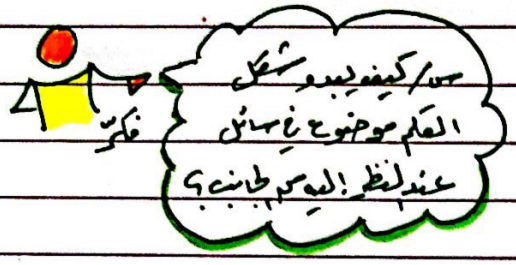
الفصل الثالث: الانكسار والعدسات



* **الانكسار:** هو تغير مسار الضوء عند انتقاله بين وسطين شفافين.

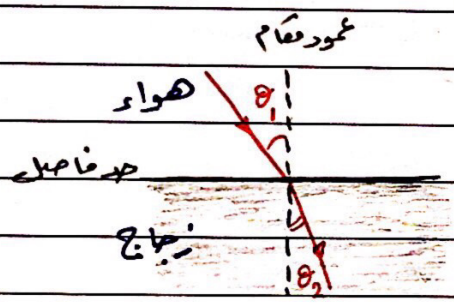
* س/ على ماذا يعتمد الانكسار؟
ج: ← زاوية السقوط
← خواص الوسطين الشفافين.

* يستخدم الانكسار في صناعة النظارات الطبية والمناظير
وفي تفسير الظواهر الطبيعية مثل السراب وقوس المطر.

* قانون سنل في الانكسار:

عند سقوط حزمة ضوء بشكل مائل على سطح قطعة زجاج سيلاحظ تغير مساره عند مروره بالحد الفاصل بين الهواء والزجاج.

* يجب أن نعرف زاوية السقوط θ_1
وزاوية الانكسار θ_2.



وجد سنل أن جيب كل زاوية يرتبط بالمعادلة:

$n = \sin\theta_1 / \sin\theta_2$ ← حيث n مقدار ثابت يعتمد على المادة يسمى **معامل الانكسار**

* **قانون سنل** ⇐ $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$

* ملاحظات *

① إذا كان $n_2 > n_1$ فإن الشعاع المنكسر ينكسر **مقتربا** من العمود المقام. $\theta_2 < \theta_1$

② إذا كان $n_2 < n_1$ فإن الشعاع المنكسر ينكسر **مبتعدا** عن العمود المقام. $\theta_2 > \theta_1$

* تدريب * تسقط حزمة ضوء من الهواء معامل انكساره 1 على قطعة زجاج بزاوية 30° فما مقدار زاوية الانكسار إذا كان معامل الزجاج 1.52

$n_1 = 1$
$\theta_1 = 30^\circ$
$\theta_2 = ?$
$n_2 = 1.52$

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

$\sin\theta_2 = \frac{n_1 \sin\theta_1}{n_2}$

$= \frac{1 \times \sin 30}{1.52}$

$= 0.32$

$\therefore \theta_2 = \sin^{-1} 0.32 = 18.6^\circ$

النموذج الموجي للضوء

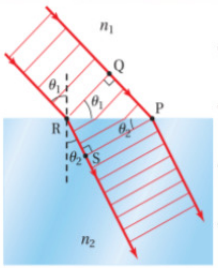
س: هل الضوء خصائص موجية؟ نعم.

س: ما الذي يحدث للضوء عند انتقاله خلال الوسط؟

ج: - تقل سرعته من c إلى v إذا كانت $n_2 > n_1$

- تردد الضوء f يبقى ثابت.

- يقل الطول الموجي λ إذا $n_2 > n_1$.



* من الشكل ومن العلاقات صفحة 72 يمكننا استنتاج قانون معامل الانكسار:

$$n = \frac{c}{v}$$

- n: معامل الانكسار
- c: سرعة الضوء في الفراغ 3×10^8 m/s
- v: سرعة الضوء في الوسط

* تذكير: سرعة الضوء في الكلوروفورم

إذا كان معامل انكساره $n = 1.51$.

$c = 3\times10^8$ m/s

$n = 1.51$

$v = ?$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3\times10^8}{1.51}$$

$$\therefore v = 1.99\times10^8 \text{ m/s}$$

فكّر: هل يمكن أن يكون معامل الانكسار أقل من 1؟

الانعكاس الكلي الداخلي

س: ماذا نلاحظ على زاوية الانكسار إذا انتقل الضوء إلى وسط معامل انكساره أقل؟

ج: تكون زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط وينكسر الشعاع مبتعداً عن العمود المقام.

* يحدث الانعكاس الكلي الداخلي عندما ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره كبير إلى وسط معامل انكساره أقل.

* الزاوية الحرجة (θ_c):
هي زاوية السقوط التي تقابلها زاوية انكسار مقدارها 90°.

$$\sin\theta_c = n_2 / n_1$$

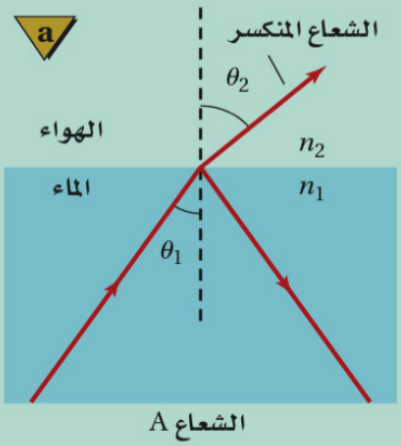
* ملاحظات:

1. يحدث الانعكاس الكلي الداخلي عندما تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة.
2. الشعاع المنكسر عندما تكون الزاوية حرجة يكون على امتداد الحد الفاصل.

* من التطبيقات على الانعكاس الكلي الداخلي: الألياف الضوئية - السراب

الانعكاس الكلي الداخلي Total Internal Reflection

الشكل 3–3 انكسر الشعاع A جزئيًا، وكذلك انعكس جزئيًا (**a**). انكسر الشعاع B على امتداد الحدّ الفاصل بين الوسطين عندما سقط بزاوية تساوي الزاوية الحرجة (**b**). زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة، مما يؤدي إلى حدوث انعكاس كلي داخلي للشعاع C، والذي يتبع قانون الانعكاس (**c**).



تابع الانعكاس الكلي الداخلي

من الظواهر على الانعكاس الكلي الداخلي | السراب

السراب الصحراوي :

في الأيام الحارة ترتفع درجة حرارة طبقات الهواء القريبة من الأرض فتقل كثافة الهواء وبالتالي يقل معامل انكساره وكلما ارتفعنا تقل درجة الحرارة وتزداد كثافته وبالتالي يزداد معامل انكساره.

وبسبب ذلك عندما ينتقل الضوء من جسم بعيد بسبب هذه الطبقات يحدث له انحراف فيتعد عن العمود فيقع على العمود بدلاً من أن يقع عليه أي أنه يحدث له انعكاس كلي داخلي.

السراب القطبي :

في الأيام الباردة تقل درجة حرارة طبقات الهواء القريبة من الأرض فتزداد كثافة الهواء وبالتالي يزداد معامل انكساره وكلما ارتفعنا تزداد درجة الحرارة وتقل كثافته وبالتالي يقل معامل انكساره.

وبسبب ذلك عندما ينتقل الضوء من جسم بعيد بسبب هذه الطبقات يحدث له انحراف فيتعد عن العمود فيقع على العمود بدلاً من أن يقع عليه أي أنه يحدث له انعكاس كلي داخلي (صورة علوية).

وكتفسير للسراب الصحراوي على أساس موجات هيجنز التي يتألف الضوء منها فإن موجات الطبقة القريبة من الأرض أسرع من الموجات في الأعلى فتنحرف لتدريجياً للأعلى

تفريق الضوء

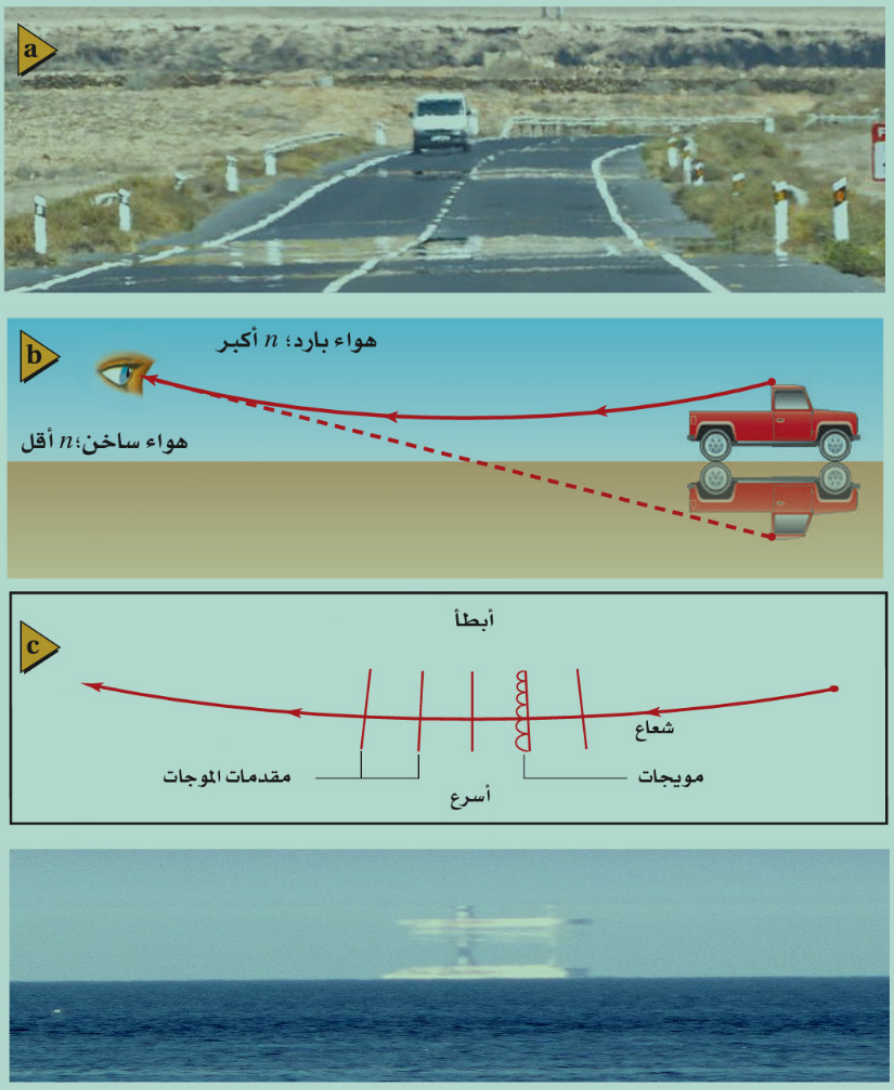
يحدث لضوء الشمس عند عبوره لزجاج أو سقوطه على سطح زجاجي أو ماء تفريق ويتحلل إلى مجموعة ألوانه الطيف.

ولكل لون زاوية انكسار مختلفة وللون الأزرق تردد تكون سرعته أقل وبالتالي ينحرف بشكل أكبر.

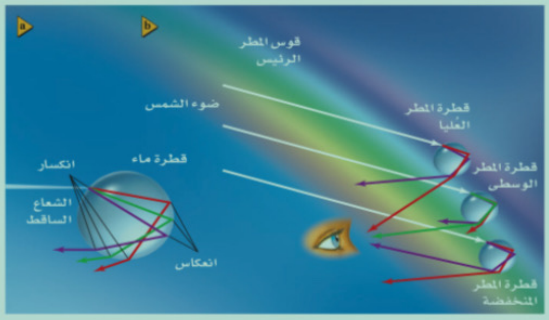
س: كيف يتكون قوس المطر؟

ضوء الشمس يتفرق بفعل قطرات المطر فيتحلل الضوء فينكسر كل لون بزاوية انكسار مختلفة قليلاً وعلى السطح الخلفي للقطرة يحدث انعكاس داخلي وعند خروج الضوء من القطرة يحدث له انكسار مرة أخرى ويزداد التفريق فينتج الطيف.

السراب Mirages



تفريق (تحليل) الضوء Dispersion of Light



الشكل 7–3 يتشكّل قوس المطر بسبب تفرّق (تحلّل) الضوء الأبيض عند دخوله الحد الفاصل وانعكاسه عن الحد الفاصل الداخلي، وخروجه من قطرات المطر (a). يصل لون واحد فقط إلى المراقب من كل قطرة مطر بسبب التفريق (b).

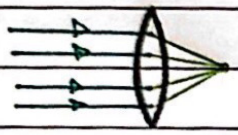
العدسات المحدبة و المقعرة

س/ ما المقصود بالعدسة ؟

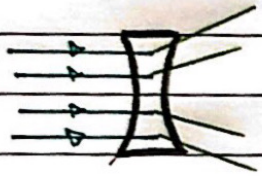
هي قطعة من مادة شفافة مثل الزجاج أو البلاستيك تستخدم في تجميع الضوء أو تفريقه في تكوين الصور .

أنواع العدسات

1) العدسات المحدبة : تكون سميكة في الوسط ورقيقة مع الأطراف وتسمى العدسة المجمعة لأنها تقوم بتجميع الضوء في نقطة واحدة .



2) العدسات المقعرة : تكون رقيقة في الوسط وسميكة مع الأطراف وتسمى العدسة المفرقة لأنها تقوم بتفريق أشعاع الضوئي .



* معادلتا العدسة *

معادلة العدسة الرقيقة :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

f : البعد البؤري
d_i : بعد الصورة
d_o : بعد الجسم

الاشتقاق من هذه المعادلة كحساب f أو d_i أو d_o يشبه قانون المرايا

التكبير :

$$m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$$

- معامل التكبير السالب يعني صورة مقلوبة
- معامل التكبير أكبر من 1 مكبرة ، أقل من 1 مصغرة

تدريب # تكوّن جسم موجود بالقرب من عدسة محدبة صورة حقيقية مقلوبة طولها 1.8 cm على بعد 10.4 cm فإذا كان البعد البؤري للعدسة 6.8 cm فما بعد الجسم ؟ وما طوله ؟

$h_i = 1.8$ cm
$d_i = 10.4$ موجب لأنها صورة حقيقية
$f = 6.8$ cm موجب عدسة محدبة
$d_o = ??$ $h_o = ??$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow d_o = \frac{f\,d_i}{d_i - f} = \frac{6.8 \times 10.4}{10.4 - 6.8}$$

$$\therefore d_o = 19.6 \text{ cm}$$

$$\frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o} \Rightarrow h_o = \frac{h_i\,d_o}{-d_i}$$

$$\therefore h_o = \frac{1.8 \times 19.6}{-10.4} = -3.4 \text{ cm}$$

السالب : مقلوبة
3.4 cm : طول الجسم أكبر من طول الصورة (صورة مصغرة) .

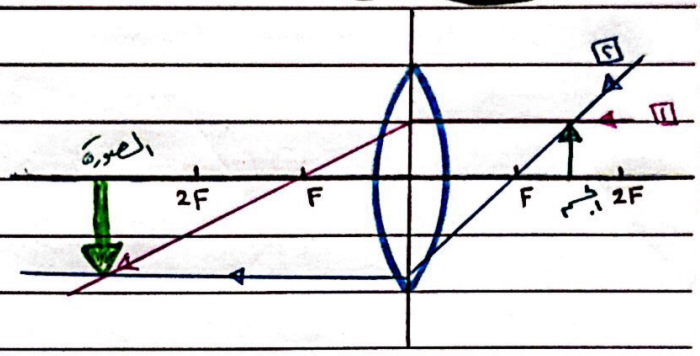
العدسات المحدبة والصور الحقيقية

لمعرفة صفات الصورة لجسم موضوع أمام عدسة بالطريقة الهندسية نقوم برسم مخطط للرشقة بحيث:

[1] شعاع يمر بأس الجسم وموازي للمحور الرئيسي ينكسر حاداً بالبؤرة.

[2] شعاع يمر بين س الجسم والبؤرة ينكسر موازي للمحور الرئيسي.

* نقطة التقاء الشعاعين المنكسرين تمثل رأس صورة الجسم.



صورة حقيقية مقلوبة مكبرة

س: أوجد صفات صورة جسم وضع أمام عدسة محدبة بؤرتها ومركز 2F

الحل

ملاحظات:

[1] للعدسات بؤرتان.

[2] تكون الصور حقيقية في العدسات إذا تكونت خلف العدسة في الجانب الآخر للجسم وخيالية إذا كانت في نفس جانب الجسم (خلف المرآة).

[3] جميع الصور في العدسات المحدبة حقيقية مقلوبة إلا إذا كان الجسم بين البؤرة والعدسة فإن الصورة تكون خيالية معتدلة مكبرة.

[4] جميع الصور في العدسات المقعرة خيالية معتدلة مصغرة.

# فكّر # من حالات الصور إذا كان البعد البؤري لعدسة محدبة 10 cm ووضع أمامها جسم على بعد 15 cm فأين تكون هذه الصورة وما صفاتها؟	# تدريب # بالرسم أوجد صفات الصورة لجسم وضع أمام عدسة محدبة على المركز (2F).

عيوب العدسات الكروية

- الزيغان الكروي: وهو عدم قدرة العدسة على تجميع الرشقة المتوازية في نقطة واحدة ويحدث بسبب انحناء سطح العدسة.

ولمعالجته نستخدم نظام مكون من عدستين أو أكثر.

- الزيغان اللوني: هذا العيب يجعل الجسم عند النظر إليه من خلال العدسة محاطاً بالألوان ويحدث بسبب استخدام عدسة مفردة.

ولمعالجته نستخدم نظام العدسات اللالونية.

تطبيقات العدسات

فكر!!
كيف يمكن رؤية صور واضحة للأجسام الصغيرة والنجوم والكواكب البعيدة ؟

① العين

هي أداة بصرية على هيئة وعاء كروي تقريباً مملوءة بسائل.

س/ كيف تتكون العين لصور ؟

1. تقوم القرنية بكسر الضوء وتجميعه.
2. تقوم العدسة بالتجميع الدقيق للضوء.
3. تتكون الصورة على الشبكية وترسل للدماغ بالعصب البصري

س/ كيف يمكن رؤية الأجسام القريبة والبعيدة ؟

بواسطة العضلات الهدبية التي تنقبض أو تنبسط فتتغير البعد البؤري للعدسة.

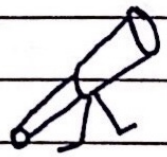
معامل انكسار القرنية أكبر من معامل انكسار الهواء.

عيوب النظر

قصر النظر:
الإنسان المصاب لا يرى الأجسام البعيدة بوضوح.
وسببه أن البعد البؤري للعين أقل من البعد البؤري للعين السليمة فتتكون صورة أمام الشبكية
ونستخدم عدسة مقعرة للتصحيح.

طول النظر:
الإنسان المصاب لا يرى الأجسام القريبة بوضوح.
وسببه أن البعد البؤري للعين أكبر من البعد البؤري للعين السليمة فتتكون صورة خلف الشبكية ونستخدم عدسة محدبة للتصحيح.

② المكبرات (المنظار الفلكي):

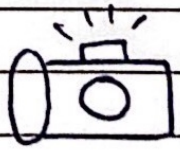


يستخدم لتقريب الأجسام البعيدة
ويتكون من عدستين شيئية (محدبة)
وأخرى عينية أيضاً (محدبة)

③ المناظير:

ويستخدم أيضاً لتقريب الأجسام البعيدة
وهو عبارة عن تلسكوبين متجاورين.

④ آلات التصوير:



نظام بصري عاكس يتكون من عدسة مضرجة والتي تعكس الصورة المتكونة من خلال العدسة وتظهر لنا صغيرة.
شكل 3-22.

⑤ الميكروسكوب (المجهر):

ويستخدم لتكبير الأجسام الصغيرة وله عدستان محدبتان إحداهما شيئية وأخرى عينية.