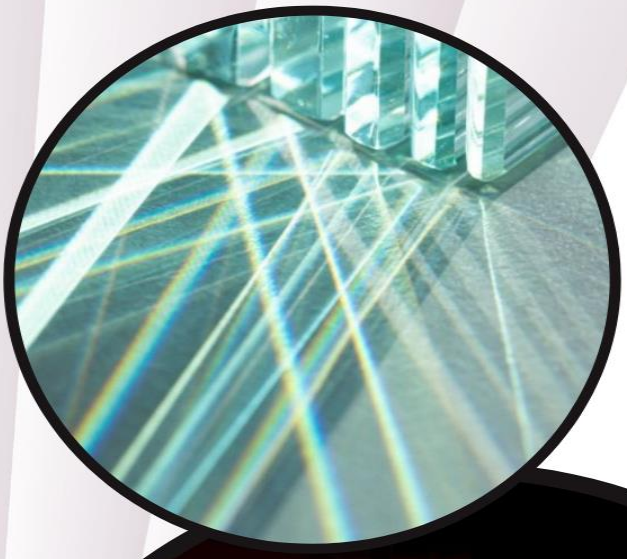
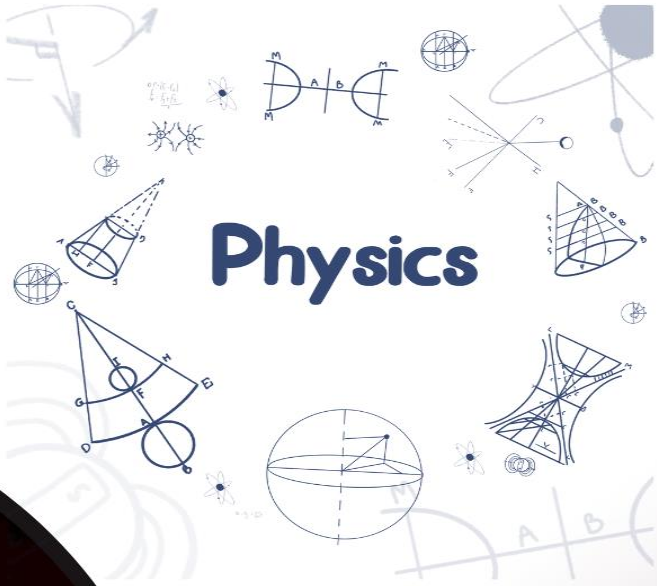
(10)

النضال في الفيزياء

الصف التاسع

الفصل الثاني





إعداد

أ. محمد الدرابيع

الدرس الأول انكسار الضوء

أولا الانكسار

أهمية الضوء في حياتنا			
1	سبب رؤيتنا الأشياء من حولنا،	2	يسهل علينا استكشاف العالم المحيط بنا.
العمليات التي تساعدنا على رؤية العالم من حولنا			
1	انعكاس الضوء	2	انكسار الضوء
كيفية حدوث الرؤية			
عندما يدخل الضوء القادم من هذه الأجسامِ إلى أعيننا ينكسر عن طريق العدسة الموجودة في أعيننا ويتركز على الشبكية			

الانكسار	
1	هو ظاهرة تغير مسار الضوء عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين.
2	ينتقل الضوء في الفراغ أو في الوسط الشفّافِ المتجانس (كالماء والزجاج) بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم دون أن ينحرف،
3	تختلف سرعة الضوء في الأوساط الشفّافة باختلافِ هذه الأوساط، لذا عندما ينتقل الضوء من وسط شفاف إلى وسط شفاف آخر فإن سرعته تتغير، ما يؤدي إلى تغير مساره.
نستنتج من الشكل	
	عند وضع قلما في كأس بها ماء فإن القلم يظهر مكسورًا عند سطح الماء كما في الشكل الموضح وذلك لأن الأشعة الضوئية القادمة من الجزء المغمور في الماء من القلم والساقطة على العين قد غيرت مسار حركتها (انكسرت) عندما انتقلت من الماء إلى الهواء وذلك بسبب تغير سرعتها، ما يؤدي إلى تغير مساره.

ثانيا معامل الانكسار

معامل الانكسار	
1	هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ (c) إلى سرعته في الوسط الشفاف (v) ويرمز له بالرمز (n)
2	يعطى معامل الانكسار بالعلاقة الأتية : $n = \frac{c}{v}$ c : سرعة الضوء وتبلغ ($3 \times 10^8\ m/s$). v : سرعة الضوء في الوسط الشفاف.

مهم	
1	لا يوجد لمعامل الانكسار وحدة قياس لأنه حاصل قسمة كميتين لهما وحدة القياس نفسها.
2	لا يمكن أن يكون معامل الانكسار أقل من واحد 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. $n \geq 1$
3	أكبر سرعة للضوء تكون في الفراغ.
4	يعتبر معامل الانكسار مقياسا لقدرة الوسط الشفاف على كسر الأشعة الضوئية.
5	العلاقة بين معامل انكسار الوسط وكثافة الوسط علاقة طردية فكلما زادت كثافة الوسط زاد معامل انكساره والعكس صحيح.
6	كلما كان معامل انكسار الوسط أكبر كانت قدرته على كسر الأشعة الضوئية أكبر.
7	العلاقة بين معامل انكسار الوسط وسرعة الضوء في الوسط علاقة عكسية فكلما زاد معامل انكسار الوسط قلت سرعة الضوء فيه.

مثال (1)

- يبين الجدول الأتي معاملات الإنكسار لبعض المواد الشفافة ، من خلال دراستك للجدول أجب عما يأتي :

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

أ- المادة الأقل كثافة : الهواء

ب- بأي بمادة تكون سرعة الضوء أقل ما يمكن : الألماس

ج- احسب سرعة الضوء في الأستيون علما بأن سرعة الضوء في الفراغ ($3 \times 10^8\ m/s$) :

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1.36} = 2.2 \times 10^8\ m/s$$

د- ما هي المادة التي سرعة الضوء فيها تساوي ($1.948 \times 10^8\ m/s$) علما بأن سرعة الضوء في الفراغ ($3 \times 10^8\ m/s$) :

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8}{1.948 \times 10^8} = 1.54 \rightarrow \text{الكوارتز}$$

مثال (2)

- مستعينا بالجدول السابق ، جد سرعة الضوء في الماء والزجاج :

* الماء :

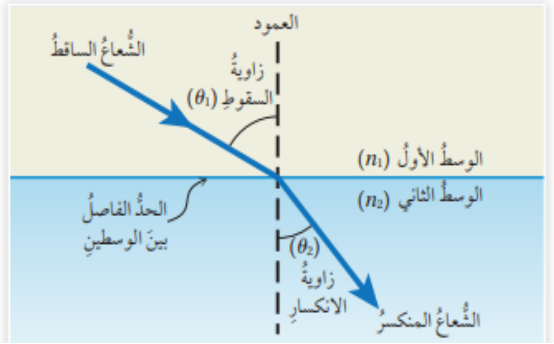
$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1.33} = 2.25 \times 10^8\ m/s$$

* الزجاج :

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

تمثيل الانكسار بالرسم

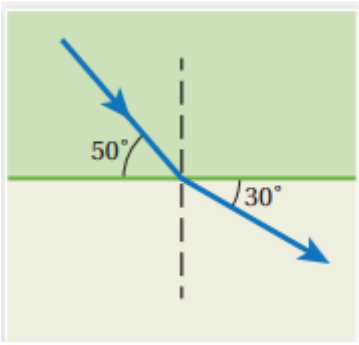
مصطلحات مهمة	
1	**الوسط الأول** : الوسط الشفاف الذي يسقط فيه الشعاع الضوئي، ومعامل انكساره (n_1).
2	**الوسط الثاني** : الوسط الشفاف الذي ينتقل فيه الشعاع المنكسر، ومعامل انكساره (n_2).
3	**الحد الفاصل بين الوسطين** : سطح التقاء الوسط الأول مع الوسط الثاني.
4	**العمود** : الخط العمودي على الحد الفاصل بين الوسطين الشفافين والمقام من نقطة السقوط (نقطة التقاء الشعاع الساقط بالحد الفاصل بين الوسطين).
5	**زاوية السقوط** : الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود، ويُرمز إليها بالرمز (θ_1) .
6	**زاوية الانكسار**: الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود، ويُرمز إليها بالرمز (θ_2) .



- كل من الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود تقعُ جميعها في مستوى واحد عمودي على الحد الفاصل بين الوسطين.

- تقل سرعة الضوء عندما ينتقل من الفراغ إلى وسط شفاف لأن معامل انكسار الوسط الشفاف يكون أكبر وبالتالي سرعة الضوء فيه تكون أقل.

مثال (3)



- حدد كلا من زاوية السقوط وزاوية الانكسار في الشكل :

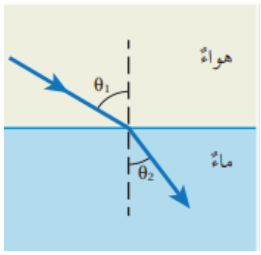
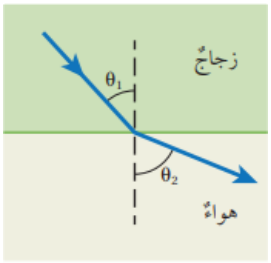
- زاوية السقوط (θ_1) :

$$\theta_1 = 90° - 50° = 40°$$

- زاوية الانكسار (θ_2) :

$$\theta_2 = 90° - 30° = 60°$$

ثالثا قانون الانكسار (قانون سنل)

1		انتقال شعاع الضوء 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 **مقتربا** من العمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين وبذلك تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي **أقل** من زاوية سقوطه في الوسط الأول.
2		انتقال شعاع الضوء 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 **مبتعدا** عن العمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين وبذلك تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي **أكبر** من زاوية سقوطه في الوسط الأول.

قانون سنل

- عام 1621 توصل العالم الألماني ويلبرورد سنل تجريبيا إلى علاقة رياضية تربط بين زاويتي السقوط والانكسار، وهي على الصورة الآتية:

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

n_1: معاملُ انكسارِ الوسطِ الأولِ θ_1: زاويةُ السقوطِ

n_2: معاملُ انكسارِ الوسطِ الثاني θ_2: زاويةُ الانكسارِ

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 الثاني تكون سرعة الضوء أكبر.

مثال (1)

- حدد الزاوية التي ينكسر فيها الشعاع الضوئي في الشكل.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$1 \times \sin 0 = 1.33 \times \sin\theta_2$$
$$\theta_2 = 0°$$

- الشعاع الضوئي لا يتغير مساره إذا سقط عموديا على السطح الفاصل بين وسطينِ شفافين، ومع ذلك فإن سرعته تتغير، فالانكسار هو نتيجةً لتغير سرعة الضوء عندما ينتقل من وسط شفاف إلى وسط شفّافٍ آخر، وليس سببا لهذا التغير.

مثال (2)

- انتقل شعاع ضوئي من الماء إلى وسط شفاف غير معلوم، فإذا كانت زاوية سقوط الشعاع $45°$ وزاوية انكساره $38°$، فأحسبُ معامل انكسار الوسط غير المعلوم، ثمَّ أحدّد طبيعته :

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \rightarrow 1.33 \sin 45° = n_2 \sin 38°$$
$$1.33 \times 0.7 = n_2 0.61 \rightarrow n_2 = \frac{0.931}{0.61} = 1.52 \rightarrow \text{الزجاج}$$

مثال (3)

- انتقل شعاع ضوئي من الماس إلى الماء، فإذا كانت زاوية سقوط الشعاع $30°$، فأحسب ما يأتي:

أ- سرعة الضوء في الألماس :

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

ب- زاوية انكسار الشعاع في الماء

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \rightarrow 2.42 \sin 30° = 1.33 \sin\theta_2 \rightarrow sin\,\theta_2 = \frac{2.42\, sin\, 30°}{1.33}$$
$$\theta_2 = \sin^{-1}\frac{1.21}{1.33} = 65.4°$$

مثال (4)

- يتحرك شعاع ضوء في الهواء ثم يسقط بزاوية سقوط مقدارها $48°$. إذا انكسر الشعاع بزاوية مقدارها $12°$ فاحسب سرعة الضوء في هذه المادة.

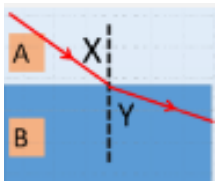
$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \rightarrow 1 \sin 48° = n_2 \sin 12°$$

$$1 \times 0.74 = n_2 0.2 \rightarrow n_2 = \frac{0.74}{0.2} = 3.7$$

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{3.7} = 0.81 \times 10^8\ m/s$$

مثال (5)

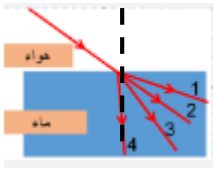
أ- سقط شعاع ضوئي من الوسط الأولى إلى الوسط الثاني، كما في الشكل. معتمدًا على الشكل، أجب عما يأتي:



1- أي الوسطين ذو معامل انكسار أكبر؟ A

2- أي الوسطين تكون سرعة الضوء فيه أكبر؟ B

ب- فى الشكل المقابل شعاع ضوئى يسقط من الهواء إلى الماء أى الأشعة يمثل الشعاع المنكسر فى الماء :

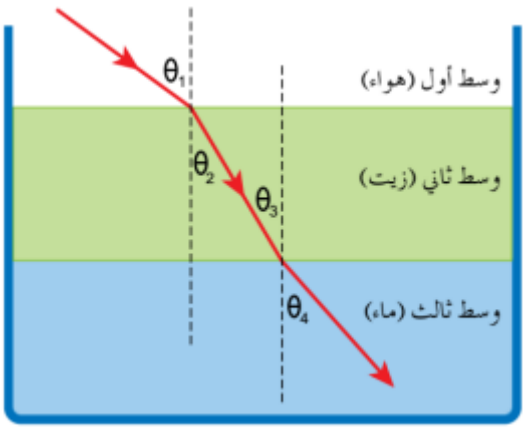


3 -

مثال (6)

- سقط شعاع ضوئي من الهواء إلى زيت معامل انكساره (1.48)، ثم إلى ماء معامل انكساره (1.33) ، كما في الشكل. إذا كانت الزاوية ($\theta_2 = 30°$) ، جد ما يلي :

1- زاوية السقوط في الهواء (θ_1).



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

$$1 \times \sin\theta_1 = 1.48 \sin 30°$$

$$sin\,\theta_1 = \frac{1.48\, sin\, 30°}{1} = 0.74$$

$$\theta_1 = \sin^{-1} 0.74 = 47.7°$$

2- زاوية الانكسار في الماء (θ_4).

$$n_2 \sin\theta_3 = n_3 \sin\theta_4 \rightarrow 1.48 \sin 47.7° = 1.33 \sin\theta_4$$
$$1.1 = 1.33\, sin\,\theta_4 \rightarrow sin\,\theta_4 = \frac{1.1}{1.33} = 0.82 \rightarrow \theta_4 = sin^{-1}\,0.82 = 55°$$

مراجعة الدرس

1- وضح المقصود بانكسار الضوء؟
- ظاهرة تغير مسار الضوء عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين.

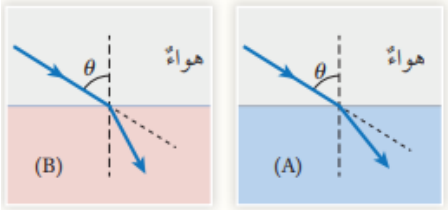
2- أحسب سرعة الضوء في الزركون (مادة تضاف إلى المجوهرات لتقليد الماس)، إذا كان معامل انكساره $(n = 1.92)$.

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

3- إذا كانتْ سرعة الضوء في وسط شفاف تساوي ($1.24 \times 10^8\, m/s$) ، أحسب معامل انكسار الوسط الشفّاف.

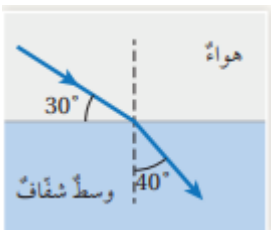
$$n = \frac{c}{v} \rightarrow \frac{3 \times 10^8}{1.24 \times 10^8} = 2.41$$

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.

5- يبين الشكل انتقال شعاع ضوئي من الهواء إلى وسط شفاف، معتمدًا على الشكل، أجد ما يأتي:



أ - زاوية السقوط.
ب - معامل انكسار الوسط الشفّاف.
ج - سرعة الضوء في الوسط الشفّافِ.

أ-

$$\theta_1 = 90° - 30° = 60°$$

ب-

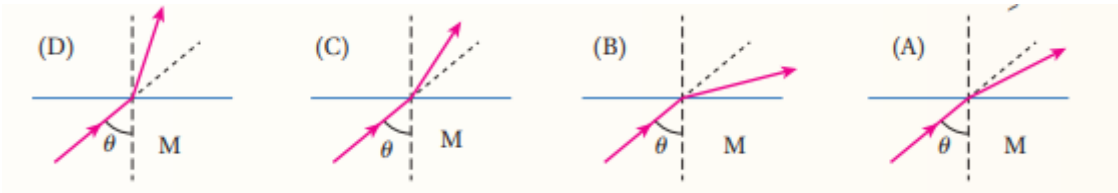
$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \rightarrow 1 \sin 60° = n_2 \sin 40°$$

$$0.86 = n_2 0.64 \rightarrow n_2 = \frac{0.86}{0.64} = 1.34$$

ج-

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

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



$$n_B < n_A < n_C < n_D$$

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°) وزاوية الانكسار تساوي (13°). 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 مقتربا 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.

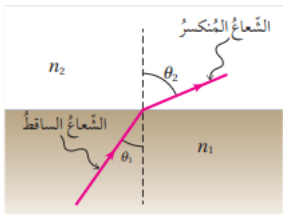
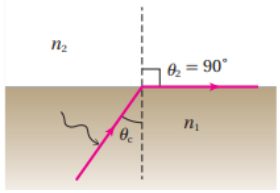
الدرس الثاني | تطبيقات وظواهر بصرية

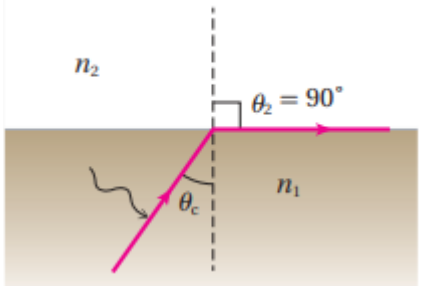
أولا | الانعكاس الكلي الداخلي والزاوية الحرجة

الظواهر البصرية (الضوئية) التي تحدث في الطبيعة التي تنشأ بسبب انكسار الضوء				
الانعكاس الكلي الداخلي	الزاوية الحرجة	السراب	قوس المطر	الألياف الضوئية

الزاوية الحرجة

الزاوية الحرجة	زاوية سقوط في وسط معامل انكساره كبير تنتج عنها زاوية انكسار في وسط معامل انكساره صغير مقدارها ($90°$) ويرمز له بالرمز (θ_c) .

	عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط شفاف معامل انكساره كبيرٌ إلى وسط آخر معامل انكساره صغير فإنه ينكسر مبتعدا عن العمود، أي تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي أكبر من زاوية سقوطه.
	نظرا إلى أن (θ_2) أكبر دائمًا من (θ_1)، فإنه عند زاوية سقوط معينة تكون زاوية الانكسار ($90°$)، عندما يكون الشعاع الضوئي المنكسر ملامسا للحد الفاصل بين الوسطين الشفافين. - وفي هذه الحالة تكون زاوية السقوط هي الزاوية الحرجة ($\theta_1 = \theta_c$).

يمكننا التوصل لعلاقة لحساب الزاوية الحرجة من خلال قانون سنل	
- بتعويض : ($\theta_1 = \theta_c$) ، ($\theta_2 = 90°$) بقانون سنل نحصل على العلاقة الأتية : $$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$ $$n_1 \sin\theta_c = n_2 \sin 90°$$ $$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$	

مهم	
1	يمكن الحصول على الزاوية الحرجة فقط عندما ينتقل الشعاع الضوئي من الوسط الذي معامل انكساره كبير إلى الوسط الذي معامل انكساره صغير. $n_1 > n_2 \rightarrow v_1 < v_2$
2	إذا انتقل الضوء من وسط شفاف إلى الفراغ (الهواء) على أن تكون زاوية سقوطه في الوسط الشفاف تساوي الزاوية الحرجة فإن : - ($n_1 = n$) ، ($n_2 = 1$) $sin\,\theta_c = \frac{1}{n}$

مثال (1)

- أحسب الزاوية الحرجة للماء، علمًا أنَّ معامل انكسار الماء (1.33).

$$sin\,\theta_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.33} = 0.75 \rightarrow \theta_c = \sin^{-1} 0.75 = 48.6°$$

مثال (2)

- أحسب الزاوية الحرجة لقالب من الزجاج، علمًا أنَّ معامل انكسار الزجاج (1.5).

$$sin\,\theta_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} = 0.666 \rightarrow \theta_c = \sin^{-1} 0.666 = 41.8°$$

مثال (3)

- أحسب الزاوية الحرجة لضوء ساقط من الزجاج الى الماء .

$$sin\,\theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.33}{1.5} = 0.886 \rightarrow \theta_c = \sin^{-1} 0.886 = 62.3°$$

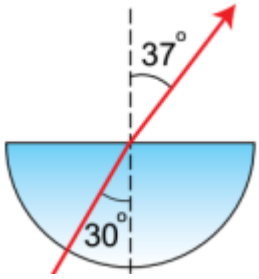
مثال (4)

- إذا كانت سرعة الأشعة الضوئية خلال وسط شفاف($2.23 \times 10^8\ m/s$) ، فاحسب مقدار الزاوية الحرجة لهذا الوسط الشفاف.

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8}{2.23 \times 10^8} = 1.34 \rightarrow sin\,\theta_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.34} = 0.74$$
$$\theta_c = sin^{-1} 0.74 = 47.7°$$

مثال (5)

- يوضح الشكل سقوط شعاع ضوئي من قطعة شفافة إلى الهواء، معتمدًا على قيم الزوايا المبينة على الشكل، احسب الزاوية الحرجة للمادة الشفافة.



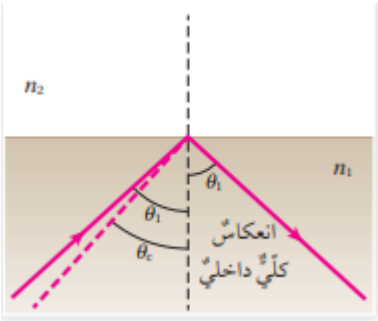
$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \rightarrow n_1 \sin 30° = 1 \sin 37°$$

$$n_1 \times 0.5 = 1 \times 0.6 \rightarrow n_1 = \frac{0.6}{0.5} = 1.2$$

$$sin\,\theta_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.2} = 0.833 \rightarrow \theta_c = sin^{-1}\,0.833 = 56.4°$$

الانعكاس الكلي الداخلي

الانعكاس الكلي الداخلي	
1	هو العملية التي تنعكس فيها الأشعة الضوئية كليا في الوسط الذي سقطت فيه.
2	شروط حدوث (الانعكاس الكلي الداخلي) : أ - أن يكون الوسط الذي يسقط فيه الشعاع الضوئي معامل انكساره كبير. ب- أن تكون زاوية سقوط الشعاع الضوئي أكبر من الزاوية الحرجة.



مثال (1)

أ- أبين أي الشكلين (أ، ب) يمكنُ أن يحقق شروط حدوث انعكاس كلي داخلي عندما تسقط الأشعة الضوئية في الوسط الأول.

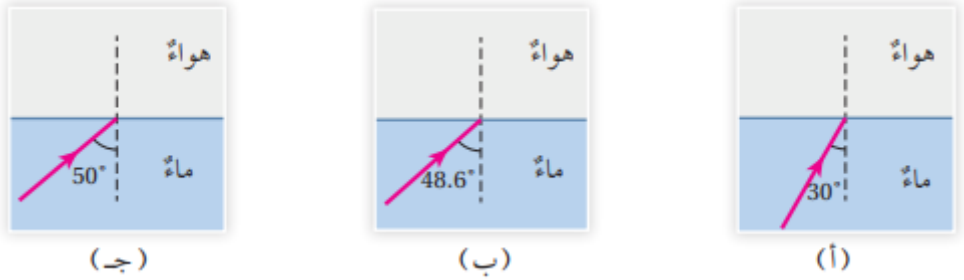
* الشكل (ب)، لأن $(\theta_1 < \theta_2)$ وهذا يدلُّ بحسب قانون سيل على أنَّ ، $(n_1 > n_2)$ أي أنَّ الضوء ينتقل من الوسط ذي معامل الانكسار الأكبر إلى الوسط ذي معامل الانكسار الأصغر، وحتى تنعكس الأشعة الضوئية انعكاسا كليا داخليا في الوسط الأول، يجب أن تسقط بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة.

ب- إذا كان معاملا الانكسار للوسطين الأول والثاني على الترتيب للشكل (ب): 1.8 ، 1.3، فأحسب الزاوية الحرجة في الوسط الأول.

$$sin\,\theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.3}{1.8} = 0.72 \rightarrow \theta_c = \sin^{-1}\,0.72 = 46.2°$$

مثال (2)

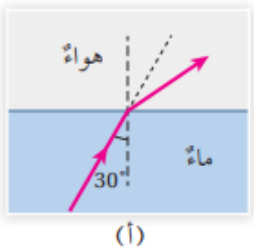
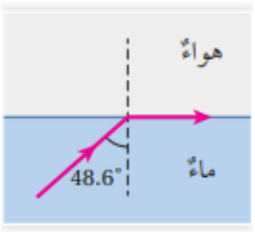
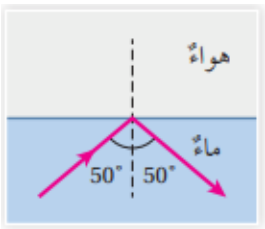
- أكمل مساراتِ الأشعة في الأشكال الآتية لتوضيح مسار الضوء في كل حالة.



(جـ) (ب) (أ)

- أولا نجد الزاوية الحرجة للماء :

$$sin\,\theta_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.33} = 0.75 \rightarrow \theta_c = \sin^{-1} 0.75 = 48.6°$$

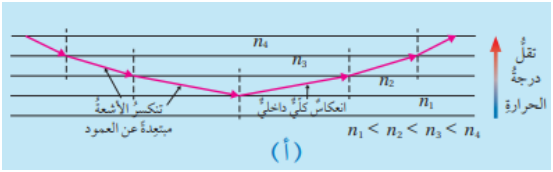
زاوية السقوط أقل من الزاوية الحرجة للماء، والشعاعُ الضوئي يتجه من وسط شفاف معامل انكساره كبير إلى وسط معامل انكساره صغير، لذا سينكسر الشعاعُ الضوئي عند الحد الفاصل مبتعدا عن العمود، على نحو ما يظهر في الشكل المجاور.	 (أ)
زاوية السقوط تساوي الزاوية الحرجة للماء، لذا سينكسر الشعاع الضوئي عند الحد الفاصل بزاوية تساوي 90°، أي ملامسا للحد الفاصل بين الوسطين، على نحو ما يظهر في الشكل المجاور.	 (ب)
زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة للماء، لذا سينعكسُ الشعاع الضوئي انعكاسا كليًّا داخليا عند الحد الفاصل بزاوية تساوي زاوية السقوط، على نحو ما يظهر في الشكل المجاور.	 (جـ)

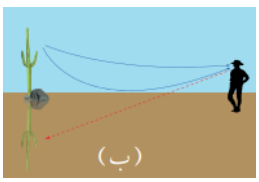
ثانيا — السراب

السراب	
1	هو ظاهرة طبيعية تحدث نتيجة انكسارات متتالية للضوء خلال طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض وهو يقسم إلى نوعين (سراب قطبي) و (سراب صحراوي).
2	يشير السراب عادة إلى الخداع البصري الذي يراه مراقب في الصحراء حيث يرى صورة جسم بعيد على أنه بركة ماء كما هو موضح في الشكل.
3	يرى السراب أيضا في مناطق أخرى في أيام الصيف الحارة ولا سيما على الطرقات.

السراب الصحراوي (السفلي)

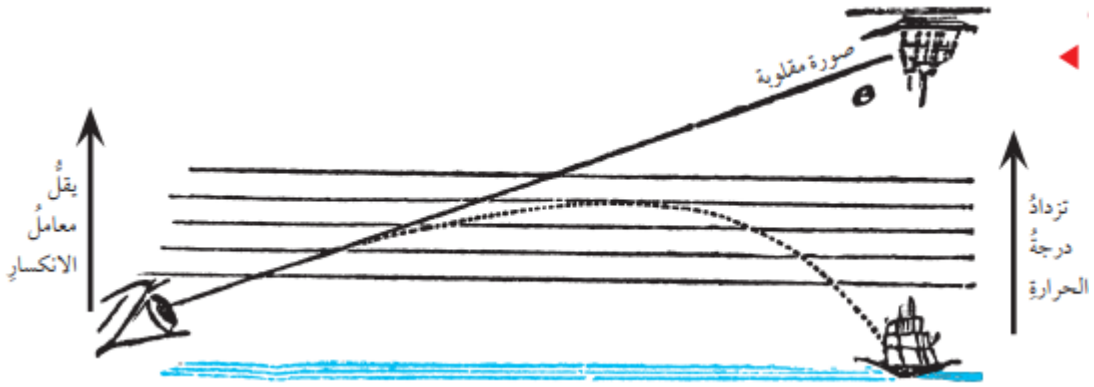
1	في أيام الصيف الحارة يكون الهواء الملامس لسطح الأرض وقت الظهيرة ساخنا جدا.
2	تقل سخونة الهواء بالابتعاد عن سطح الأرض أي أن درجة الحرارة تتناقص مع الارتفاع.
3	معامل انكسار الهواء يزداد بنقصان درجة حرارته لذا يزداد معامل الانكسار مع الارتفاع عن سطحالأرض.
4	الأشعة الضوئية القادمة من جسم مرتفع بعيد نسبيًا يحدث لها انكسارات متتالية عند انتقالها خلال طبقات الهواء بسبب اختلافها في معامل الانكسار.
5	تنكسر الأشعة مبتعدة عن العمود بحسب قانون سنل كما هو مبين في الشكل (أ).
6	عند حد معين تزيد فيه زاوية السقوط عن الزاوية الحرجة تنعكس الأشعة الضوئية انعكاسا كليًا داخليًا ثم تستمر في الانحناء إلى أعلى حيث تظهر صورة مقلوبة للجسم على امتداد آخر شعاع يصل إلى عين المراقب كما هو مبين في الشكل (ب).

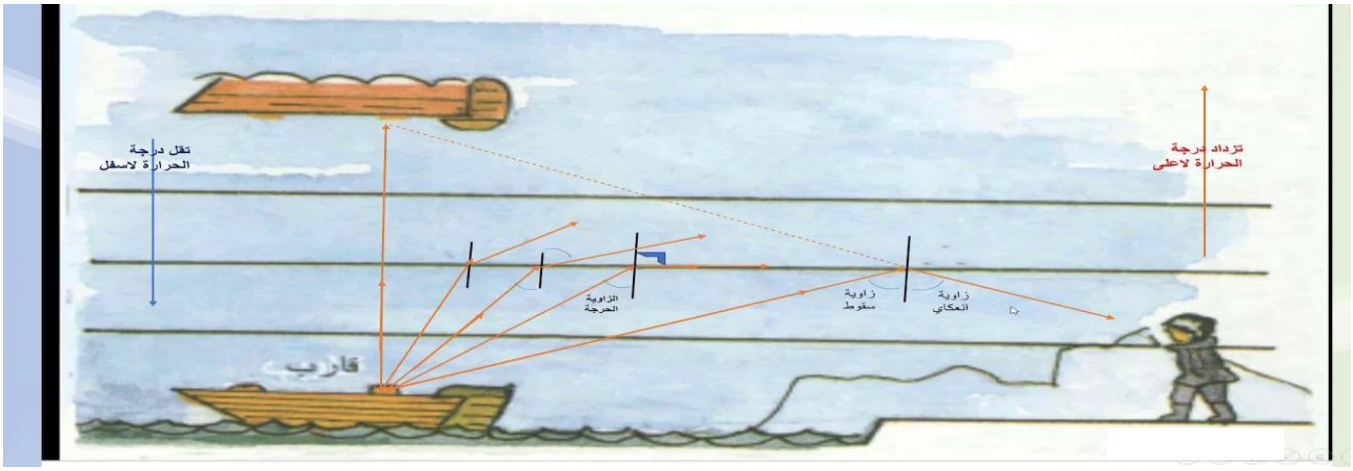




السراب القطبي (العلوي)

1	في المناطق القطبية الباردة يكون الهواء الملامس لسطح الأرض أكثر برودة من الذي فوقه حيث تزيد درجة حرارة الهواء كلما أتجهنا بعيدًا عن سطح الأرض.
2	معامل الانكسار يقل مع الارتفاع.
3	للأشعة الضوئية القادمة من جسم بعيد وقريب من سطح الأرض يحدث لها انكسارات متتالية خلال طبقات الهواء، وعندما تصبح زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة عند الحد الفاصل بين طبقتين متجاورتين من الهواء فإن الأشعة تنعكس انعكاسا كليًا داخليا.
4	يرى المراقب في الأعلى صورة مقلوبة للجسم على امتداد آخر شعاع يصل إلى عينه كما هو مبين في الشكل.



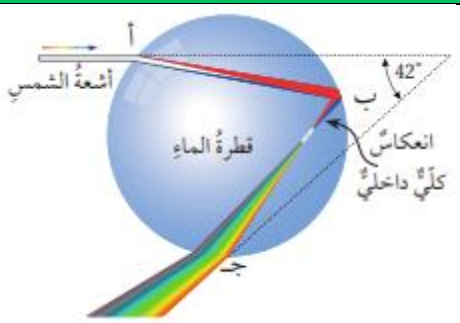


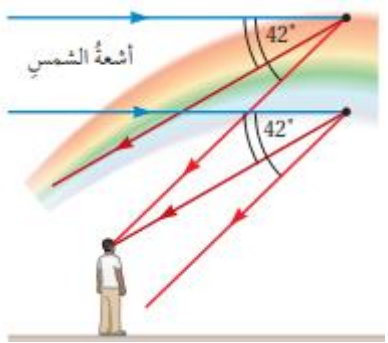
ثالثا قوس المطر

المنشور الزجاجي	
1	يتكون الضوء الأبيض (مثل ضوء الشمس أو مصباح التنغستون) من سبعة ألوان يطلق عليها عادة ألوان الطيف المرئي.
2	يمكن رؤية ألوان الطيف باستخدام منشور زجاجي من خلال توجيه أحد اوجه المنشور نحو الشمس واستقبال ألوان الطيف على ورقة بيضاء توضع في الجهة المقابلة للشمس على نحو ما يظهر في الشكل.

فكرة تحليل المنشور الزجاجي لألوان الطيف	
1	معامل انكسار المنشور أو أي مادة شفافة يتغير بتغير لون الضوء الساقط عليه.
2	لكل لون من ألوان الطيف معامل انكسار مختلف عن الآخر فأكبرها للون البنفسجي وأقلها للون الأحمر.
3	تكون زاوية انكسار اللون البنفسجي بحسب قانون سنل أكبر ما يمكن يليه النيلي، وهكذا..
4	تظهر ألوان الطيف مرتبة بحسب معاملات الانكسار للمنشور أو أي مادة شفافة يعبرها الضوء.

ماذا يحدث تمامًا عند مرور ضوء الشمس عبر قطرات الماء المعلقة في الهواء في فصل الشتاء؟	
1	يوضح الشكل سقوط أشعة ضوئية من الشمس على قطرة مطر معلقة في الهواء بزاوية تحقق شروط حدوث انعكاس كلي داخلي.
2	تنكسر الأشعة الضوئية عند النقطة (أ) من سطح القطرة مقتربة من العمود بزوايا تختلف باختلاف لون الضوء، ثم تسقط على السطح الداخلي للقطرة عند النقطة (ب)، فتنعكس انعكاسا كليا داخل القطرة.
3	تكون زاوية سقوط الأشعة عند النقطة (ب) أكبر من الزاوية الحرجة للماء ثم تسقط عند نقطة أخرى (جـ) من السطح الداخلي للقطرة فتنكسر مبتعدة عن العمود بزوايا مختلفة وتتابع مسيرها خارج قطرة المطر.
4	تتكرر هذه العملية في قطرات الماء المتجاورة لتشكل في النهاية حلقة دائرية من ألوان الطيف المرئي يظهر منها قوس فقط لمشاهد على سطح الأرض يقف متوجها لجهة معاكسة للشمس وهذا القوس يعرف باسم قوس المطر أو قوس فزح.





علل : تبلغ الزاوية الحرجة للماس نحو (24.4°) درجةً تقريبا :

علل : يظهر الألماس متلألئا :

- عندما يدخل الضوء إلى الماس يحدث له العديد من الانعكاسات الكلية الداخلية، إذْ يُصمَّم سطحه الخارجي على أن يكون له أوجه متعددة تهدف إلى جعل الضوء يتركز ويخرجُ من أماكن معينة، تكون زاوية سقوطه عندها أقل من 24.4 درجةً، فيظهر متلألئا من هذه الأماكن.

عندما نشاهد غروب الشمس نراها دقائق عدة بعد أن تسقط وراء الأفق.

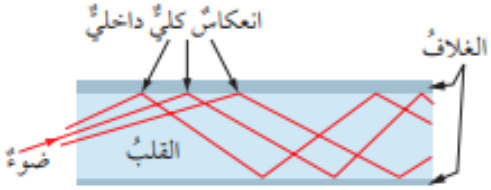
- نظرًا إلى أَن الضوء القادم من الشمس تحدثُ له انكسارات متعدّدة بعد دخوله الغلاف الجوي، إذ تزداد كثافة طبقات الغلافِ الجوي تدريجيا كلَّما اتجهنا نحو الأسفل، فتزداد معاملات انكسارها، لذا فإن مسار الضوء ينحني تدريجياً نحو سطح الأرض، فيرى مراقب على الأرض الشمس على امتدادِ آخر شعاع يصله منها.

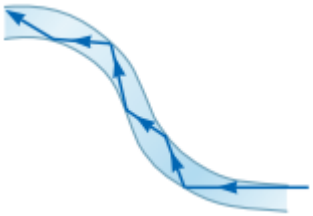
لماذا لا يُرى قوس المطر لشخص يقف متوجهًا نحو الشمس ؟

- لأن الأشعة الضوئية المنعكسة كليًا داخل قطرات المطر لا تصل لعين الشخص إذا كان وافقًا متوجها نحو الشمس.

رابعا — الألياف الضوئية

1	هي عبارة عن أنابيب رفيعة وشفافة تُصنع عادة من الزجاج أو البلاستيك، وتُستخدم لنقل الضوء.
2	تعد الألياف الضوئية أحد أكثر التطبيقات شيوعًا على الانعكاس الكلي الداخلي التي تستخدم على نطاق واسع لا سيما في الطب والاتصالات.
	مكونات الألياف الضوئية
1	يتكون الليف الضوئي من أنبوبين متداخلين، القلب ويتراوح قطره من (50 - 10) ميكرومتر والغلاف يبلغ قطره نحو (125) ميكرومتر.
2	كلاهما من مادتين شفافتين مختلفتين ويكون معامل انكسار مادة الغلاف أقل منه لمادة القلب ليبقى الضوء داخل قلب الليف الضوئي.
3	عندما يدخل الضوء إلى قلب الليف الضوئي، ونظرا إلى أن قطرة صغير جدا فإن الضوء يسقط دائما على الحد الفاصل بين القلب والغلاف بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث له انعكاس كلي داخلي كما يظهر في الشكل المجاور.
4	يحافظ الليف الضوئي على الطاقة الضوئية وينقلها إلى مسافات بعيدة دون ضياع يُذكر للطاقة.

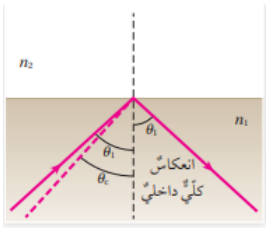


تمتاز الألياف الضوئية بمرونتها العالية إذ يمكن ثنيها كما يظهر في الشكل دون أن يؤثر ذلك في كفاءتها على نقل الضوء.	

دور الألياف الضوئية في مجال الطب		
1	أحدثت الألياف الضوئية ثورة في التقنيات الجراحية وعمليات التنظير التشخيصية والعلاجية وتصوير الأجزاء الداخلية.	
2	يستخدم المنظار الذي تعد الألياف الضوئية الجزء الرئيس منه لاستكشاف الأعضاء الداخلية المختلفة بصريا دون جراحة.	
3	تسمح مرونة الألياف الضوئية للأطباء بالتنقل داخل مناطق مثل الأمعاء والقلب والأوعية الدموية والمفاصل كما يظهر في الشكل (أ) المجاور.	
4	يمكن أيضا إجراء عمليات جراحية مثل الجراحة بالمنظار على مفصل الركبة أو الكتف أو إزالة الزوائد اللحمية والأورام باستخدام أدوات القطع الملحقة بالمنظار كما هو مبين في الشكل (ب).	
دور الألياف الضوئية في مجال الاتصالات		
1	تستخدم الألياف الضوئية لنقل إشارات المحادثات الهاتفية واتصالات الإنترنت بكفاءة عالية جدا من حيث الحفاظ على سرية البيانات ومقاومتها للتشويش وحجم المعلومات التي تنقل مقارنة بالأسلاك النحاسية.	
2	يمكن لليف الزجاجي الواحد بسمك شعرة الإنسان أن ينقل معلومات صوتية أو فيديو تكافئ (32000) مكالمة صوتية في آن واحد.	

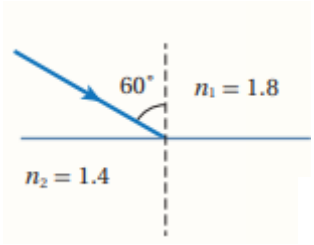
مراجعة الدرس

1- وضح المقصود بالانعكاس الكلي الداخلي، واذكر شروط حدوثه.
- العملية التي تنعكس فيها الأشعة الضوئية كليًا في الوسط الذي سقطت فيه
- أن يكون الوسط الذي يسقط فيه الشعاع الضوئي معامل انكساره كبير .أن تكون زاوية سقوط الشعاع الضوئي أكبر من الزاوية الحرجة.



2- ضف موضحا بالرسم الزاوية الحرجة وعلاقتها بالانعكاس الكلي الداخلي.
- إذا سقط الضوء بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة فإنه سينعكس كليًا داخليا في الوسط الذي سقط فيه.

3- قارن بين السراب الصحراوي والسراب القطبي.
- السراب الصحراوي يحدث في المناطق الصحراوية والمناطق الحارة بينما السراب القطبي يحدث في المناطق القطبية والمناطق الباردة.
- السراب الصحراوي سراب سفلي بينما السراب القطبي سراب علوي.



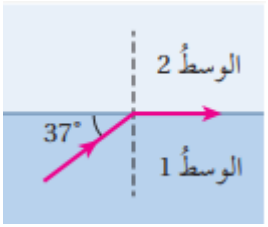
4- سقط شعاع ضوئي على الحد الفاصل بين وسطين شفافين بزاوية $(60°)$ على نحو ما يظهر في الشكل. أحسب الزاوية الحرجة، وحدد ما إذا كان الشعاع الضوئي سينعكس كليا داخل الوسط الأول.

$$sin\,\theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.4}{1.8} = 0.777 \rightarrow \theta_c = \sin^{-1} 0.777 = 51°$$

- لا ، لأن $(\theta_1 \neq \theta_c)$

5- إذا كانت الزاوية الحرجة للماس تساوي $(24.4°)$ ، فما معامل انكسار الماس.

$$sin\,\theta_c = \frac{1}{n} \rightarrow \sin 24.4 = \frac{1}{n} \rightarrow n = \frac{1}{\sin 24.4} = 2.42$$

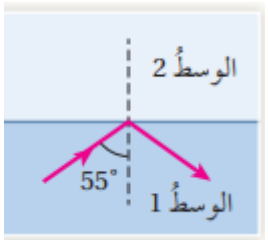


6- إذا كان معامل انكسار الوسط الأول في الشكل المجاور يساوي (1.7)، فما معامل انكسار الوسط الثاني.

$$\theta_c = 90° - 37° = 53°$$

$$sin\,\theta_c = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \sin 53° = \frac{n_2}{1.7} \rightarrow n_2 = \sin 53° \times 1.7 = 1.35$$

7- سقط شعاع ضوئي على الحد الفاصل بين وسطين شفافين، فانعكس كليا في الوسط الأول، على نحو ما يظهر في الشكل المجاور. فما المعلومات التي يمكن معرفتها عن:



أ- العلاقة بين معاملي انكسار الوسطين الشفافين.

- معامل انكسار الوسط الأول أكبر من معامل انكسار الوسط الثاني لأن الشعاع الضوئي انعكس كليًا داخل الوسط الأول.

ب الزاوية الحرجة.

- لا يمكن معرفة مقدارها بالتحديد لأن المعطيات غير كافية لكن يمكن التيقن بانها ستكون أقل من 55° .

الدرس الثالث
العدسات الرقيقة

أولا
الألياف الضوئية

- تتكون الأخيلة للأجسام في المرايا (المستوية والكروية) يعتبر تطبيقًا عمليًا على ظاهرة انعكاس الضوء.

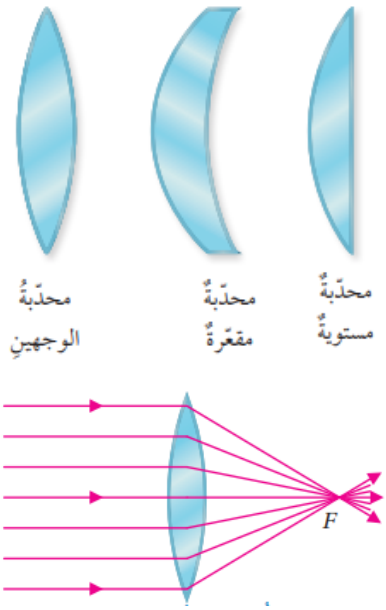
	العدسة
1	قطعة بصرية تتكون من وسط شفاف يحده سطحان منحنيان أو أحدهما مستو والآخر منحن.
2	كلمة عدسة مشتقة من الكلمة اللاتينية (lentil seed) التي تعني حبة العدس فهي تشبه العدسة محدبة الوجهين.
3	تستخدم العدسات في كثير من الادوات والأجهزة البصرية مثل النظارات والمنظار والمجهر وغيرها.

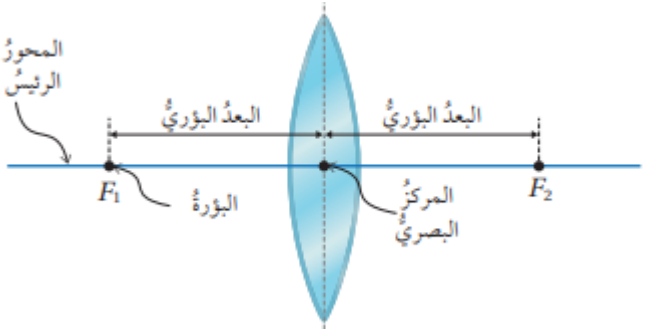
أنواع العدسات

- تصنف العدسات بحسب شكلها الهندسي إلى نوعينِ : 1- محدبة ، 2- مقعرة.
- وظيفة العدسات : تعمل العدسات بوجه عام على تغيير مسارات الأشعة الساقطة عليها تبعًا لقانون الانكسار.

أولا : العدسة المحدبة

	العدسة المحدبة
1	تكون سميكة من الوسط وأقل سمكا عند الحافات.
2	تجمع العدسة المحدبة الأشعة الضوئية الساقطة عليها لذلك يطلق عليها عدسة مجمعة لذلك يطلق عليها اسم العدسة المجمعة.
3	لها ثلاثة أشكال مختلفة كما يظهر في الصورة.
4	توصف بؤرة العدسة المحدبة بأنها بؤرة حقيقية لأنها ناتجة من التقاء الأشعة النافذة من العدسة.





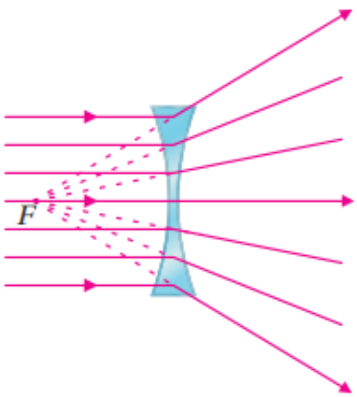
دراسة سلوك الأشعة الضوئية التي تعبر العدسة	
المركز البصري	النقطة التي تتوسط العدسة.
البؤرة	نقطة التقاء وتجمع الأشعة الضوئية المنكسرة عن العدسة أو امتداداتها.
المحور الرئيس	الخط المستقيم المار ببؤرتي العدسة ومركزها البصري.
البعد البؤري	المسافة بين البؤرة والمركز البصري.
- نلاحظ بأن للعدسة بؤرتين (F_1 , F_2) تقعان على جانبي العدسة وعلى البعد نفسه منها.	
- عند سقوط الأشعة الضوئية على أحد وجهي العدسة موازية للمحور الرئيس فأنها تلتقي في البؤرة المقابلة للوجه الآخر للعدسة.	

عندما أوجه أحد أوجه عدسة محدبة نحو الشمس فإن أشعة الشمس تتجمع في بقعة صغيرة شديدة الإضاءة، يمكنها أن تحرق ورقة رقيقة، فكيف تفسر ذلك؟

- العدسة المحدبة تعتبر عدسة مجمعة للأشعة الساقطة عليها لذلك تقوم بتسليط وتركيز الأشعة الضوئية في بقعة معينة على الورق مما يسبب ازدياد الطاقة الحرارية المؤثرة في هذه البقعة واحتراق الورقة.

ثانيا: العدسة المقعرة

العدسة المقعرة	
1	تكون سميكة عند الحافات وأقل سمكا عند الوسط.
2	لها ثلاثة أشكال مختلفة كما يظهر في الصورة.
3	تعمل العدسة المقعرة على تفريق الأشعة الضوئية الساقطة عليها لذلك يطلق عليها عدسة مفرقة.
4	توصف بؤرة العدسة المقعرة بأنها بؤرة وهمية لأنها ناتجة من التقاء امتدادات الأشعة النافذة من العدسة.



ثانيا تكون الأخيلة في العدسات

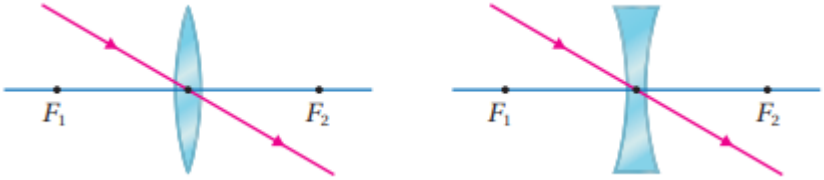
- تكمن أهمية العدسات في أنَّها تكون أخيلةً للأجسام التي توضعُ أمامها.
- تختلف صفات الأخيلة المتكونة باختلاف نوع العدسة وبعدها البؤري وموقع الجسم بالنسبة إليها.

المخططات الشعاعية المعيارية

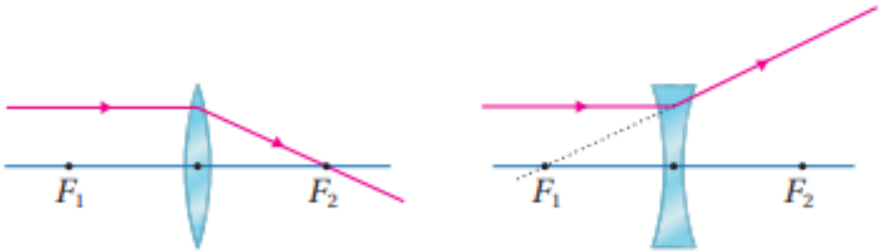
الشعاع المعياري : هو الشعاع الذي نعرف مساره الكامل وتوجد ثلاثة أشعة معيارية يمكن استخدامها لتحديد موقع الخيال المتكون لجسم وصفاته.

الأشعة المعيارية التي يتم استخدامها لتحديد موقع الخيال المتكون وصفاته

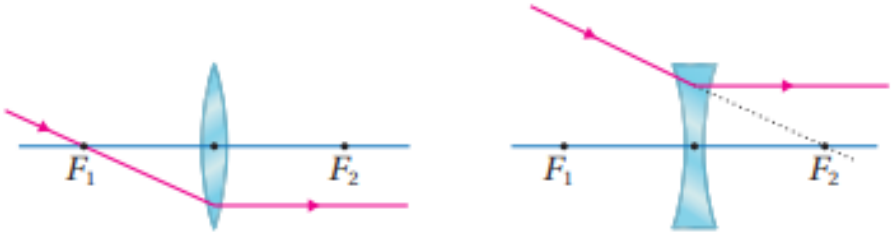
1. الشعاع المار بالمركز البصري للعدسة المحدبة أو العدسة المقعرة يستمر في مساره دون انحراف كما يظهر في الشكل.

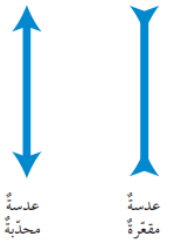
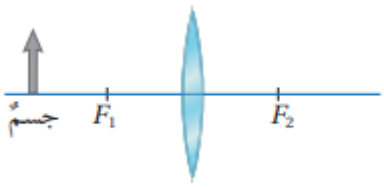


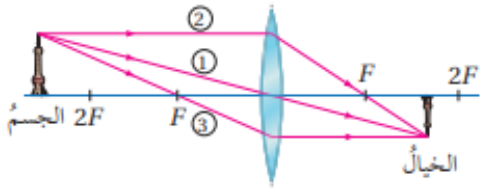
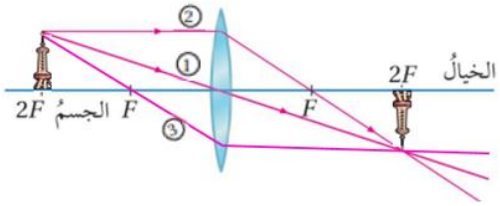
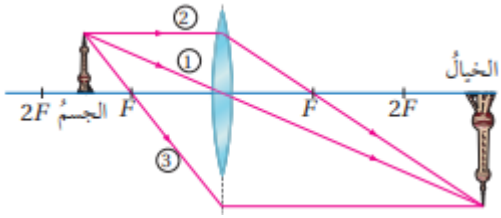
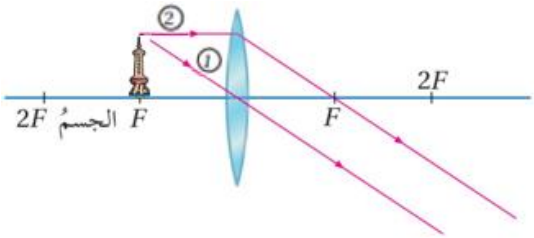
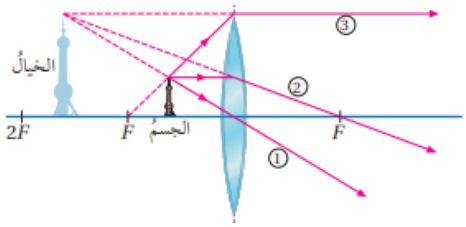
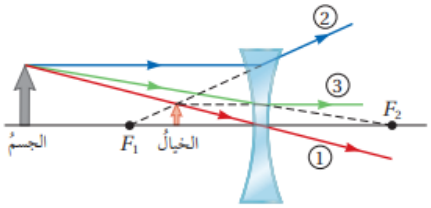
2. الشعاع الموازي للمحور الرئيس ينكسر في العدسة المحدبة مارا بالبؤرة وفي العدسة المقعرة ينكسر بحيث يمر امتداده بالبؤرة كما يظهر في الشكل.



3. الشعاع المار ببؤرة العدسة المحدبة أو امتداده يمر ببؤرة العدسة المقعرة ينكسر موازيًا للمحور الرئيس كما يظهر في الشكل.



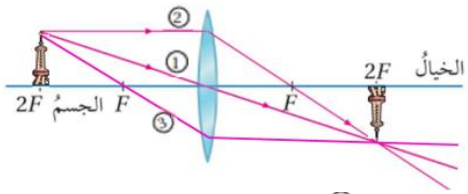
إيجاد موقع وصفات الخيال المتكوّن في العدسة بالرسم	
1	أرسم رسما تخطيطيا يمثل العدسة، ويمكن استخدام الرمزيــن الموضحين في الشكل لكل من العدسة المحدبة والعدسة المقعرة. 
2	أرسم خطا أفقيا مستقيما باستخدام المسطرة يمر بمنتصف العدسة يمثل المحور الرئيس، ثمّ أحدد نقطتين على جانبي العدسة تقعان على المحور الرئيس وعلى البعدِ نفسه من المركز البصري (نقطة التقاء المحور الرئيس بالعدسة) لتمثلا بؤرتي العدسة.
3	أرسم مخططا للجسم، أو سهما ذيله يقع على المحور الرئيس يمثل الجسم المراد تحديد صفاتِ خياله، أتأمل الشكل. 
4	أرسم مستخدما المسطرة من رأس الجسم (السهم) مخططات الأشعة المعيارية الثلاثة، وألاحظ أنها تلتقي جميعها أو امتداداتها، بعد نفاذها من العدسة في نقطة واحدة تمثل خيال رأس الجسم (يمكن تحديد الخيال بشعاعين فقط من الأشعة المعيارية، وأرسم الشعاع الثالث للتحقق من الدقة التي رسمت بها أول شعاعين). أما خيال الجزء السفلي للجسم، فإنه يتكون على المحور الرئيس.
5	أرسم مخططا للخيال أو سهما يكون ذيله على المحور الرئيسِ ورأسه عند نقطة التقاء الأشعّةِ المعيارية، وأقيس كلًّا من طول الخيال وطول الجسم، مستخدما المسطرة، وألاحظ ما يأتي :
أ- 1- إذا كان حجم (طول) الخيالِ أكبر من حجم (طول) الجسم فإنه يكون مكبرا. 2- إذا كان حجم الخيال أصغر من حجم الجسمِ فإنه يكون مصغرا، 3-أما إذا كان غير ذلك، فهو مساوٍ للجسم في الحجم.	
ب- 1- إذا كان الخيال ناتجا عن التقاء الأشعة النافذة من العدسة فإنه يكون حقيقيا. 2- إذا كان ناتجا عن التقاء امتدادات الأشعة النافذة من العدسة فإنه يكون وهميا.	
ج- 1- إذا وقع خيال رأس الجسم فوق المحور الرئيس يكون معتدلا. 2- إذا وقع أسفل المحور الرئيس يكون مقلوبًا.	

تكون وصفات الأخيلة في العدسات المحدبة والمقعرة		
موضع الجسم	الرسم	صفات الخيال
الجسم على بعد أكبر من ضعف البعد البؤري ($D > 2F$).		1- مصغر. 2- مقلوب. 3- حقيقي.
الجسم على بعد يساوي ضعف البعد البؤري ($D = 2F$).		1- مساو للجسم. 2- مقلوب. 3- حقيقي.
الجسم على بعد أكبر من البؤرة وأصغر من مثلي البعد البؤري ($2F > D > F$).		1- مكبر. 2- مقلوب. 3- حقيقي.
عندما يكون الجسم عند البؤرة ($D = F$).		- لا يتكون خيال
عندما يكون الجسم بين المركز البصري والبؤرة ($D < F$).		1- مكبر. 2- معتدل. 3- وهمي.
صفات الخيال المتكون في العدسة المقعرة		1- مصغر. 2- معتدل. 3- وهمي.

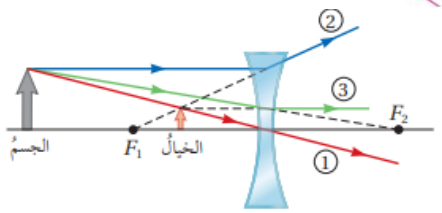
مهم	
1	العدسة المحدبة يمكن أن تكون لجسم ما خيالًا حقيقيًا أو وهميًا، مقلوبًا أو معتدلا، مكبرا أو مصغرًا أو مساويًا لحجم الجسم.
2	الخيال المتكون في العدسة المقعرة يكون دائما مصغرًا ومعتدلا ووهميًا بغض النظر عن موقع الجسم بالنسبة للعدسة.
3	الخيال في العدسة المقعرة دائما يقع بين العدسة المقعرة وبؤرتها.
4	الخيال الحقيقي دائما يكون مقلوبًا ويمكن تكوينه على حاجز (جدار) في حين أن الخيال الوهمي يكون دائما معتدلا ولا يمكن تكوينه على حاجز.

مثال (1)

- أُحدد بالرسم موقع وصفات الخيال المتكوّن لجسم موضوع عند نقطة تقع على بعد يساوي مِثْلي البعد البؤري لعدسة إذا كانت العدسة:



1- محدبة. (مساو للجسم ، حقيقي ، مقلوب).

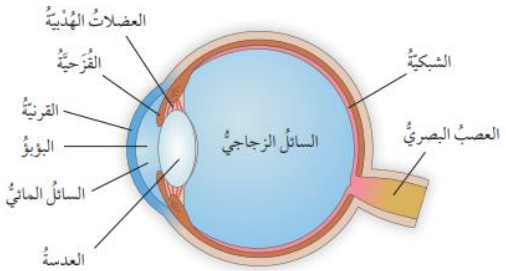


2- مقعرة. (مصغر ، معتدل ، وهمي).

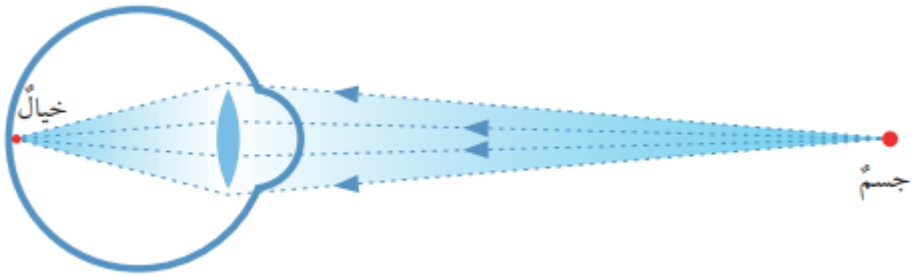
ثالثا تطبيقات العدسات

العين البشرية

العين البشرية
العضو الخاص بإبصار الأشياء وتمييز الألوان وتتكون من أجزاء خاصة باستقبال الأشعة الضوئية وتمريرها وتكوين أخيلة واضحة للأشياء.
أجزاء العين الرئيسية المتعلقة بعملية الإبصار



عملية الإبصار	
1	بدخول أشعة الضوء إلى العين عبر القرنية ومنها إلى العدسة – محدبة الوجهين - لتشكلا نظاما يجمع الأشعة الضوئية القادمة من جسم ما يوجهها نحو الشبكية فتكون خيالا .
2	تقوم الشبكية بتحويل الأشعة الضوئية إلى إشارات كهربائية ينقلها العصب البصري إلى مركز الإبصار في الدماغ لتحليلها، فتحدث الرؤية.



جزء العين	التعريف	الوظيفة
الشبكية	هي الطبقة الأعمق والأكثر حساسية للضوء.	- تقوم الشبكية بتحويل الأشعة الضوئية إلى إشارات كهربائية ينقلها العصب البصري إلى مركز الإبصار في الدماغ لتحليلها، فتحدث الرؤية.
القرنية	هي طبقة رقيقة شفافة تقع في مقدمة العين.	- تساعد على تركيز الضوء على الشبكية في الجزء الخلفي من العين.
العدسة	بنية مرنة ثنائية التحدب تركز الضوء في شبكية العين.	- تقوم العدسة بتركيز الضوء على الشبكية من خلال تغيير شكلها من خلال عمل العضلات الهدبية. - إذا أردنا رؤية شيء قريب تكون العدسة أكثر سمكا. - إذا أردنا رؤية شيء بعيد تكون لعدسة أقل سمكا.
القزحية	المنطقة الدائرية الملونة في العين التي تحيط بالبؤبؤ.	- تنظم حجم بؤبؤ العين.
البؤبؤ	المساحة الصغيرة السوداء في منتصف العين	- تتحكم في كمية (شدة) الضوء التي تدخل العين : أ- عندما تكون كمية الضوء كبيرة تنقبض القزحية بحيث يصبح البؤبؤ أصغر وبالتالي يدخل ضوء أقل. ب- عندما تكون كمية الضوء قليلة تتمدد القزحية بحيث يصبح البؤبؤ أكبر وبالتالي يدخل ضوء أكثر.
العضلات الهدبية	عبارة عن حلقة من العضلات الملساء في الطبقة الوسطى من العين.	- تتحكم العضلات الهدبية في درجة انبساطِ العدسة لتكوين أخيلة للأجسام البعيدة أو انقباضها لتكوين أخيلة للأجسام القريبة، فيما يُعرفُ بتكيف العين.

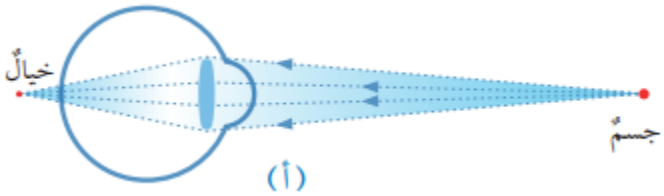
العمر	أقرب مسافة للرؤية الواضحة عند الإنسان مع التقدم في العمر
10 سنوات	تصل نحو ($18cm$)
20 سنة (الإنسان السليم في سن الشباب)	تصل نحو ($25cm$)
40 سنة	تصل نحو ($50cm$)
60 سنة أو أكثر	تبلغ نحو ($500cm$)

العيوب التى تصيب العين

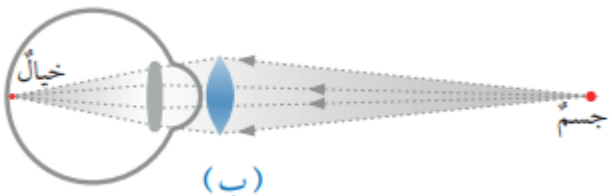
- يوجد عيبانِ شائعانِ يصيبان كثيرا من الناس ينتج عنهما عدم قدرةِ العين على تكوين أخيلة واضحة على شبكية العين، هما: 1- طول النظر , 2- قصر النظر
- يمكن تصحيحهما كليهما إلى حد كبير باستخدام العدسات – النظارات الطبية أو العدسات اللاصقة.

أولا : طول النظر

	طول النظر
1	أحد عيوب الإبصار التي تصيب العين البشرية وينتج عنه تكون أخيلة للأجسام القريبة من العين خلف الشبكية.
2	أقرب مسافة للرؤية الواضحة عند الشخص الذي يعاني من طول النظر تكون أكبر من ($25cm$).
3	يرى الأجسام البعيدة بوضوح أما الأجسام القريبة (التي يقل بعدها عن أصغر مسافة للرؤية الواضحة) فتتكون أخيلتها خلف الشبكية فلا يراها الشخص بوضوح.
4	يمكن معالجة هذه الحالة بوضع عدسة محدبة أمام العين تكسر الأشعة نحو المحور الرئيس قبل أن تدخل العين، ما يؤدي إلى تركيز هذه الأشعة على شبكية العين وتكوين خيال واضح على الشبكية كما يظهر في الشكل.



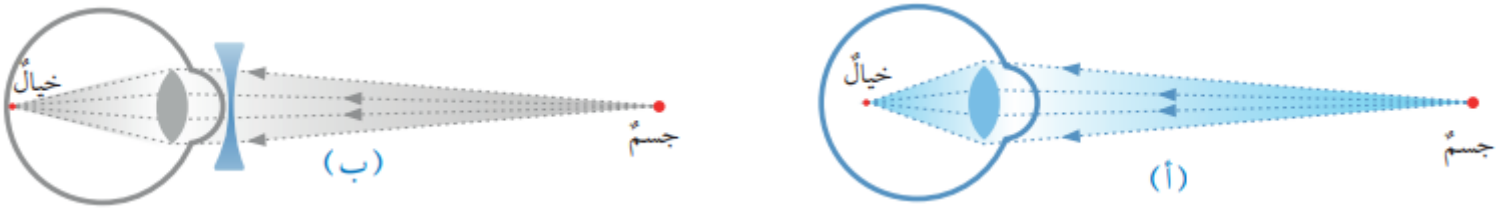
(أ)



(ب)

ثانيا : قصر النظر

قصر النظر	
1	أحد عيوب الإبصار التي تصيب العين البشرية وينتج عنه تكون أخيلة للأجسام البعيدة عن العين أمام الشبكية.
2	لا يرى الأجسام البعيدة بوضوح حيث تتكون أخيلتها أمام الشبكية كما يظهر في الشكل.
3	يمكن معالجة هذه الحالة بوضع عدسة مقعرة أمام العين تفرق الأشعة بعيدًا عن المحور الرئيس قبل أن تدخل العين، ما يؤدي إلى تركيز الأشعة على شبكية العين وتكوين خيال واضح على الشبكية.

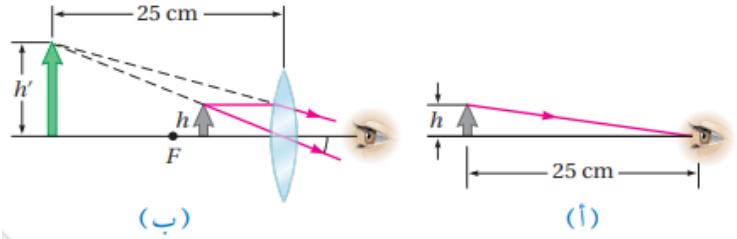


قارن بين كل من طول النظر وقصر النظر :

المشكلة	المفهوم	العلاج
طول النظر	يرى الأشياء البعيدة بوضوح ولا يرى الأشياء القريبة بوضوح	وضع عدسة محدبة أمام العين
قصر النظر	يرى الأشياء القريبة بوضوح ولا يرى الأشياء البعيدة بوضوح	وضع عدسة مقعرة أمام العين
المشكلة	موقع تكون الصورة	وظيفة العدسة المستخدمة للعلاج
طول النظر	أمام الشبكية	تجميع الأشعة على الشبكية
قصر النظر	خلف الشبكية	تشتيت الأشعة وتقريبها للشبكية

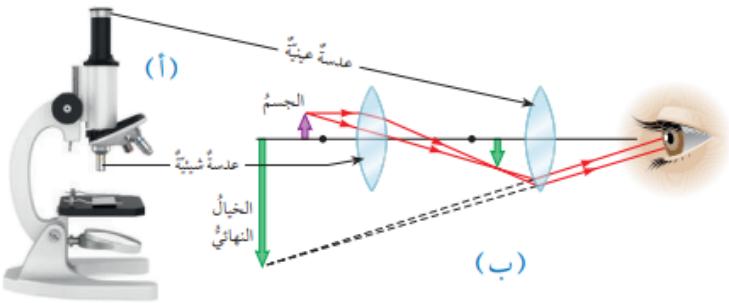
المجهر البسيط

المجهر البسيط	
1	يتكون من عدسة محدبة واحدة تكون أخيلة مكبرة للأشياء.
2	يمكننا من خلالها رؤية الأشياء الصغيرة أو تفاصيلها بوضوح أكبر.
3	عند النظر بالعين المجردة إلى حشرة صغيرة الحجم لا يمكن تمييز تفاصيلها.
4	العدسة المكبرة تكون خيالا وهميًا مكبرًا على بعد يساوي $(25cm)$ من العين وهي أقرب مسافة للرؤية الواضحة عند الشخص السليم.
5	العدسة المكبرة تعتبر من الادوات الأساسية عند طبيب الأسنان للنظر من خلالها إلى داخل فم المريض.
6	فني إصلاح الساعات سيجد صعوبة في تفحص الأجزاء الصغيرة للساعة دون الاستعانة بالعدسة المكبرة.



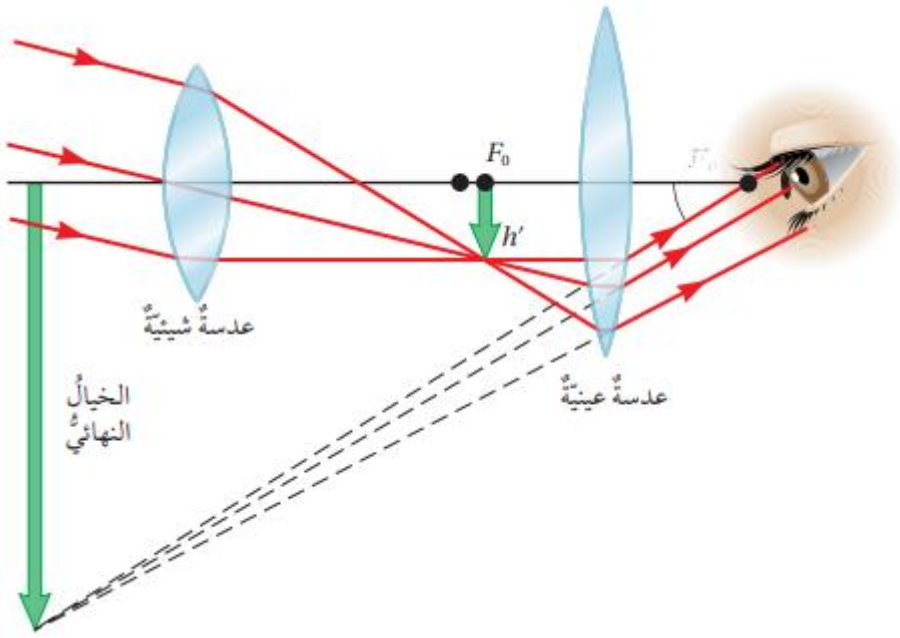
المجهر المركب

المجهر المركب	
1	للمجهر المركب قدرة على إظهار التفاصيل الدقيقة لجسم ما وتحقيق تكبير أكبر لأي جسم بشكل أفضل بكثير من المجهر البسيط.
2	يتكون المجهر المركب من عدسة شيئية (يوضع أمامها الجسم المراد تكبيره) و عدسة عينية.
3	العدسة الشيئية البعد البؤري لها صغير جدا أقل من $(1cm)$ بينما العدسة العينية بعدها البؤري بضع سنتيمترات.
4	يفصل بين العدستين مسافة أكبر بكثير من بعديهما البؤريين.
5	تكون العدسة الشيئية للجسم خيالا حقيقيا مقلوبًا يقع بين العدسة العينية وبؤرتها، والعدسة العينية التي تعمل بدورها عمل مجهرٍ بسيط، وتكون خيالًا وهميا مكبرا.



التلسكوب

التلسكوب (المقراب الفلكي)	
1	يستخدم التلسكوب لتكوين أخيلة واضحة ومكبرة للأجسام البعيدة جدا، مثل النجوم والأجرام السماوية الأخرى.
2	التلسكوب يشبه المجهر المركب في أنّ له عدستين، عينيّة وشيئية. وترتب العدستان على أن تكون العدسة الشيئية للجسم البعيد خيالا حقيقيا مقلوبا في مكان قريب جدا من بؤرة العدسة العينية.
3	نظرا إلى أن الجسم (النجم مثلا) يقع في اللانهاية، فإن خياله سيتكون في بؤرة العدسة الشيئية، لذا تكون بؤرتا العدستين متجاورتين تماما ومتداخلتين، أي أن بؤرة الشيئية تكون أقرب للعينية، وبؤرة العينية أقرب للشيئية.



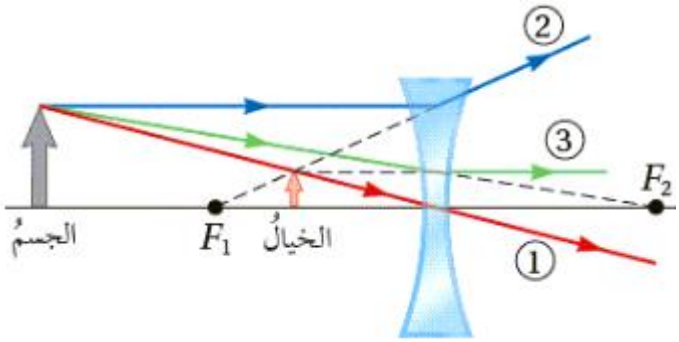
مراجعة الدرس

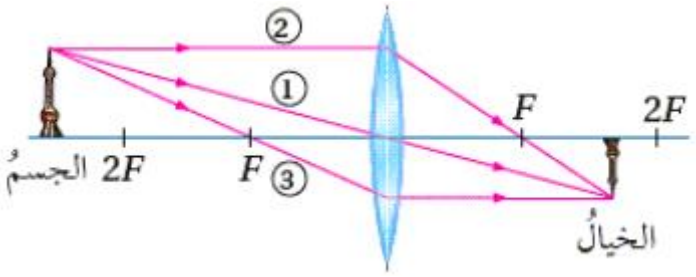
1- حدد العوامل التي تعتمد عليها صفات الأخيلة المتكونة في العدسات :

أ- نوع العدسة. **ب-بعدها البؤري للعدسة.** **ج- موقع الجسم بالنسبة للعدسة.**

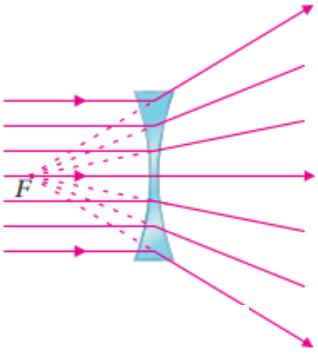
2- أَصف موضحا بالرسم الفرق بين :

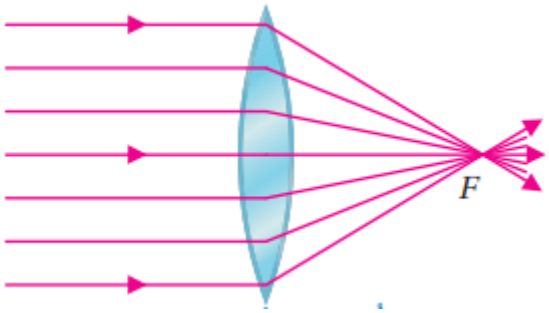
أ . الخيال الحقيقي والخيال الوهمي.





ب . البؤرة الحقيقية والبؤرة الوهمية.

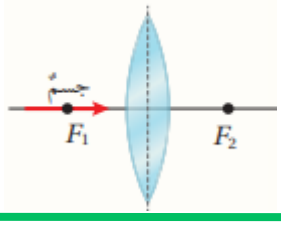




3- أُقارن بين العدسات المحدبة والعدسات المقعرة من حيثُ:

وجه المقارنة	العدسة المحدبة	العدسة المقعرة
الشكل	تكون سميكة من الوسط وأقل سمكا عند الحافات	تكون سميكة عند الحافات وأقل سمكا عند الوسط
نوع البؤرة	حقيقية	وهمية
نوع الخيال الذي تكونه	حقيقي، وهمي، مقلوب معتدل، مصغر مكبر، مساوي	وهمي، معتدل، مصغر

4- في الشكل جسم موضوع أمام عدسة محدبة، أصفُ (دونَ رسمِ تخطيطي) الخيال المتكوّن للجسم.
- لا يتكون خيال

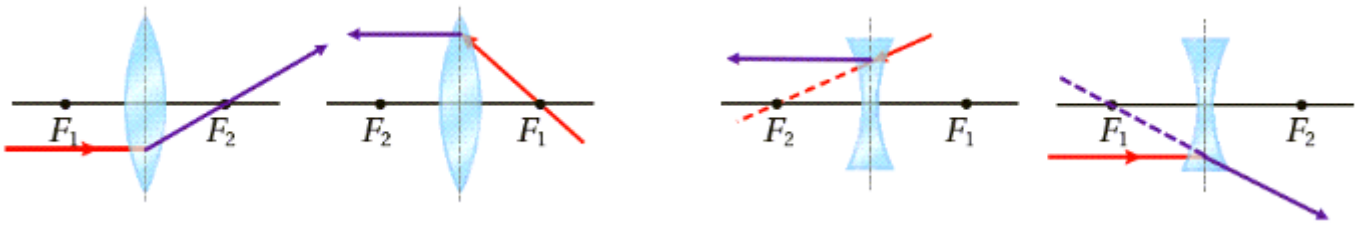


5- في الشكل رسم طالب رسوما تخطيطية للتوصل إلى صفات الخيال المتكون لجسم موضوع أمام عدسة محدبة في حالتين مختلفتين، أبينُ ما إذا كانت رسوم الطالب صحيحةً أم لا.

ب أ

أ- غير صحيحة؛ لأن الطالب رسم ذيل السهم فوق المحور الرئيس، ورسم ذيل الخيال على المحور الرئيس.
ب- غير صحيحة؛ لأن الطالب رسم السهم بشكل مائل والخيال بشكل مستقيم.

6- أُطبق : أكمل مسار كل من الأشعة الضوئية في الأشكال الآتية:



7- قارن بين طول النظر وقصر النظر من حيث :

المشكلة	المفهوم	العلاج
طول النظر	يرى الأشياء البعيدة بوضوح ولا يرى الأشياء القريبة بوضوح	وضع عدسة محدبة أمام العين
قصر النظر	يرى الأشياء القريبة بوضوح ولا يرى الأشياء البعيدة بوضوح	وضع عدسة مقعرة أمام العين

مراجعة الوحدة

1- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ج	د	ب	ج	ب	أ	ب	د	أ	ج

2- أستخدم المتغيرات : يتبع سامي مسار شعاع ضوئي سقط من الهواء على مكعب مصنوع من البلاستيك، فوَجدَ أَنَّ زاوية السقوطِ (50°) وزاوية الانكسار (21.7°). أجد:

أ- معامل انكسار المكعب.

ب- الزاوية الحرجة للمادة المصنوع منها المكعب.

أ-

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \rightarrow 1 \sin 50° = n_2 \sin 21.7°$$
$$1 \times 0.766 = n_2 \times 0.369 \rightarrow n_2 = 2.07$$

ب-

$$sin\,\theta_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{2.07} = 0.483 \rightarrow \theta_c = sin^{-1}\,0.483 = 28.8°$$

3- أفسر : تُصمَّم الألياف الضوئية على أن تكون ضيقة جدًا. آخذا في الحسبان المسارات المختلفة التي يمكن أن يسلكها الضوء في الألياف الضوئية، فلماذا يجب ألا تكونَ الألياف الضوئية واسعة جدا؟

- حتى لا يسقط الضوء بزاوية أقل من الزاوية الحرجة فيمر الضوء عبر السطح الفاصل بين القلب والغلاف فلا يحدث له انعكاس كلي داخلي.

4- أحسب: إذا كانت الزاوية الحرجة لقالب من الزجاج تساوي (42°)، أحسبُ الزاوية الحرجة للقالب إذا أُلقي في الماء، علما أن معامل انكسار الماء (1.33) .

$$sin\,\theta_c = \frac{1}{n} \rightarrow \sin 42 = \frac{1}{n} \rightarrow n = \frac{1}{0.669} = 1.49 \rightarrow \text{الزجاج}$$

$$sin\,\theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.33}{1.49} = 0.892 \rightarrow \theta_c = sin^{-1}\,0.892 = 63.1°$$

5- التفكير الإبداعي : أجرت سلمى وآية استقصاء لتحديد نوع سائل غيرِ معروف، فقامتا بتسليط شعاع ضوئي على سطح السائل بزاوية معيَّنة وقياس زاوية الانكسار. وقد كرّرتا هذه العملية بتغيير زاوية السقوط، وتسجيل نتائجهما في الجدول المجاور.

زاويةُ السقوطِ	زاويةُ الانكسارِ
10°	7.5°
20°	14.3°
30°	21.4°
40°	28.4°
50°	34.0°
60°	40.0°

أ- أكتب هدفًا لهذا الاستقصاء. (حساب معامل الانكسار لتحديد نوع السائل)

ب- أكتب قائمة بالأدواتِ جميعها التي استخدمت. (صندوق ضوئي، سائل شفاف معامل انكسارهِ مجهول، منقلةٌ دائرية، ورق أبيض (A4) , قلم.

ج- أُحدّد نوع السائل (مستعينا بالجدول 1).

زاوية السقوط(θ_1)	زاوية الانكسار(θ_2)	$n_2 = \frac{n_1 \sin\theta_1}{\sin\theta_2}$
10°	7.5°	1.33
20°	14.3°	1.38
30°	21.4°	1.37
40°	28.4°	1.35
50°	34.0°	1.37
60°	40.0°	1.35

متوسط الحسابي $= \frac{1.33 + 1.38 + 1.37 + 1.35 + 1.37 + 1.35}{6} = 1.36$

* الأسيتون

د- أحدّد الأخطاء المحتملة في التجربة.

1-دقة قياس المنقلة. 2- زاوية النظر إلى قياس المنقلة. 3- اختلاف الأشخاص في تحديد مقدار قياس الزوايا.

6- أحلل: وُضِعَ جسم طوله $(15cm)$ أمام عدسة، فتكونَ لهُ خيال مقلوب طوله .$(5cm)$ أُجيب عما يأتي:

أ . ما نوع العدسة الموضوع أمامها الجسم؟ - عدسة محدبة.

ب . هل الخيال المتكون حقيقي أم وهمي؟ أذكر السبب. - حقيقي ، لأنه مقلوب.

ج. إذا قُرِّبَ الجسم من العدسة، فماذا يحدث لطول الخيال؟

- بما أن العدسة محدبة لأن الخيال حقيقي مقلوب والجسم أكيد موجود على بعد أكبر من مثلي البعد البؤري وبالتالي إذا قُرب الجسم فإن الخيال يزداد طوله وحجمه أي سيصبح أكبر.

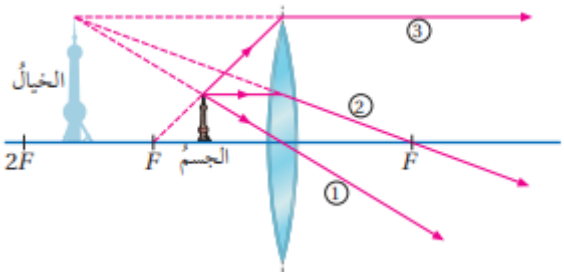
7- أستنتج في الشكل المجاور، ينظرُ شخص مصاب بأحد عيوب الإبصار إلى مكعبين، أحدهما قريب (A) والآخر بعيدٌ .(B) فما نوع العيب البصري الذي أُصيب به الشخص؟ وكيف يمكن علاجه؟

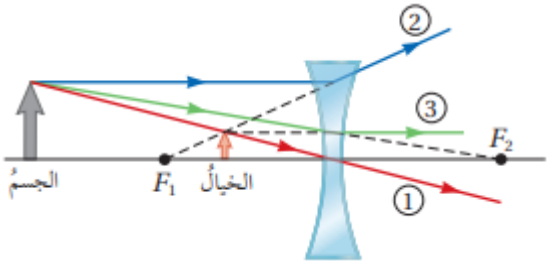
- هذا الشخص يرى الأشياء البعيدة بوضوح ولا يرى الأشياء القريبة بوضوح ويحدث لها غباش وبالتالي بالتأكيد هو مُصاب بمشكلة طول النظر ويمكن علاجه باستخدام العدسة المحدبة.

8- أحللُ : في الشكل ينظرُ شخص إلى أحد المناظر الطبيعية البعيدة نسبيا، فيبدو له المنظرُ (أ) من خلالِ النظارات والمنظرُ (ب) من غيرِ النظارات. فما نوع عدسات النظاراتِ ؟ وما نوع العيب البصري الذي يعاني منه الشخص؟

- هذا الشخص بدون نظارة لا يرى الأشياء البعيدة بوضوح بينما إذا نظر لها بواسطة نظارة سيراها بشكل واضح وبالتالي بالتأكيد هو قصاب بمشكلة قصر النظر ونوع عدسات النظارة التي يرتديها هو عدسات مقعرة لأنها هي الحل لمشكلة قصر النظر.

9- أقارن بالرسم بينَ الخيال الوهمي المتكوّن في كل من العدسة المحدبة والعدسة المقعرة، مبيناً ما يحدث للخيالِ عند تقريب الجسم من العدسة في الحالتين.





المحدبة	المقعرة
الخيال الوهمي المتكون في العدسة المحدبة يكون دائما معتدل مُكبر.	الخيال الوهمي المتكون في العدسة المقعرة يكون دائما معتدل ومُصغر.
في العدسة المحدبة يتكون الخيال الوهمي فقط إذا كان الجسم بين البؤرة والمركز البصري عدا ذلك لا يتكون خيال وهمي.	في العدسة المقعرة يتكون الخيال الوهمي أينما وضعت الجسم يتكون خيال وهمي بغض النظر عن موقعه.
في العدسة المحدبة تقريب الجسم من العدسة سيجعل الخيال أصغر حجمًا وطولًا.	في العدسة المقعرة تقريب الجسم من العدسة سيجعل الخيال أكبر حجمًا وطولًا.