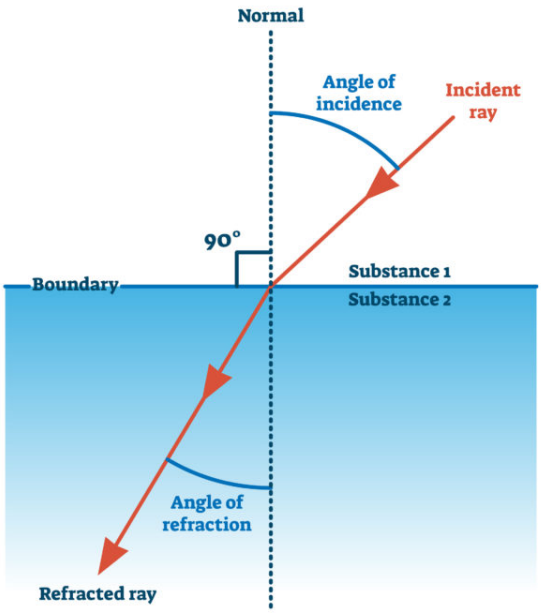
الوحدة الخامسة من مادة فيزياء الصف التاسع

انكسار الضوء

REFRACTION



▪ ما تحتاجه قبل البداية:

☑ أساس رياضي جيد للعمليات الحسابية على الأعداد الصحيحة والعشرية.
☑ أساس رياضي جيد للعمليات الحسابية على الأسس والجذور.
☑ معرفة ممتازة في إجراء القسمة الطويلة للأعداد الصحيحة والعشرية.
☑ معرفة ممتازة في مهارات التعويض والترتيب وإيجاد الكمية المجهولة.
☑ واسطة ممتازة مع الأستاذ.

الأستاذ معاذ أمجد أبو يحيى

0795360003

بإمكانكم متابعة شرح التأسيس من خلال
قناة مدرسة الفيزياء على اليوتيوب

بإمكانكم متابعة كل جديد معنا من خلال
قناة الأستاذ معاذ أبو يحيى على التيلجرام

بإمكانكم متابعة منصة أساس التعليمية
ليصلكم كل جديد بمختلف المواد الدراسية

الوحدة الخامسة: انكسار الضوء

الدرس الأول: انكسار الضوء

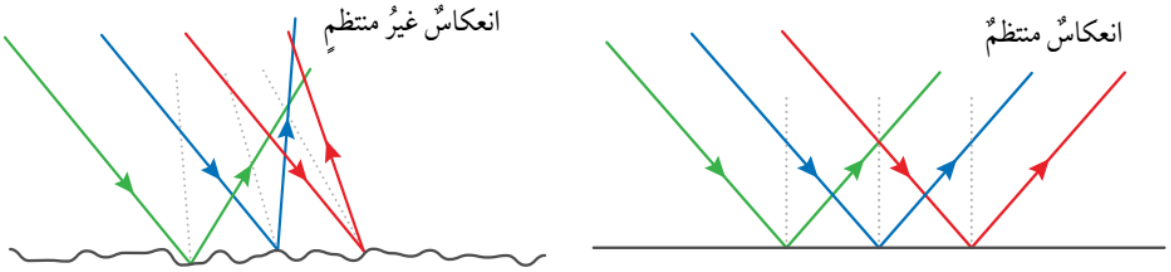
سؤال **درسنا في الصفوف السابقة، أن الضوء سبب في رؤيتنا للأشياء من حولنا، فكيف تحدث الرؤية؟**

الأجسام من حولنا تعكس الضوء الساقط عليها من المصادر الضوئية المختلفة كالشمس والمصابيح والأجسام المشتعلة، وعندما يدخل الضوء القادم من هذه الأجسام إلى أعيننا ينكسر عن طريق العدسة الموجودة في أعيننا ويتركز على الشبكية فتحدث الرؤية.

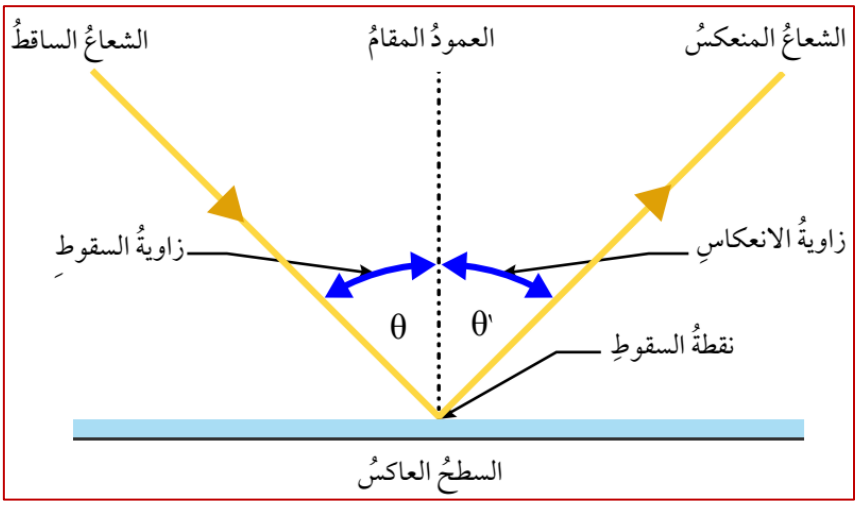
- توجد عمليات مختلفة تحدث وتساعدنا على رؤية العالم من حولنا مثل الانعكاس والانكسار.

مراجعة هامة لمفاهيم الانعكاس

- **الانعكاس:** ارتداد الضوء عن سطح ما.
- **الانعكاس المنتظم:** تنعكس فيه الأشعة الضوئية التي تسقط متوازية عن السطوح العاكسة المصقولة مثل المرايا باتجاه واحد متوازية مع بعضها.
- **الانعكاس غير المنتظم:** تنعكس فيه الأشعة الضوئية التي تسقط متوازية ن السطوح الخشنة غير المصقولة مثل السطوح الخشبية باتجاهات مختلفة.



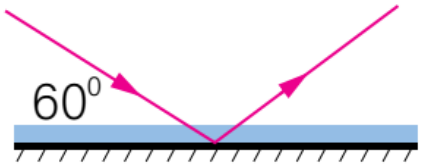
- يبين الشكل أدناه ارتداد الضوء عن سطح عاكس ويظهر فيه الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام.
- **زاوية السقوط:** الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط.
- **زاوية الانعكاس:** الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط.



✪ **في الانعكاس المنتظم زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس:**

$$\theta_{\text{الانعكاس}} = \theta_{\text{السقوط}}$$

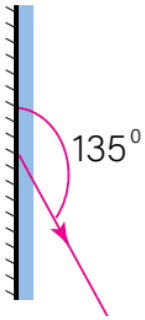
سؤال إضافي **من خلال دراستك للشكل المجاور:**



أ) حدد زاوية الانعكاس على الشكل.

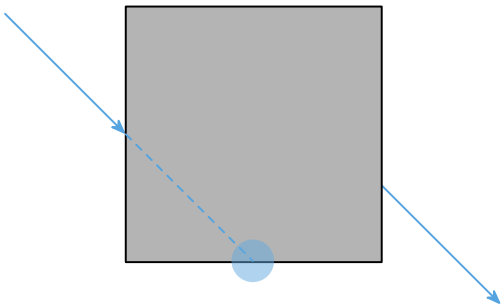
ب) جد مقدار كل من زاوية السقوط وزاوية الانعكاس.

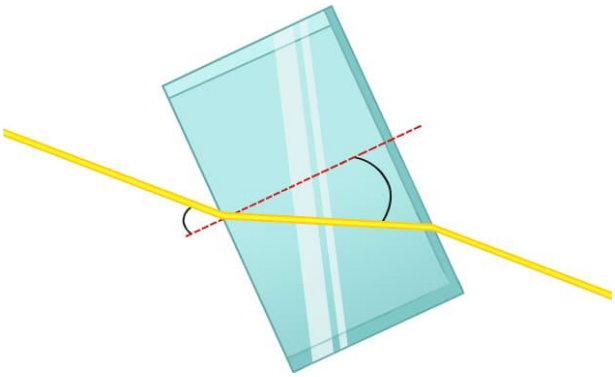
سؤال إضافي **من دراستك للشكل المجاور، حدد على الرسم كلاً من زاوية السقوط وزاوية الانعكاس، ثم جد مقدار كل منهما.**



الانكسار

✪ **الانكسار:** ظاهرة تغير مسار الضوء عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين.

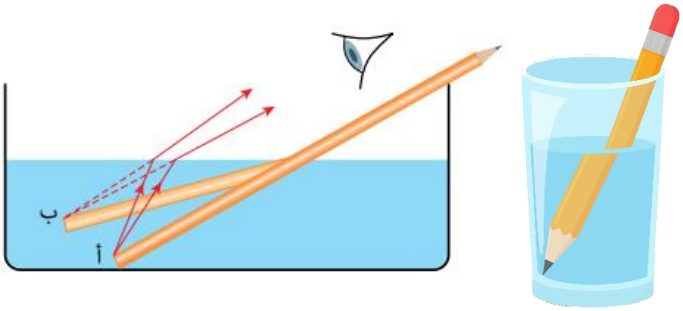




⊂ ينتقل الضوء في الفراغ أو في الوسط الشفاف المتجانس (كالماء والزجاج) بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم دون أن ينحرف ويوضح الجدول اختلاف السرعة حسب الوسط (ليست للحفظ فقط للاطلاع والفهم).

الوسط	سرعة الضوء (m/s)
الفراغ	3×10^8
الهواء	2.99×10^8
الماس	1.25×10^8
الزجاج	2×10^8
الماء	2.25×10^8
الجليد	2.3×10^8

⊂ في حال وضعت قلمًا في كأس بها ماء فإن القلم يظهر مكسورًا عند سطح الماء كما في الشكل الموضح.



⊂ الأشعة الضوئية القادمة من الجزء المغمور في الماء من القلم والساقطة على العين قد غيرت مسار حركتها (انكسرت) عندما انتقلت من الماء إلى الهواء.

تختلف سرعة الضوء باختلاف الوسط الشفاف لذلك عندما ينتقل الضوء من وسط شفاف إلى وسط شفاف آخر فإن سرعته تتغير مما يؤدي لتغير مساره.

معامل الانكسار

سؤال **وضح ما المقصود بـ(معامل الانكسار للوسط الشفاف) (Refractive index)؟**

النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ (C) إلى سرعته في الوسط الشفاف (v).

يمكننا حساب معامل الانكسار للوسط الشفاف من خلال العلاقة الآتية:

$$n = \frac{\text{سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{سرعة الضوء في الوسط الشفاف}} = \frac{C}{v}$$

سؤال **ما وحدة قياس معامل الانكسار (n)؟**

لأنه حاصل قسمة كميتين لهما وحدة القياس نفسها.

سؤال **هل يمكن أن يكون معامل انكسار وسط ما، أقل من واحد؟ فسر إجابتك.**

لا يمكن ذلك لأن أقل قيمة لمعامل الانكسار هي واحد وذلك عندما يمر الضوء في وسط الفراغ أو في وسط الهواء فتكون النسبة بين سرعة كل منهما تساوي واحد.

$$n \geq 1$$

ملاحظات مهمة

- أكبر سرعة للضوء تكون في الفراغ.
- يعتبر معامل الانكسار مقياسًا لقدرة الوسط الشفاف على كسر الأشعة الضوئية.
- العلاقة بين معامل انكسار الوسط وكثافة الوسط علاقة طردية فكلما زادت كثافة الوسط زاد معامل انكساره والعكس صحيح.
- كلما كان معامل انكسار الوسط أكبر كانت قدرته على كسر الأشعة الضوئية أكبر.
- العلاقة بين معامل انكسار الوسط وسرعة الضوء في الوسط علاقة عكسية فكلما زاد معامل انكسار الوسط قلت سرعة الضوء فيه.

✪ يبين الجدول معاملات الانكسار لبعض المواد الشفافة:

معاملاتُ الانكسارِ لبعضِ الموادِّ الشفّافةِ							
المادّةُ	الهواءُ	الماءُ	الأسيتون	الجلسرين	الزجاجُ	الكوارتز	الماس
معاملُ الانكسارِ	1.0003	1.33	1.36	1.47	1.52	1.54	2.42

سؤال بالاستعانة بالجدول أعلاه، احسب سرعة الضوء في الماء علمًا بأن سرعته في الفراغ (3×10^8 m/s).

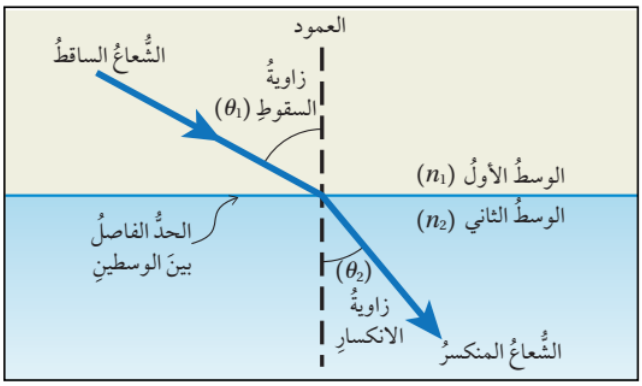
$$n = \frac{c}{v} \rightarrow 1.33 = \frac{3\times10^8}{v} \rightarrow v = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

تمرين بالاستعانة بالجدول أعلاه أحسب سرعة الضوء في الزجاج؟

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow 1.52 = \frac{3\times10^8}{v} \rightarrow v = 1.97 \times 10^8 \text{ m/s}$$

زاوية السقوط وزاوية الانكسار

⊂ يبين الشكل أدناه رسم تخطيطي لانكسار شعاع ضوئي انتقل بين وسطين شفافين.



⊂ **زاوية السقوط:** الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام على الحد الفاصل بين الوسطين ويرمز لها بالرمز (θ_1).

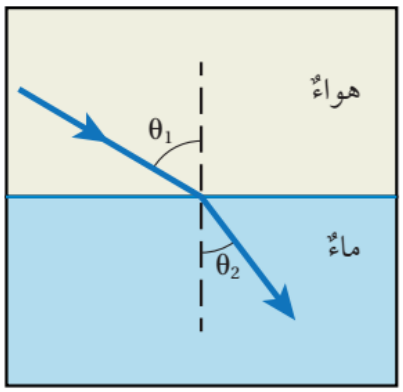
⊂ **زاوية الانكسار:** الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود المقام على الحد الفاصل بين الوسطين ويرمز لها بالرمز (θ_2).

ملاحظات مهمة

- تقل سرعة الضوء عندما ينتقل من الفراغ إلى وسط شفاف لأن معامل انكسار الوسط الشفاف يكون أكبر وبالتالي سرعة الضوء فيه تكون أقل.
- قانون الانكسار الأول: ((كل من الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على الحد الفاصل بين الوسطين)).

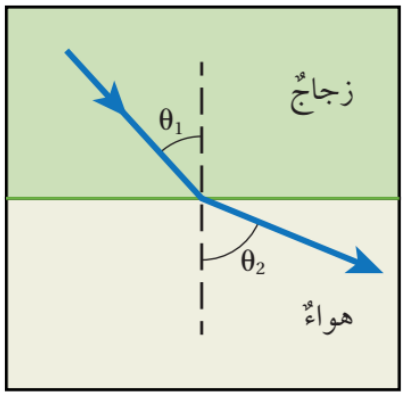
سلوك الضوء عند انتقاله بين الأوساط الشفافة

سؤال وضح ماذا يحدث للشعاع الضوئي عند انتقاله من وسط شفاف معامل انكساره صغير إلى وسط شفاف آخر معامل انكساره كبير؟



عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط شفاف معامل انكساره صغير إلى وسط شفاف آخر معامل انكساره كبير فإن سرعة الضوء تقل وينكسر الشعاع مقتربًا من العمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين وبذلك تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي أقل من زاوية سقوطه في الوسط الأول.

سؤال وضح ماذا يحدث للشعاع الضوئي عند انتقاله من وسط شفاف معامل انكساره كبير إلى وسط شفاف آخر معامل انكساره صغير؟



عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط شفاف معامل انكساره كبير إلى وسط شفاف آخر معامل انكساره صغير فإن سرعة الضوء تزداد وينكسر الشعاع مبتعدًا عن العمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين وبذلك تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي أقل من زاوية سقوطه في الوسط الأول.

قانون الانكسار (قانون سنل)

✪ توصل العالم الألماني ويلبرورد سنل تجريبيًا إلى علاقة رياضية تربط بين زاويتي السقوط والانكسار وهي على الصورة الآتية:

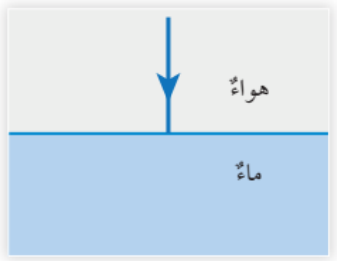
$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2$$

- $n_1 \rightarrow$ معامل انكسار الوسط الأول ، $n_2 \rightarrow$ معامل انكسار الوسط الثاني
- $\theta_1 \rightarrow$ زاوية السقوط ، $\theta_2 \rightarrow$ زاوية الانكسار

أتحقّقُ: إذا انتقل شعاع بين وسطين شفافين وكان ($n_1 > n_2$)، ففي أي الوسطين تكون سرعة الضوء أكبر؟

الوسط الذي له أكبر معامل انكسار تكون سرعة الضوء فيه أقل وبالتالي في الوسط الأول تكون سرعة الضوء أقل.

سؤال: حدد الزاوية التي ينكسر فيها الشعاع الضوئي في الشكل.



$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2$$
$$1 \times \sin(0^o) = 1.33 \times \sin\theta_2$$
$$\sin\theta_2 = 0 \rightarrow \theta_2 = 0^o$$

يعني أن الشعاع يستمر في مساره دون انحراف.

ملاحظات مهمة

- الضوء لا يتغير مساره إذا سقط عموديًا على السطح الفاصل بين وسطين شفافين.

سؤال: انتقل شعاع ضوئي من الماء إلى وسط شفاف غير معلوم، فإذا كانت زاوية سقوط الشعاع (45^o) وزاوية انكساره (38^o)، فاحسب معامل انكسار الوسط غير المعلوم، ثم حدد طبيعته مستعينًا بالجدول.

$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2 \rightarrow 1.33 \times \sin(45^o) = n_2 \times \sin(38^o)$$
$$1.33 \times 0.70 = n_2 \times 0.61 \rightarrow n_2 = 1.52 \rightarrow$$ الوسط مصنوع من الزجاج

تمرين: انتقل شعاع ضوئي من الماس إلى الماء، فإذا كانت زاوية سقوط الشعاع (30^o)، فاحسب ما يأتي:

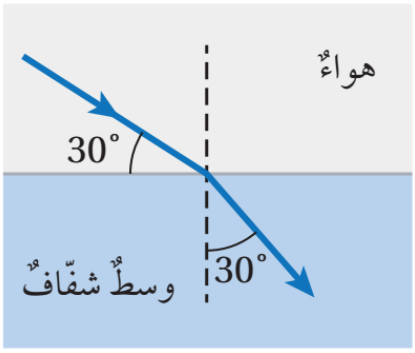
أ) سرعة الضوء في الماس.

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow 2.42 = \frac{3\times10^8}{v} \rightarrow v = 1.23 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ب) زاوية انكسار الشعاع في الماء.

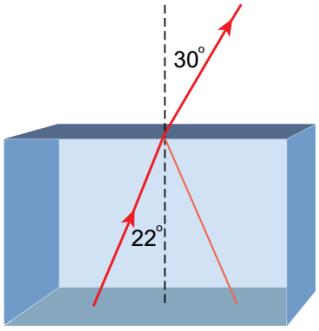
$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2 \rightarrow 1 \times \sin(30^o) = 2.42 \times \sin\theta_2$$
$$\sin\theta_2 = 0.20 \rightarrow \theta_2 = 11.8^o$$

سؤال إضافي يبين الشكل انتقال شعاع ضوئي من الهواء إلى وسط شفاف، معتمداً على الشكل احسب سرعة الضوء في الوسط الشفاف.



$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2$$
$$\rightarrow 1 \times \sin(60^o) = n_2 \times \sin(30^o)$$
$$0.86 = n_2 \times 0.5 \rightarrow n_2 = 1.72$$
$$n = \frac{c}{v} \rightarrow 1.72 = \frac{3\times10^8}{v} \rightarrow v = 1.74 \times 10^8 \text{ m/s}$$

سؤال إضافي تكون زاوية سقوط الشعاع الضوئي وزاوية انكساره على التوالي:



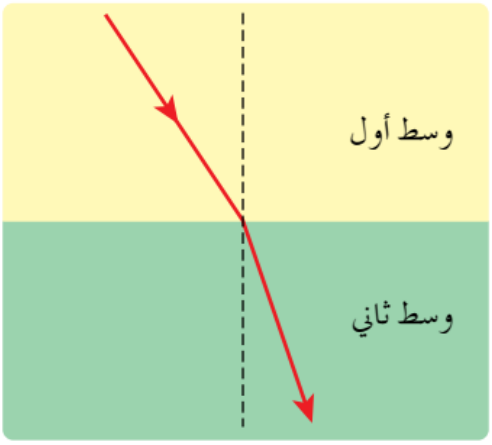
أ) $(22,30)$ ب) $(30,22)$

جـ) $(30,30)$ د) $(22,22)$

سؤال إضافي عندما تكون سرعة الضوء في سائل شفاف تساوي (0.71) من سرعته في الفراغ، فإن معامل انكسار السائل يساوي:

أ) (0.71) ب) (1.44) جـ) (1.41) د) (1.71)

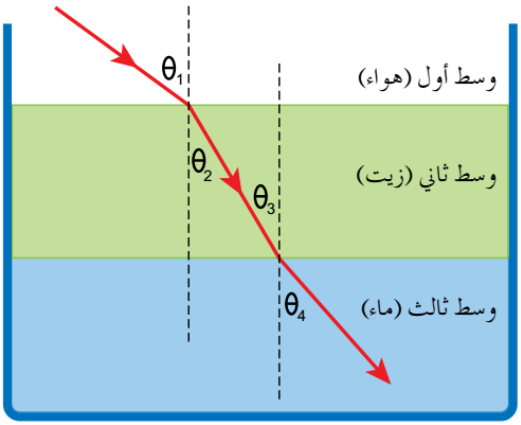
سؤال إضافي سقط شعاع ضوئي من الوسط الأولى إلى الوسط الثاني، كما في الشكل. معتمداً على الشكل، أجب عما يأتي:



أ) أي الوسطين ذو معامل انكسار أكبر؟

ب) أي الوسطين تكون سرعة الضوء فيه أكبر؟

سؤال إضافي سقط شعاع ضوئي من الهواء إلى زيت معامل انكساره (1.48)، ثم إلى ماء معامل انكساره (1.3)، كما في الشكل. إذا كانت الزاوية ($\theta_2 = 30^o$)، احسب:

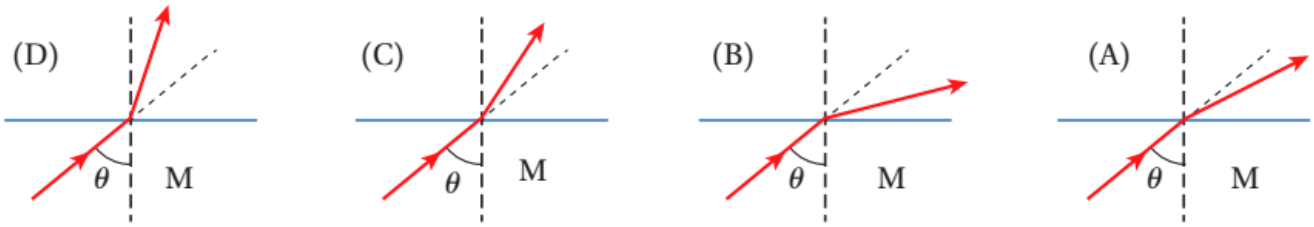


أ) زاوية السقوط في الهواء (θ_1).

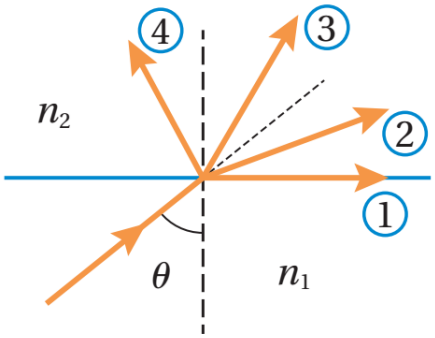
ب) زاوية الانكسار في الماء (θ_4).

سؤال إضافي

سؤال إضافي تُبين الأشكال الآتية انتقال شعاع ضوئي من وسط شفاف (M) إلى أوساط شفافة مختلفة (A, B, C, D). رتب الأوساط الشفافة من الوسط ذي معامل الانكسار الأصغر إلى الوسط ذي معامل الانكسار الأكبر.



سؤال إضافي أي المسارات في الشكل المجاور يمثل أقرب مسار صحيح لشعاع ضوئي ينتقل من وسط شفاف معامل انكساره كبير وسط شفاف معامل انكساره صغير؟



سؤال إضافي يبلغ معامل انكسار الماء نحو ($\frac{4}{3}$). ماذا يحدث لشعاع ضوئي ينتقل من الهواء ($n = 1$) إلى الماء؟

أ) تقل سرعته إلى ($\frac{3}{4}$ c).

ب) تزيد سرعته إلى ($\frac{4}{3}$ c).

جـ) ينكسر بزاوية تساوي ($\frac{3}{4}\theta_1$).

د) ينكسر بزاوية تساوي ($\frac{4}{3}\theta_1$).

حل أسئلة مراجعة الدرس الأول: انكسار الضوء

سؤال 1 وضح المقصود بانكسار الضوء؟

ظاهرة تغير مسار الضوء عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين.

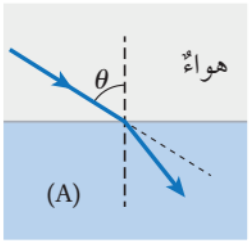
سؤال 2 سرعة الضوء في الزركون (مادة تضاف إلى المجوهرات لتقليد الماس)، إذا كان معامل انكساره (1.92).

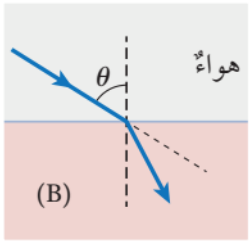
$$n = \frac{c}{v} \rightarrow 1.92 = \frac{3\times10^8}{v} \rightarrow v = 1.56 \times 10^8 \text{ m/s}$$

سؤال 3 إذا كانت سرعة الضوء في وسط شفاف تساوي (1.24×10^8 m/s)، أحسب معامل انكسار الوسط الشفاف.

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow n = \frac{3\times10^8}{1.24\times10^8} \rightarrow n = 2.41$$

سؤال 4 يبين الشكل انتقال شعاع ضوئي من الهواء إلى وسط شفاف (A)، وإلى وسط شفاف آخر (B) بزاوية السقوط نفسها. بين في أي الوسطين (A) أو (B) تكون سرعة الضوء أكبر.

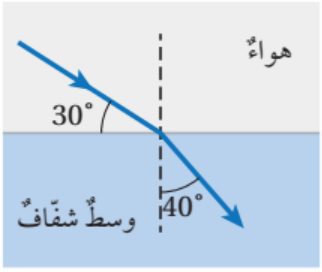




في الوسط (A) زاوية الانكسار أكبر من زاوية الانكسار في الوسط (B) وبالتالي تكون سرعة الضوء في الوسط (A) أكبر ومعامل الانكسار أصغر.

سؤال 5 يبين الشكل انتقال شعاع ضوئي من الهواء إلى وسط شفاف، معتمداً على الشكل جد ما يأتي:

أ. زاوية السقوط.



$$\theta_1 = 90^o - 30^o = 60^o$$

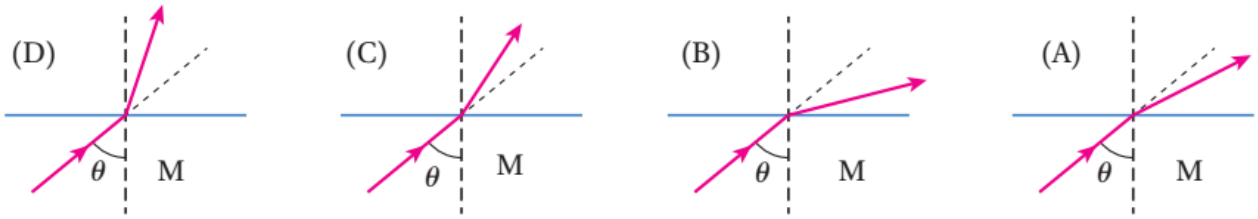
ب. معامل انكسار الوسط الشفاف.

$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2 \rightarrow 1 \times \sin(60^o) = n_2 \times \sin(40^o)$$
$$0.86 = n_2 \times 0.64 \rightarrow n_2 = 1.34$$

جـ. سرعة الضوء في الوسط الشفاف.

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow 1.34 = \frac{3\times10^8}{v} \rightarrow v = 2.23 \times 10^8 \text{ m/s}$$

سؤال 6 تبين الأشكال الآتية انتقال شعاع ضوئي من وسط شفاف (M) إلى أوساط شفافة مختلفة (A, B, C, D). رتب الأوساط الشفافة من الوسط ذي معامل الانكسار الأكبر إلى الوسط ذي معامل الانكسار الأصغر.



$$\theta_B > \theta_A > \theta_C > \theta_D \rightarrow v_B > v_A > v_C > v_D$$
$$\rightarrow n_B < n_A < n_C < n_D$$

سؤال 7 صمّم طالب تجربة لقياس معامل انكسار مادة شفافة، بإسقاط شعاع ضوئي من الهواء على المادة الشفافة، وقياس كل من زاوية السقوط وزاوية الانكسار، فكانت زاوية السقوط تساوي (10^o) وزاوية الانكسار تساوي (13^o). فهل يمكن أن تكون القيم التي سجلها الطالب لزاويتي السقوط والانكسار صحيحة؟ وضح إجابتك.

عند انتقال الشعاع الضوئي من الهواء إلى أي مادة شفافة ينكسر مقتربًا بسبب نقصان سرعته وبالتالي تكون زاوية انكساره في الوسط الشفاف أقل من زاوية سقوطه في الهواء لذلك لا يمكن أن تكون القيم التي سجلها الطالب صحيحة لأن زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط.

☑ بإمكانكم حجز بطاقة أساس مع الأستاذ معاذ أبو يحيى.
- المبيعات: 062229990 • مبيعات (واتس): 0799797880
- أو من خلال شراء البطاقة من المكتبات المعتمدة للمنصة.