac{a \times d}{1,22 \times 2 \times 2,2} = \frac{170 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-2}}{1,22 \times 2 \times 2,2} \approx 1267 nm$$

4) التمرين رقم 6 ص 62 الكتاب المدرسي.

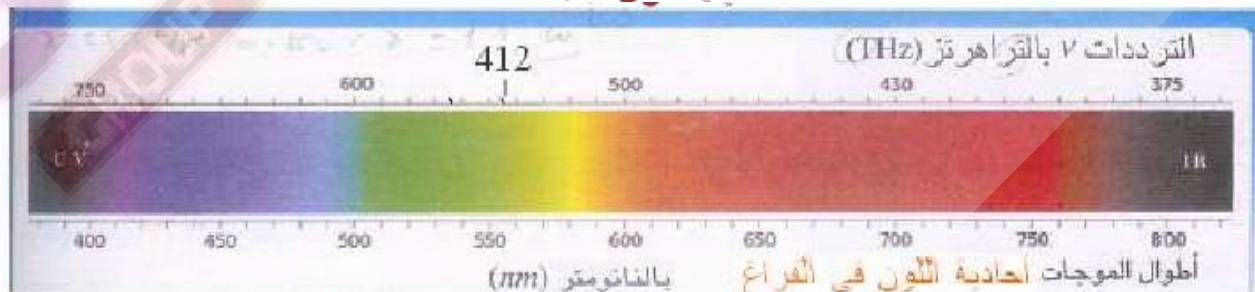
تنتشر موجة ضوئية أحادية اللون في أوساط شفافة مختلفة معامل انكسارها n .
أنقل الجدول التالي على دفترك وأتمم ملأه.

الزجاج	الماء	الفراغ	طول الموجة $\lambda(nm)$
		550	معامل الانكسار n
	1,33		السرعة (m/s)
2.10^{-8}		3.10^{-8}	التردد $v(Hz)$
			لون الضوء

أحوية: التردد يميز الضوء الأحادي اللون وهو لا يتغير عندما ينتقل الضوء من وسط لأخر.

الزجاج	الماء	الفراغ	طول الموجة $\lambda(nm)$
		550	معامل الانكسار n
	1,33	1	السرعة (m/s)
2.10^{-8}	$2,25 \times 10^8$	3.10^{-8}	التردد $v(Hz)$
$445,5 \times 10^{12}$	$445,5 \times 10^{12}$	$445,5 \times 10^{12}$	لون الضوء
أخضر	أخضر	أخضر	

نلاحظ أن طول الموجة الضوئية أحادية اللون في الفراغ لونها أخضر بالنسبة للقيمة 550nm.



وبما أن التردد هو الذي يميز الموجة الأحادية اللون وهو لا يتعلق بوسط الانشرار فإنه يحدد لنا لون هذه الموجة الضوئية.
ومنه نستنتج أنه رغم أن طول الموجة الأحادية اللون في الفراغ والماء والزجاج مختلف فإن لونها لا يتغير لأنه يتعلق بالتردد.

معامل انكسار الزجاج هو :

- * $n_r = 1,618$ بالنسبة للضوء الأحمر الذي طول موجه في الفراغ : $\lambda_r = 786\text{nm}$.
- * $n_v = 1,655$ بالنسبة للضوء البنفسجي الذي طول موجه في الفراغ : $\lambda_v = 434\text{nm}$.
- (1) احسب سرعتي انتشار الموجتين الضوئيتين في الزجاج.
 (2) استنتج خاصية الزجاج التي تبرزها هذه النتيجة.

الإجابة:

$$v = \frac{c}{n} \Leftrightarrow n = \frac{c}{v} \quad (1) \quad \text{لدينا:}$$

$$v_r = \frac{c}{n_r} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{m/s}}{1,618} = 1,85 \cdot 10^8 \text{m/s} \quad \text{إذن:}$$

$$v_v = \frac{c}{n_v} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{m/s}}{1,655} = 1,85 \cdot 10^8 \text{m/s}$$

(2) السرعة تتعلق بمعامل الانكسار (ومعامل الانكسار يتعلّق بالتردد ، لأنّه دالة تناظرية لطول الموجة) وبالتالي فإنّ الزجاج وسط مبدد.

تمرين رقم 8 ص 62 من الكتاب المدرسي المسار مسلك العيادة والارض والعلوم الزراعية :

يرد شعاع ضوئي على موشور زاويته A بزاوية ورود i فينبع بزاوية انبعاث i' تساوي i .
 (1) بين أن $D = 2r - A$ حيث $D = 2i - A$

$$n = \frac{\sin(\frac{D+A}{2})}{\sin \frac{A}{2}} \quad (2) \quad \text{أثبت علاقة معامل الانكسار التالية:}$$

الإجابة:

(1)

: زاوية الورود على الوجه الأول.

: زاوية الانكسار على الوجه الأول.

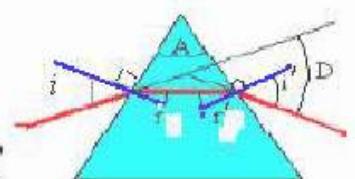
: زاوية الورود على الوجه الثاني.

: زاوية الانكسار على الوجه الثاني.

D : زاوية انحراف الحزمة الضوئية الأحادية اللون عبر المنشور.

A : زاوية المنشور.

: معامل انكسار المنشور.



زاوية المنشور :

تطبيق قانون ديكارت لانكسار الضوء على الوجه الأول للمنشور: $\sin i = n \sin r$

تطبيق قانون ديكارت لانكسار الضوء على الوجه الثاني للمنشور: $n \sin r' = \sin i'$

زاوية الانحراف الكلية للشعاع الوارد بعد احتيازه للمنشور: $D = i + i' - A$

بما أن: $i = i'$ العلاقة بين (1) و (2) تصبح كما يلى :

$$r = r' \Leftrightarrow \sin r = \sin r' \Leftrightarrow n \sin r = n \sin r' \Leftrightarrow \begin{cases} \sin i = n \sin r \\ n \sin r' = \sin i' \end{cases}$$

$$r = \frac{A}{2}$$

\Leftrightarrow

$A = 2r$ (a) تصبح :

العلاقة :

$r = r'$ وبما أن :

$$i = \frac{D+A}{2}$$

\Leftrightarrow

$$D = 2i - A$$

تصبح :

العلاقة (3)

وبما أن: $i = i'$

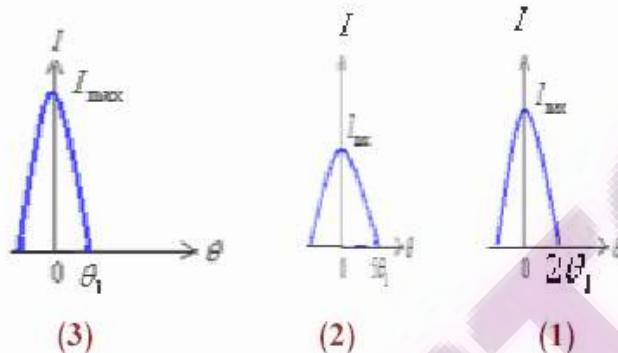
$$n = \frac{\sin(\frac{D+A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})} \quad \text{ومنه نستخرج :} \quad \sin \frac{D+A}{2} = n \sin \frac{A}{2}$$

تمرين رقم 9 من 62 كتابه المسار مسلك الحياة والارض والعلوم الزراعية:

خلال تجربة الحيوان قياس I شدة إضاءة الموجات الضوئية المحيدة باستعمال شقوق عرضها بالتابع : $d_1 = 0,2mm$ و $d_3 = 1mm$. تمثل المنحنيات الموجية تغيرات الشدة I بدلالة الفرق الزاوي θ (بدون سلم).

طول موجة الضوء الأحادي اللون في الفراغ هي : $633nm$.

وسرعة انتشار الضوء في الفراغ هي: $c = 3.10^8 m/s$



1) ما تردد الموجة المحيدة ؟

2) أقرن كل منحنى بالشق الموافق له.

3) احسب عرض البقعة المركزية المحصلة على شاشة تبعد بالمسافة $D = 2,5m$ عن الشق ذاتي العرض d_1 .

اجابة:

انظر الشكل الحقيقي في الكتاب المدرسي.

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.10^8 m/s}{633.10^{-9} m} = 4.74.10^{14} Hz \quad 1) \text{ تردد الموجة المحيدة :}$$

2) نعلم أن الفرق الزاوي θ يتتناسب عكسيا مع عرض الشق :

$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

أي كلما كان عرض الشق صغيرا كلما كان الفرق الزاوي كبيرا .

في الحالة الاولى (1) : $2\theta_1 = 4mm$ أي θ_1 ممثلة ب : $2mm$

في الحالة الثانية (2) : $5\theta_1 = 5mm$ أي θ_1 ممثلة ب : $1mm$

في الحالة الثالثة (3) : $4\theta_1 = 4mm$ أي θ_1 ممثلة ب : $4mm$

كلما كان الفرق الزاوي كبيرا كلما عرض الشق صغيرا .

في الحالة الاولى (1) : $d_1 = 0,2mm$ θ_1 ممثلة ب : $2mm$

في الحالة الثانية (2) : $d_2 = 0,5mm$ θ_1 ممثلة ب : $1mm$

في الحالة الثالثة (3) : $d_3 = 1mm$ θ_1 ممثلة ب : $4mm$

تمرين رقم 10 من 62 من الكتابه المدرسي المسار مسلك الحياة والارض والعلوم الزراعية:

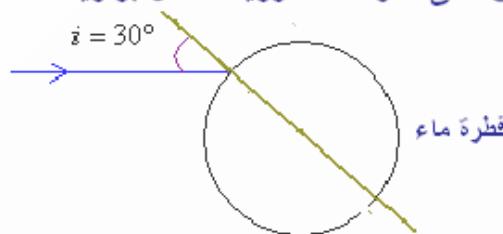
يتعلق معامل انكسار وسط شفاف بطول الموجة للضوء الأحادي اللون الذي يجتازه حسب العلاقة : $n = a + \frac{b}{\lambda^2}$ حيث a و b

ثابتتان ، ووحدة طول الموجة λ في هذه العلاقة هي μm .

تسمى العلاقة السابقة علاقة (Gauss).

1) احسب قيمتي a و b بالنسبة للماء علما أنه : بالنسبة للضوء الأحمر : $n_R = 1,330$ ، $\lambda_R = 0,740 \mu m$. بالنسبة للضوء الأزرق : $n_B = 1,336$ ، $\lambda_B = 0,440 \mu m$.

- (2) احسب معامل انكسار الماء عند استعمال ضوء أصفر طول موجته $\lambda_J = 0,589 \mu m$
- (3) ترد حزمة ضوئية من الضوء الأبيض على قطرة ماء كروية الشكل بزاوية $i = 30^\circ$. انقل الشكل أسفله ، واتبع مسار الحزمة الضوئية .



لدينا: **إجابة:**

(1)

$$b = \frac{n_R - n_B}{\frac{1}{\lambda_R^2} - \frac{1}{\lambda_B^2}} \Leftarrow n_R - n_B = b \cdot \frac{1}{\frac{1}{\lambda_R^2} - \frac{1}{\lambda_B^2}} \Leftarrow (1) - (2)$$

$$b = \frac{n_R - n_B}{\frac{1}{\lambda_R^2} - \frac{1}{\lambda_B^2}} = \frac{1,33 - 1,336}{\frac{1}{0,740^2} - \frac{1}{0,440^2}} = \frac{-6 \cdot 10^{-3}}{1,826 - 5,165} = \frac{-6 \cdot 10^{-3}}{-3,339} = 1,79 \cdot 10^{-3}$$

تطبيق عددي:

بالت遇ويض في العلاقة (1) نجد:

$$a = n_R - \frac{b}{\lambda_R^2} = 1,33 - \frac{1,79 \cdot 10^{-3}}{0,740^2} = 1,33$$

(2)

$$n_J = a + \frac{b}{\lambda_J^2} = 1,33 + \frac{1,79 \cdot 10^{-3}}{0,589^2} = 1,325$$

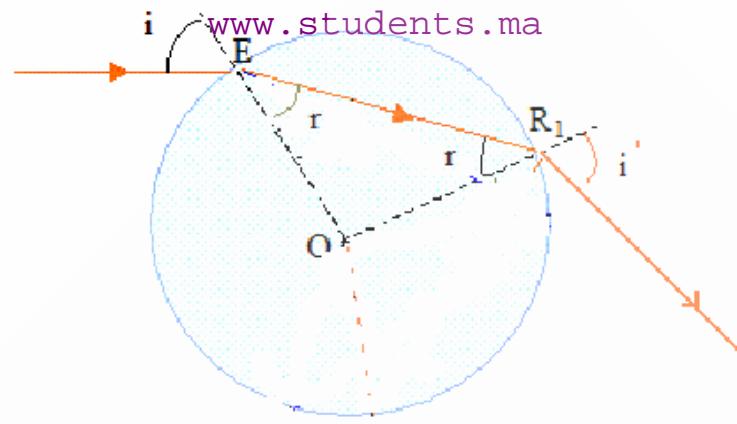
(3) الانكسار في النقطة E بالنسبة للإشعاع الأزرق:

$$n_{air} \sin i = n_{bleu} \sin r$$

$$r = \sin^{-1} \left(\frac{n_{air} \cdot \sin i}{n_{bleu}} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{\sin 30}{1,336} \right) = \sin^{-1} (0,374) = 21,96^\circ = 21^\circ 59'$$

من خلال الشكل يتضح أن زاوية الورود في النقطة R هي : 22° وهي أصغر من الزاوية الحدية :

$i_\ell = \sin^{-1} \frac{1}{n_b} = \sin^{-1} 0,748 = 48,5^\circ$ وبالتالي سنحصل على انكسار الضوء في هذه النقطة .

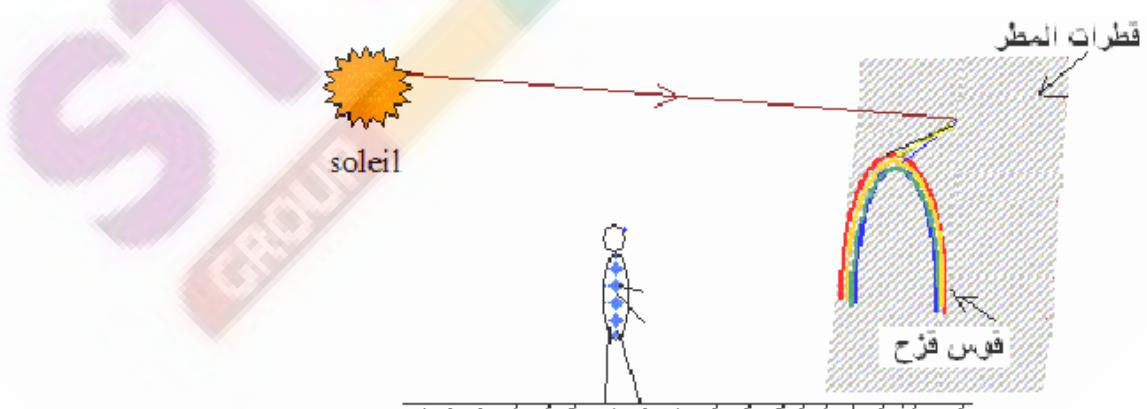
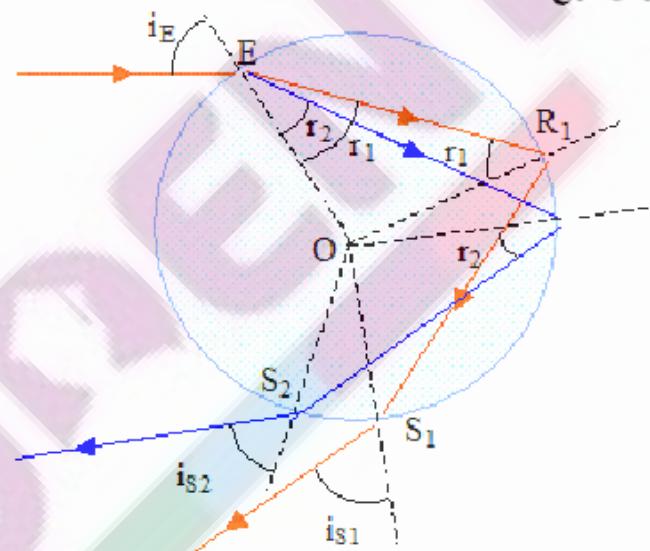


الانكسار في النقطة: R بالنسبة للإشعاع الأزرق:

$$i' = \sin^{-1}\left(\frac{n_b \sin r}{n_{air}}\right) = \sin^{-1}(1,336 \cdot \sin 21,96) = \sin^{-1} 0,5 = 30^\circ \quad \Leftarrow$$

وبنفس الطريقة نحصل على مسار الإشعاع الأحمر.

ملحوظة: لو كانت زاوية الورود $i_E > 48,5^\circ$ منحصل على ظاهرة الانعكاس الكلي في النقطة R وبذلك قطرة الماء تبده الضوء الذي تعكسه. فنحصل على قوس قزح.

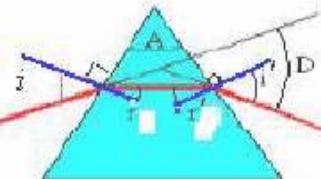


تمرين رقم 11 ص 62 الكتاب المدرسي المسار مسلك الحياة والارض والعلوم الزراعية:

يرد شعاع ضوئي منبعث من حبة الصوديوم على وجه موشور بزاوية ورود $i = 45^\circ$. قيمة زاوية الموشور هي : $A = 60^\circ$ ، ومعامل انكساره بالنسبة للشعاع الوارد هو $n_J = 1,660$. احسب قيم الزوايا r_J ، r'_J ، i'_J و D_J .

(2) نفس السؤال في حالة الضوئين الأحادي اللون الأزرق $n_B = 1,673$ و $n_0 = 1,655$.

(3) مثل مسارات الاشعة الأحادية اللون قبل وبعد اجتيازها الموشور . اعط اسم الظاهر.

 **اجابة:** 

(1)

بالنسبة للشعاع الأصفر: علاقـة الانكسـار عـلـى الوجه الأول

$$r_J = \sin^{-1}\left(\frac{\sin i}{n_J}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{0,707}{1,66}\right) = 25,2^\circ$$

$$r'_J = A - r_J = 60 - 25,2 = 34,8^\circ$$

علاقـة الانكسـار عـلـى الوجه الثانـي:

$$i'_J = \sin^{-1}(n_J \cdot \sin r'_J) = \sin^{-1}(1,66 \cdot \sin 34,8) = 71,3^\circ$$

$$\text{الإنحراف الكلي : } D = i_J + i'_J - A = 45 + 71,3 - 60 = 56,3^\circ$$

بالنسبة للشعاع الأزرق: علاقـة الانكسـار عـلـى الوجه الأول

$$r_B = \sin^{-1}\left(\frac{\sin i}{n_B}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{0,707}{1,673}\right) = 25^\circ$$

$$r'_B = A - r_B = 60 - 25 = 35^\circ$$

علاقـة الانكسـار عـلـى الوجه الثانـي:

$$i'_B = \sin^{-1}(n_B \cdot \sin r'_B) = \sin^{-1}(1,673 \cdot \sin 35) = 73,6^\circ$$

$$\text{الإنحراف الكلي : } D = i_B + i'_B - A = 45 + 73,6 - 60 = 58,5^\circ$$

بالنسبة للشعاع البرتقالي: علاقـة الانكسـار عـلـى الوجه الأول

$$r_O = \sin^{-1}\left(\frac{\sin i}{n_O}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{0,707}{1,655}\right) = 25,3^\circ$$

$$r'_O = A - r_O = 60 - 25,3 = 34,7^\circ$$

علاقـة الانكسـار عـلـى الوجه الثانـي:

$$i'_O = \sin^{-1}(n_O \cdot \sin r'_O) = \sin^{-1}(1,655 \cdot \sin 34,7) = 70,4^\circ$$

$$\text{الإنحراف الكلي : } D = i_O + i'_O - A = 45 + 70,4 - 60 = 55,4^\circ$$

تمرين رقم 12 ص 63 الكتاب المدرسي المسار مسلك الحياة والارض والعلوم الزراعية :

تبعد الضوء بواسطة موشور :

ترد حزمة ضوئية رقيقة من الضوء الأبيض على وجه موشور بزاوية ورود $i = 23^\circ$ ، فينبعق من الوجه الآخر للموشور أشعة ذات ألوان مختلفة من بينها الشعاعان الأحمر والأزرق.

نعطي زاوية الموشور $A = 30^\circ$.

معامل انكسار الهواء : $n = 1$.

معامل انكسار الموشور بالنسبة للأزرق : $n_B = 1,523$.

- (1) احسب زاوية الانحراف D_B التي يكونها اتجاه الشعاع المنبعث www.students.ma الموشور مع اتجاه الحزمة الضوئية الواردة .
(2) علماً أن زاوية الانبعاث i_R للشعاع الاحمر من المنشور تساوي زاوية الورود i ، استنتج قيمة معامل الانكسار n_R للمنشور بالنسبة للضوء الاحمر .

لـ **اجابة:** لـ

$$\sin i = n_B \sin r_B$$

بالنسبة للشعاع الازرق: علاقـة الانـكسـار عـلـى الـوجه الـأـول

$$r_B = \sin^{-1}\left(\frac{\sin i}{n_B}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{\sin 23}{1,523}\right) = 14,9^\circ$$

$$r'_B = A - r_B = 30 - 14,9 = 15,1^\circ$$

علاقـة الانـكسـار عـلـى الـوجه الثـانـي:

$$i'_B = \sin^{-1}(n_B \cdot \sin r'_B) = \sin^{-1}(1,523 \cdot \sin 15,1) = 23,4^\circ$$

$$\text{الإنحراف الكلي : } D = i_B + i'_B - A = 23 + 23,4 - 30 = 16,4^\circ$$

(1) **بالنسبة للشعاع الأحمر:** علاقـة الانـكسـار عـلـى الـوجه الـأـول

علاقـة الانـكسـار عـلـى الـوجه الثـانـي:

$r_R = r'_R$ أي $n_R \cdot \sin r_R = n_R \sin r'_R$ فإنـ: $\sin i = \sin i'_R$ بماـنـ: $i = i'_R$

$$r_R = r'_R = \frac{A}{2} = 15^\circ \quad \text{فـإنـ: } A = r_R + r'_R \quad \text{وبـماـنـ:}$$

$$n = \frac{\sin i}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin 23}{\sin 15} = 1,51 \quad \Leftarrow \quad \sin \frac{A}{2} = n_R \cdot \sin r_R$$

تمرين رقم 13 ص 63 الكتاب المدرسي المسار مسلك الحياة والارض والعلوم الزراعية :
خلال حيود ضوء الليزر بواسطة فتحة قطرها a ، نضع الشاشة على بعد $D = 4,50m$ من الفتحة .



نغير قطر الفتحة a ونقيس في كل مرة شعاع البقعة المركزية r فنحصل على النتائج التالية :

$a(m)$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
$r(m)$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$

نعتبر الفرق الزاوي θ بين مركز البقعة المركزية وأول هذب مظلم هو: $\theta = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{a}$.

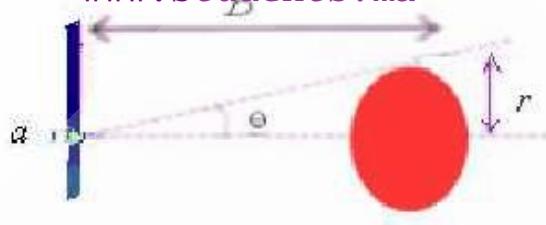
(1) أنجـز رـسـمـا مـبـيـسـطـا مـوضـحا عـلـيـه المـقـادـير θ و r و a و D .

(2) بيـنـ أنـ: $\theta = \frac{r}{D}$ ، باـعتـبار θ صـغـيرـة .

(3) استـنـجـ العـلـاقـة : $r = 1,22 \frac{\lambda \cdot D}{a}$.

(4) مثلـ المـنـحـنى : $(r = f(\frac{1}{a}))$ ، ثـمـ حـدـدـ مـيـانـيـا مـنـ المـنـحـنىـ قـيـمة طـولـ المـوـجـة λ . ماـ لـونـ إـشـعـاعـ الـلـيـزـرـ المـسـتـعـملـ ؟ .

لـ **اجـابة:** لـ

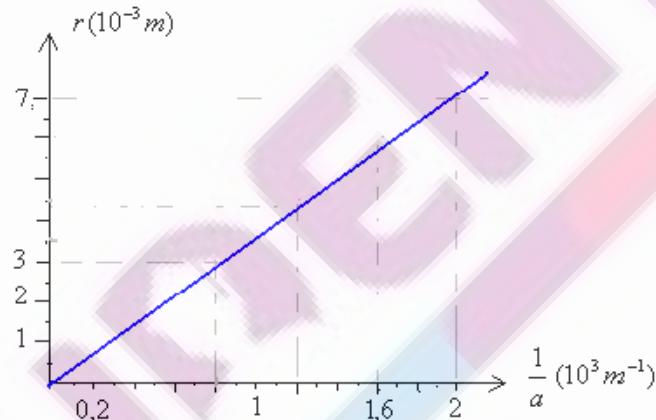


$$\operatorname{tg} \theta \approx \theta(\text{rad}) = \frac{r}{D} \quad (2)$$

$$r = 1,22 \frac{\lambda \cdot D}{a} \quad \Leftarrow \quad \frac{r}{D} = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{a} \quad \Leftarrow \quad \theta = \frac{r}{D} : \quad \theta = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{a} : \quad \text{لدينا} \quad (3)$$

(4)

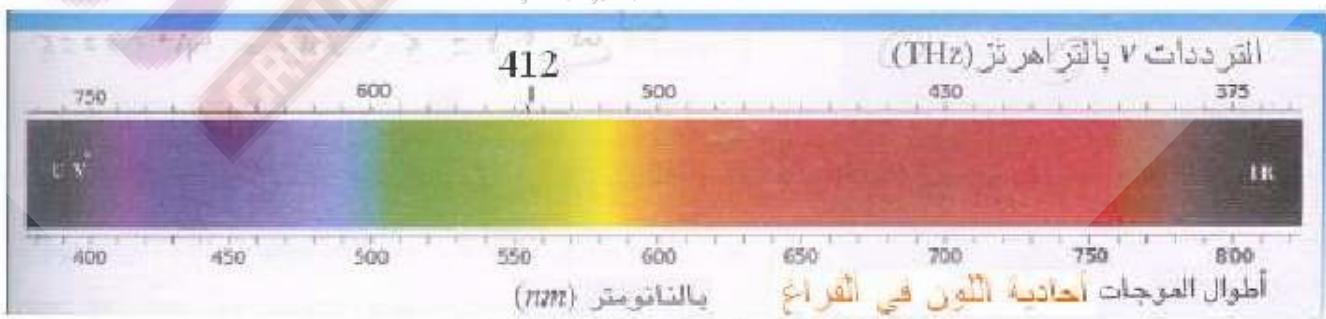
$a(m)$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
$r(10^{-3} m)$	7,5.	6,0	4,5	3,0
$\frac{1}{a} (10^3 m^{-1})$	2	1,6	1,2	0,8



نعلم أن : $r = k \cdot \frac{1}{a}$ أي على الشكل $r = 1,22 \frac{\lambda \cdot D}{a}$.

ومنه : $k = 1,22 \lambda D = \frac{\Delta r}{\Delta \frac{1}{a}} = \frac{(4,5 - 7,5) \cdot 10^{-3} m}{(1,2 - 2) \cdot 10^3 m^{-1}} = 3,75 \cdot 10^{-6} m^2$

$$\lambda = \frac{3,75 \cdot 10^{-6} m^2}{1,22 \cdot 4,5 m} = 683 \cdot 10^{-9} m = 683 nm$$



ومنه فإن لون إشعاع الليزر المستعمل أحمر.



سلسلة تمارين حول (الانعكاس الكلى والانكسار الحدى)

تذكرة:

الانكسار الحدى والانعكاس الكلى لأشعاع ضوئي احادي اللون.

بصفة عامة عندما ينتقل الضوء من وسط أقل انكسارية إلى وسط أكثر انكسارية أي ($n_1 < n_2$) فإن الشعاع المنكسر يقترب من المنظمي. وفي هذه الحالة نحصل دائمًا على ظاهرة الانكسار.

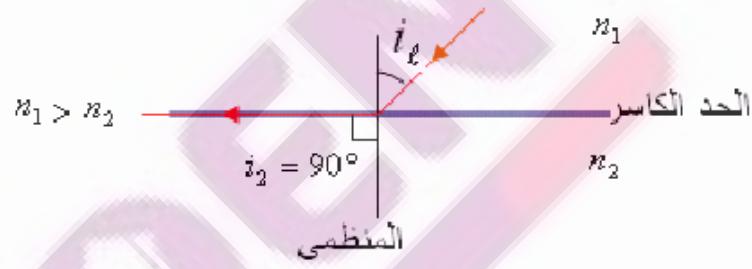
لأنه حسب قانون ديكارت لانكسار الضوء لدينا: $\frac{\sin i_2}{\sin i_1} = \frac{n_1}{n_2}$ إذن: $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$

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

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

ونحصل على الانكسار الحدى (أي $i_2 = 90^\circ$) بالنسبة لزاوية ورود حدية i_ℓ

ونحصل على الانكسار الحدى (أي $i_2 = 90^\circ$) بالنسبة لزاوية ورود حدية i_ℓ



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

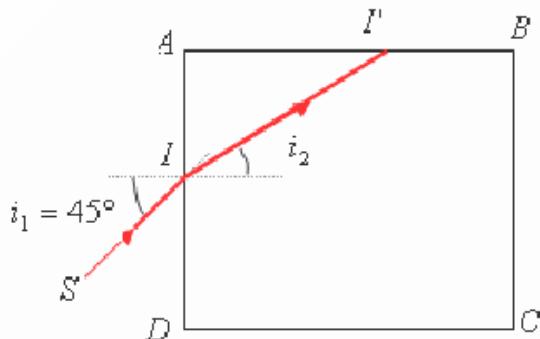
$$\sin i_\ell = \frac{n_2}{n_1}$$

ومنه:

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

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

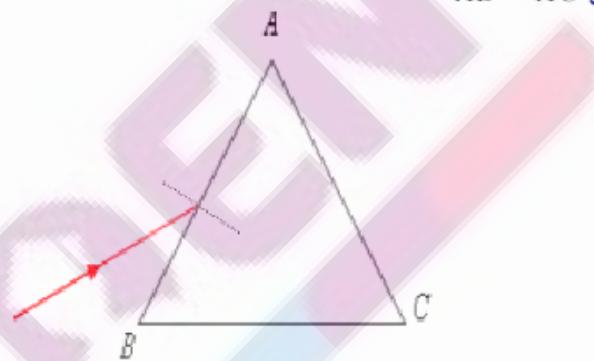
نعتبر مكعباً من الزجاج معامل انكساره $n = 1,5$ موضع على مستوى افقي كما يبينه الشكل أعلاه.
ونعتبر شعاعاً ضوئياً SI احادي اللون وارداً على الوجه AD للمكعب فينكسر على هذا الوجه ثم يصل إلى الوجه AB في النقطة I' .



- 1) بتطبيق قانون ديكارت لانكسار الضوء على الوجه AD أجد قيمة زاوية الانكسار i_2 .
- 2) ماذا سيحدث للشعاع الضوئي في النقطة I' ? (انكسار أم انعكاس كلي) علل جوابك.
- 3) أتم مسار الشعاع الضوئي على الشكل إلى أن يغادر المكعب معللاً جوابك وموضحاً الزوايا وقيمها على شكل واضح.
- 4) أوجد الإنحراف الكلي للشعاع الضوئي SI بعد انبعاثه من المكعب.

تطبيق رقم 2

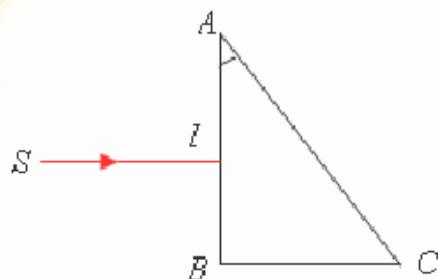
يرد شعاع أحادي اللون على موشور زاويته $A = 60^\circ$ ومعامل انكساره $n = 1,61$; $i_1 = 20^\circ$ بزاوية ورود $AB = AC$.
علمًا أن الموشور متساوي الساقين .



- 1) أوجد زاوية الانكسار على الوجه AB للموشور.
- 2) أتم مسار الشعاع الضوئي إلى أن يغادر الموشور.
- 3) أوجد الإنحراف الكلي للشعاع الوارد SI بعد انبعاثه من الموشور.

تطبيق رقم 3:

ترد حزمة ضوئية أحادية اللون منتظمة على الوجه AB لموشور زاويته $\hat{A} = 30^\circ$ ومعامل انكساره $n = 1,5$ (انظر الشكل).

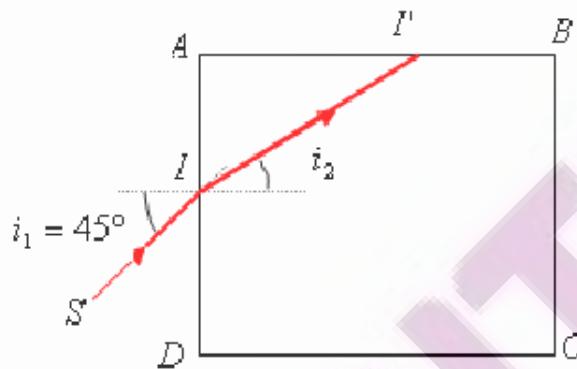


- 1) بتطبيق قانون ديكارت لانكسار أوجد زاوية الانكسار r على السطح الكاسر AB .
- 2) احسب زاوية الورود r' على السطح AC .

- 3) هل الحزمة الضوئية الواردة ستنكسر على الوجه AB ؟
 4) اتم مسار الحزمة الضوئية معللاً جوابك وموضحاً الزوايا وقيمها على شكل واضح.
 5) احسب زاوية الإلزاف الكلي \bar{D} للحزمة الضوئية بعد اجتيازها للموشور.
 6) اوجد القيمة الدنوية n' لمعامل انكسار الحصول على الانكسار الكلي على السطح AC للموشور.

أجوبة:

تطبيق رقم 1: بتطبيق قانون ديكارت لانكسار الضوء على الوجه AD :



$$\sin i_2 = \frac{\sin i_1}{n} = \frac{\sin 45^\circ}{1.5} = \frac{0.707}{1.5} = 0.47 \Rightarrow i_2 = 28^\circ$$

(2) عند النقطة I' ينتقل الضوء من وسط أكثر انكسارية إلى وسط أقل انكسارية . إذن يجب أن نبحث أولاً عن قيمة الزاوية الحدية

$$\sin i_\ell = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \approx 0.67 \Rightarrow i_\ell \approx 42^\circ$$

ولدينا في المثلث القائم الزاوية $I'I''H$

$$i_3 = 90 - i_2 = 90 - 28 = 62^\circ$$

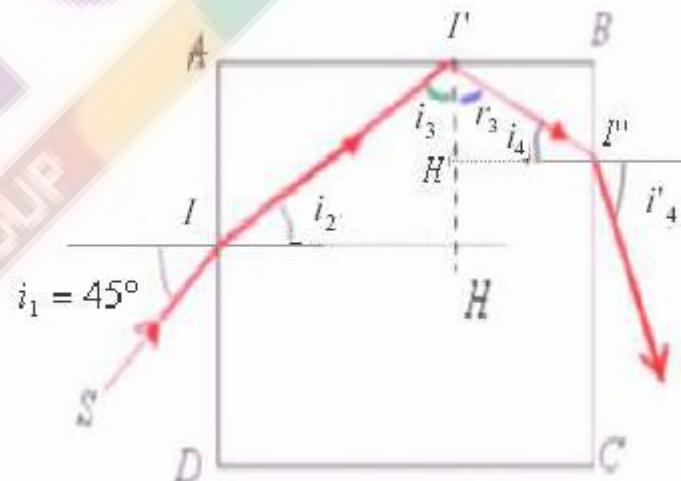
وبما زاوية الورود $i_3 > i_\ell$ على الوجه AB

نحصل على انكسار الضوء على هذا الوجه .

(3) حسب قانون ديكارت لانكسار الضوء فإن زاوية الورود=زاوية الانكسار.

$$i_3 = r_3 = 62^\circ$$

ولدينا في المثلث القائم الزاوية $I'I''H'$

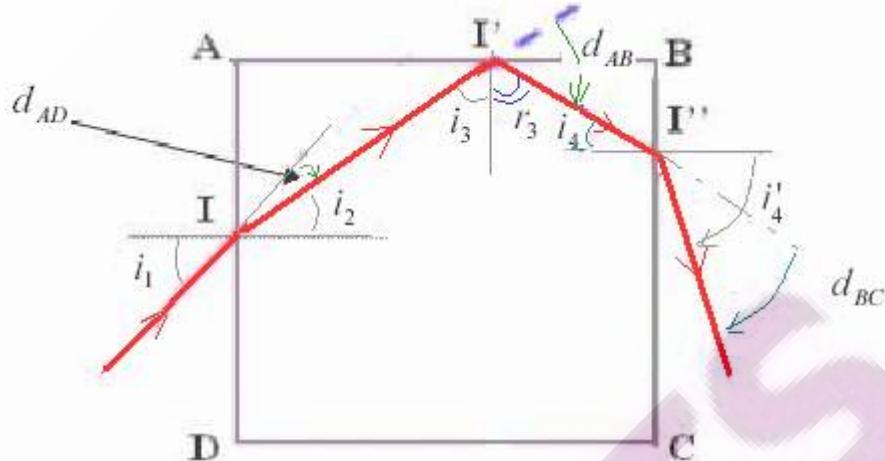


وبتطبيق قانون ديكارت لانكسار الضوء على الوجه BC

$$i'_4 = 44,8^\circ \approx 45^\circ \Leftarrow \sin i'_4 = 1,5 \times \sin 28 = 0,704 \quad \text{ومنه: } n \sin i_4 = 1 \times \sin i'_4$$

4) الإنحراف الكلي للشعاع الوارد بعد انتباشه من المكعب هو = الإنحراف على الوجه الأول + الإنحراف على الوجه الثاني + الإنحراف على الوجه الثالث.

$$D = d_{AD} + d_{AB} + d_{BC}$$



$$d_{AD} = i_1 - i_2 = 45 - 28 = 17^\circ$$

$$d_{AB} = 180 - (i_3 + r_3) = 180 - 124 = 56^\circ$$

$$d_{BC} = i'_4 - i_4 = 45 - 28 = 17^\circ$$

الإنحراف الكلي: $D = 90^\circ$

تطبيق رقم 2

(1) بتطبيق قانون ديكارت لانكسار الضوء على الوجه AB

$$1 \times \sin i_1 = n \sin r$$

$$\sin r = \frac{\sin i_1}{n} = \frac{\sin 20}{1,61} = \frac{0,342}{1,61} = 0,212$$

$$r = 12,3^\circ$$

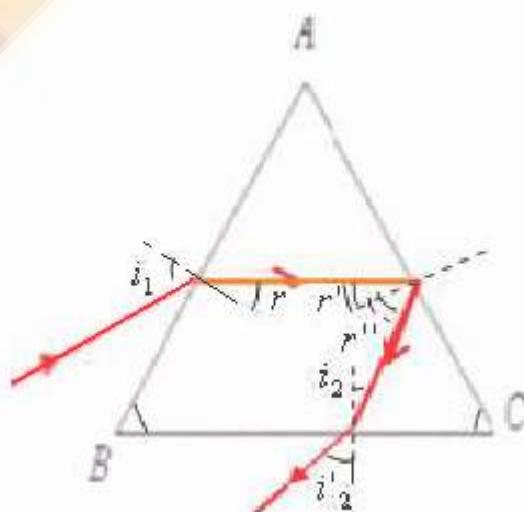
$$r' = A - r = 60 - 12,3 = 47,7^\circ$$

$$\text{إذن: } A = r + r' \quad (2)$$

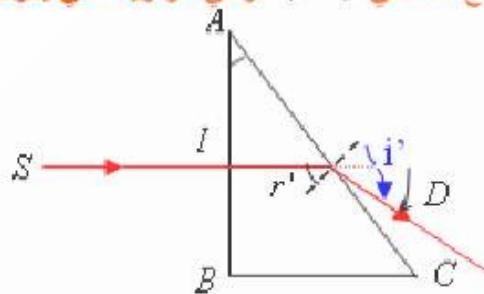
الضوء سينتقل من وسط اكثـر انكسارـية إلى وسط أقل انكسارـية، يجب أن نقارن زاوية الورود على الوجه AC مع الزاوية الحدية.

$$\sin i_\ell = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,61} = 0,621 \quad \text{لدينا}$$

$$\text{إذن: } i_\ell \approx 38,4^\circ$$



1) الشعاع الوارد SI منطبق مع المظمى $i = 0$ وهي الزاوية التي يكونها الشعاع الوارد مع المنظمي.



بتطبيق قانون ديكارت لانكسار الضوء على الوجه AB

$$r = 0 \quad \text{إذن:} \quad 1 \times \sin 0 = n \sin r$$

(2)

$$r' = A = 30^\circ \quad \text{ومنه:} \quad A = r + r' = 0 + r' \quad \text{لدينا:}$$

$$(3) \text{ نعلم أن الزاوية الحدية} \quad i_\ell \approx 41,5^\circ \Leftarrow \sin i_\ell = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,51} = 0,662$$

بما أن: $i_\ell < r'$ نحصل على انكسار الضوء على الوجه ض AC .

وبتطبيق قانون الانكسار $n \sin r' = 1 \times \sin i'$: AC

على الوجه

$$\sin i' = 1,51 \times \sin 30 = 0,755 \Leftarrow$$

$$i' = 49^\circ$$

$$(4) \text{ الإثرااف: } D = i + i' - A = o + 49 - 60$$

(5) الشرط الذي يجب أن يتتوفر لكي نحصل على الانعكاس الكلي للشعاع الوارد على الوجه AC :

$$\sin r' > \sin i_\ell \quad \text{أي:} \quad r' > i_\ell$$

$$r' = 30^\circ \quad \text{و} \quad \sin i_\ell = \frac{1}{n'} \quad \text{مع}$$

$$n > \frac{1}{\sin 30} \quad \text{أي:}$$

$$\sin 30 > \frac{1}{n'} \quad \text{إذن:}$$

$$n' > 2$$