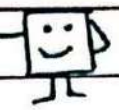
الفصل الأول: أساسيات الضوء

* الانعكاس *

- مقدمة عن الضوء.
- يساعد العين على تحسس التغيرات من حولها.
- يميز بين خلوك الأجسام والأجسام.
- يميز بين انعكاسات الأجسام والأجسام نفسها.



نموذج الشعاع الضوئي

(١) يمثل الشعاع فيه على شكل خط مستقيم

(٢) يتغير اتجاه الضوء عند وجود حاجز في مساره.

- ملاحظة:

تسمى دراسة الضوء باعتباره جسيم أو موجة بالبصريات.

يسير الضوء في خطوط مستقيمة وهو عبارة عن سيل من جسيمات صغيرة جداً تخرج المصدر بسرعة كبيرة.

* مصادر الضوء:

- مصادر طبيعية: مثل الشمس والنجوم والبحيرة، نواع الشرات (اليراع).
- مصادر صناعية: مثل المصابيح والملاعق.

* الأجسام المضيئة: هي الأجسام التي تبعث الضوء من ذاتها.

مثل: الشمس - المصابيح

* الأجسام الغير مضيئة (مضاءة): هي الأجسام التي تصبح مرئية نتيجة انعكاس الضوء عنها مثل: القمر - المرآة

الأوساط المادية

١ وسط شفاف: يسمح بمرور الضوء من خلاله.

مثل: الهواء والزجاج.

٢ وسط شبه شفاف: يسمح بمرور بعض الضوء.

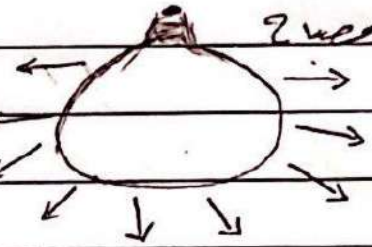
مثل: الماء، البيض.

٣ وسط غير شفاف: لا يسمح بمرور الضوء من خلاله.

مثل: سطح الطاولة.

كمية الضوء

التدفق الضوئي : هو معدل انبعاث الضوء من المصدر الضوئي.
ويرمز له (P) ويقاس بوحدة (لومن lm).



* المصدر المصباح الذي قدرته 100 W تدفقه الضوئي مقداره 1750 lm في الاتجاهات جميعها.
* هذا الضوء الناتج من المصباح يصطدم بالسطح فيحدث له استضاءة.

الاستضاءة : معدل اصطدام الضوء بوحدة المساحات للسطح.
ويرمز له (E) ويقاس بوحدة (لوكس lx).

* علاقة التربيع العكسي :
الضوء من المصدر الضوئي في جميع الاتجاهات
فإن الاستضاءة الناتجة منه تتناسب طرديًا مع $1/r^2$

س/ ماهي شدة الإضاءة ؟
هي التدفق الضوئي للمصدر الذي يقع على مساحة
مقدارها $1\ m^2$ من مساحة السطح الداخلي
لكرة نصف قطرها 1 m.
ويرمز له (I_v) ويقاس بوحدة (cd)

إضاءة السطوح :

$$E = \frac{P}{4\pi r^2}$$

E ← الاستضاءة (lx)
P ← التدفق الضوئي (lm)
r ← بعد السطح عن المصدر

* مثال : احسب الاستضاءة الواقعة على سطح طاولة يبعد 2.5 m عن مصباح كهربائي تدفقه 1750 lm

$r = 2.5\ m$

$P = 1750\ lm$

$E = ??$

$$E = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$E = \frac{1750}{4\pi (2.5)^2} = 22.3\ lx$$

استنتج وحدة معادلة للوكس
lm/m^2

تدريب مراجعة # تحرك مصباح تدفقه الضوئي 1200 lm فوق طاولة على مسافة 0.3 m إلى 0.9 m مقارنة بين استضاءة الطاولة قبل الحركة وبعدها.

$P = 1200\ lm$

$r_1 = 0.3\ m$

$r_2 = 0.9\ m$

$E = \frac{P}{4\pi r^2}$

$E_1 = \frac{P}{(4)(3.14)(0.3)^2} = \frac{1200}{(4)(3.14)(0.3)^2} = 1061.03\ lx$

$E_2 = \frac{P}{(4)(3.14)(0.9)^2} = \frac{1200}{(4)(3.14)(0.9)^2} = 117.89\ lx$

سرعة الضوء

تاريخ قياس سرعة الضوء

1. جاليليو: افترض أن للضوء سرعة كبيرة
2. أولي رومر: أكد أن الضوء ينتقل بسرعة كبيرة يمكن قياسها وأجرى تجاربه على أقمار المشتري.
3. مايكلسون: كان صاحب أفضل نتيجة لسرعة الضوء وهي أبرز القياسات:

$c = 2.99 \times 10^8 \approx 3 \times 10^8\ m/s$

سرعة الضوء

تذكر أن: أن السرعة هي المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن: $v = \frac{d}{t}$

تدريب # يجتاز الضوء الفضاء من الشمس إلى القمر في 1.28 s لينتقل من القمر إلى الأرض نفس المقدار من المسافة. احسب المسافة بينهما.

$v = c = 3 \times 10^8\ m/s$

$t = 1.28$

$v = \frac{d}{t}$

$\therefore d = vt$ ($v \to c$)

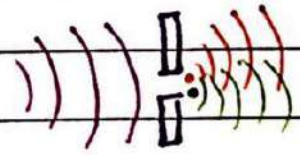
$= 3 \times 10^8 \times 1.28$

$\Rightarrow d = 3.84 \times 10^8\ m$

الطبيعة الموجية للضوء

الحيود # انحناء الضوء حول الحواجز.

* مبدأ هيجنز: كل نقطة على جبهة موجة هي مصدر جديد لموجة صغيرة.



الألوان:

يتكون اللون الأبيض من مجموعة من الألوان السبعة تسمى ألوان الطيف ولكل منها طول موجي معين.

الأحمر - البرتقالي - الأصفر - الأخضر - الأزرق - النيلي - البنفسجي

له أكبر طول موجي وأقل تردد ... أقصر طول موجي وأكبر تردد

• ملاحظة: تقع منطقة الضوء المرئي ضمن نطاق من الأطوال الموجية بين (400-700 nm).

* اللون بواسطة منزاح أشعة الضوء:

الألوان الأساسية:	الألوان الثانوية:	ألوان المتممة:
هي الألوان المكونة للون الأبيض	هي الألوان المركبة من لونين أساسيين	هي اللونان اللذان عند
الأخضر - الأحمر - الأزرق	الأصفر - الأزرق الفاتح - الأرجواني	إندماجهما يعطيان اللون الأبيض

* اللون بواسطة اختلاف أشعة الضوء: لا يعتمد لون الجسم فقط على الأطوال الموجية للضوء الذي يضيء الجسم بل يعتمد على الأطوال الموجية التي يمتصها الجسم.

الأصباغ:

هي ألوان مصنوعة من المواد المسحوقة وليست مستخلصة من النباتات والشرائح.

* الألوان الأساسية للأصباغ هي الألوان الثانوية للضوء.

س: كيف تستخدم الأصباغ في الكيمياء والأحياء؟ انظر الكتاب صفحة (23).

* أعلم أن: الألوان الضوء المختلفة أطوال موجية مختلفة إذا أردنا سرعة الضوء نفسه.

استقطاب الضوء

هو إنتاج ضوء يتذبذب في مستوى واحد.

* طريقة استقطاب الضوء:

الاستقطاب بالترشيح

مرشح الاستقطاب هو وسط الاستقطاب الذي ينتج ضوء مستقطب.

وعند وضعه في طريق حزمة من الضوء فإنه الضوء الذي سينفذ من خلاله هي المركبات التي تكون في نفس اتجاه محوره.

الاستقطاب بالانعكاس

الضوء المنعكس عن سطح كالزجاج مثلاً يكون دائماً مستقطباً جزئياً.

(شكل 17-1)

تحليل الاستقطاب:

س/ إذا وضع مرشح استقطاب آخر في مسار الضوء المستقطب ماذا يحدث؟

قانون مالوس

$$I_2 = I_1 \cos^2\theta$$

- I_2: شدة الإضاءة من المرشح الثاني
- I_1: شدة الإضاءة من المرشح الأول
- θ: الزاوية بين المرشحين

* تدريب: احسب شدة الضوء الخارج من مرشح ثاني بعد مرور ضوء مستقطب من مرشح أول مقداره 125 cd إذا كانت:

ⓐ الزاوية بينهما 45°.

ⓑ المرشح الثاني في نفس اتجاه استقطاب الأول.

ⓒ المرشحين متعامدين.

$I_1 = 125$ cd

ⓐ $\theta = 45°$

$I_2 = I_1 \cos^2\theta$

$= (125) \cos^2 45$

$I_2 = 62.5$ cd

ⓑ $I_2 = 125$ cd

ⓒ $I_2 = I_1 \cos^2\theta$

$= (125) \cos^2 90$

$I_2 = 0$ cd

سرعة الموجات الضوئية

1. الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية لا تحتاج إلى وسط مادي لانتقالها.
2. يمكننا من خلال معرفة سرعة الضوء (c) حساب كلاً من λ ، f للموجة الضوئية:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

- λ: الطول الموجي (m)
- f: التردد (Hz)
- c: سرعة الضوء $3\times10^{8}\ m/s$

س: ما العلاقة بين التردد والطول الموجي؟

تدريب H ما تردد خط طيف الأكسجين إذا كان طوله الموجي 513 nm

$f = ??$ $\quad c = 3\times10^{8}\ m/s$

$\lambda = 513\ nm \Rightarrow 513\times10^{-9}\ m$ (نحول من نانومتر إلى متر)

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{3\times10^{8}}{513\times10^{-9}}$$

$$= 5.8\times10^{14}\ Hz$$

الحركة النسبية و الضوء

* تأثير دوبلر

انزياح دوبلر:

$$(\lambda_{مراقب} - \lambda) = \Delta\lambda = \pm\frac{v}{c}\lambda$$

1. المتغير الموجب في انزياح دوبلر للطول الموجي يعني أنه الضوء مزاح للون الأحمر ويكون التردد أقل (مبتعد عن المراقب).
2. المتغير السالب في انزياح دوبلر للطول الموجي يعني أنه الضوء مزاح للون الأزرق ويكون التردد أكبر (مقترب من المراقب).

تردد الضوء المراقب:

$$f_{مراقب} = f\left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$$

- $f_{مراقب}$: تردد الضوء عند المراقب (Hz)
- f: تردد الضوء من المصدر (Hz)
- v: سرعة المصدر
- c: سرعة الضوء

⊕ إذا تحرك المصدر مقتربا منه.

⊖ إذا تحرك المصدر مبتعدا عنه.

* تدريب س12 صفحة 28

$v = 6.55\times10^{6}\ m/s$

$c = 3\times10^{8}\ m/s$ $\quad f = 6.16\times10^{14}\ Hz$

$$f_{مراقب} = f\left(1 - \frac{v}{c}\right)$$

$$= 6.16\times10^{14}\left(1 - \frac{6.55\times10^{6}}{3\times10^{8}}\right) = 6.02\times10^{14}\ Hz$$

(لأنه مبتعد)

الفصل الثاني: الانعكاس والمرايا

مقدمة

[1] من الخصائص التي تتميز بها موجات الضوء قدرتها على الانعكاس.

[2] من فوائد انعكاس موجات الضوء قياس المسافات بين الأجسام.

[3] يلعب لون الجسم دور كبير في عملية الانعكاس.

فكر 😮
لماذا تبدو صورتك في المرآة معتدلة في حين تبدو صورتك لجبل متعلقة؟
ج: بسبب تقاطع الأشعة المنعكسة.

الانعكاس هو ارتداد للشعاع الضوئي إلى نفس الوسط عندما يقابل سطح عاكس.

الانعكاس عن المرايا المستوية

* في البداية شاهد الإنسان منذ القدم انعكاسات الصور وجهه على سطح الماء.
* عرف المصريون أن الانعكاس يتطلب سطحاً مصقولاً فاستخدموا مرايا فلزية.
* تمكن الفرنسي جاريه موكولت من اكتشاف طريقة لطلاء الزجاج بالفضة.

تعد نوعية السطح العاكسة مهمة في بعض التطبيقات العملية والأجهزة البصرية كالليزر والتلسكوب.

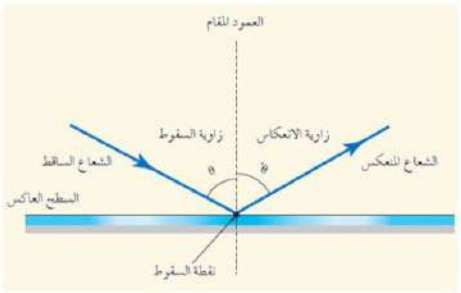
* في مجال الضوء لا يمكننا إنكار الجهود الكبيرة للعالم المسلم الحسن بن الهيثم حيث درس انعكاس الضوء وانكساره واكتشف قوانين الانعكاس والانكسار وزاوية سقوط الضوء.

قانون الانعكاس

$$\theta_r = \theta_i$$

س: على ماذا ينص قانون الانعكاس؟

ينص على أن الزاوية التي يصنعها الشعاع الساقط مع العمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط تساوي الزاوية التي يصنعها الشعاع المنعكس مع العمود نفسه.



* العمود المقام: هو خط وهمي عمودي على السطح العاكس عند نقطة سقوط الشعاع الضوئي.

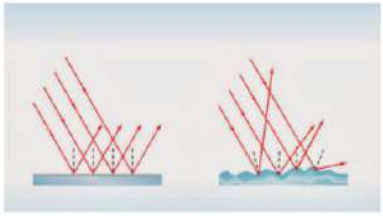
س: على ماذا يعتمد سلوك الشعاع المنعكس؟

أنواع الانعكاس

الانعكاس حسب نوع السطح ينقسم إلى:

1. انعكاس منتظم: تسقط الأشعة الضوئية في خطوط متوازية وينعكس في خطوط متوازية ويحدث في السطح الملساء.

2. انعكاس غير منتظم: تسقط الأشعة الضوئية في خطوط متوازية وتنعكس في خطوط مشتتة ويحدث في السطح الخشنة.

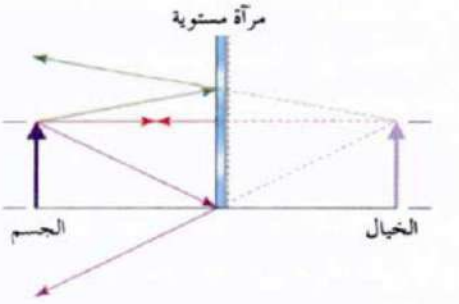


فكر

س: لماذا لا تستعمل السطح البيضاء كمرآة جيدة؟

الأجسام والصور في المرايا المستوية

* المرآة المستوية: عبارة عن سطح مستوٍ أملس ينعكس عنه الضوء انعكاساً منتظماً.
* الجسم: هو مصدر الأشعة الضوئية التي تنعكس عن سطح المرآة. ← مضيء / مضاء



* الصورة: تتشكل من اتحاد صور النقاط الناتجة بفعل الأشعة الضوئية المنعكسة.
* تتكون الصورة الخيالية من التقاء امتدادات الأشعة الضوئية المنعكسة عن المرآة.

صفات الصور في المرايا المستوية

* موقع الصورة: بعد الصورة عن المرآة المستوية يساوي سالب بعد الجسم عنها.

$$d_i = -d_o$$

* طول الصورة: في المرآة المستوية يكون طول الصورة مساوي لطول الجسم ومعتدلة مثلها.

$$h_i = h_o$$

تدريب سؤال 8 صفحة 47

$h_o = 50\ cm$ $\quad h_i = ?$

$d_o = 3\ m$ $\quad d_i = ?$

$d_i = -d_o$

$= -3\ m$ ← خيالية خلف المرآة

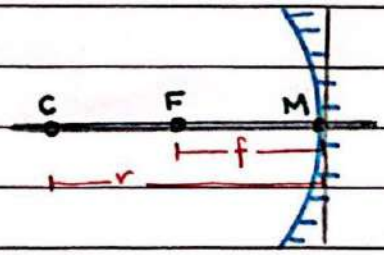
$h_i = h_o$

$= 50\ cm$

المرايا الكروية

المرايا المقعرة هي سطح عاكس جوانبه منحنية نحو المشاهد (السطح الداخلي عاكس).

- المحور الرئيسي: هو خط مستقيم متعامد مع المرآة ويقسمها إلى نصفين.
- قطب المرآة M: نقطة تقاطع المحور الرئيسي مع المرآة.
- مركز المرآة C: المركز الهندسي للمرآة.
- البؤرة F: هي النقطة التي تجتمع فيها انعكاسات الأشعة المتوازية.
- البعد البؤري f: المسافة بين قطب المرآة والبؤرة.



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

حالات الصور في المرايا المقعرة

① الطريقة الهندسية

نرسل شعاعين:

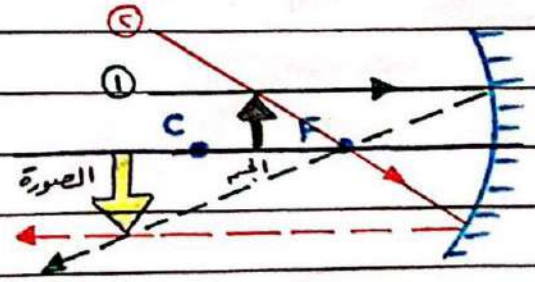
① يمر برأس الجسم وموازي للمحور الرئيسي ينعكس ماراً في البؤرة.

② يمر برأس الجسم والبؤرة ينعكس موازي للمحور الرئيسي.

 # تدريب # أوجد حالات الصورة المتكونة

طسم وضع أمام مرآة مقعرة بين المركز والبؤرة؟

الحل:
- نقوم برسم مرآة مقعرة ثم نحدد بؤرتها ومركزها.
- نرسم سهم يمثل الجسم بين البؤرة والمركز.
- نرسل الشعاعين كما في الطريقة الهندسية.
- نقطة التقاء الأشعة المنعكسة تمثل رأس صورة الجسم.



حالة الصورة: مكبرة - مقلوبة - حقيقية.

 # تدريب منزلي #

بالرسم أوجد صفات الصورة لجسم وضع أمام مرآة مقعرة في الحالات:

ⓐ قبل مركزها الهندسي.

ⓑ فوق مركزها الهندسي.

ملاحظات:
- حالة الصورة: مكبرة أو مصغرة - مقلوبة أو معتدلة - حقيقية أو خيالية.
- يقصد بصورة حقيقية أي يمكن تكوينها على حاجز.
- عند تكوين الصور الحقيقية في المرآة المقعرة الزوغان الكروي أي أن الأشعة تتجمع في نقطة أقرب من البؤرة.

تابع حالات الصور في المرايا المقعرة

③ الطريقة الرياضية لمعرفة صفات الصورة لجسم موضوع أمام مرآة مقعرة نستخدم معادلة المرايا الكروية والتي يربط بين: البعد البؤري وبعد الجسم وبعد الصورة:

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

البعد البؤري — بعد الصورة — بعد الجسم

ومنها نستخرج أي بعد نريد:

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

$$d_o = \frac{f d_i}{d_i - f}$$

$$d_i = \frac{f d_o}{d_o - f}$$

التكبير # يقصد به كم مرة تكون الصورة أكبر من الجسم أو أصغر منه.

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

التكبير

h_i: طول الصورة

h_o: طول الجسم

* ملاحظات:

① البعد البؤري في المرايا المقعرة دائماً موجب.

② تكون d_i موجبة إذا كانت الصورة حقيقية وسالبة إذا كانت خيالية.

③ إشارة السالب في معامل التكبير تظهر إذا الصورة مقلوبة.

④ القيمة المطلقة للتكبير أقل من 1 يعني صورة مصغرة، أكبر من 1 يعني مكبرة.

تدريب # وضع جسم أمام مرآة مقعرة نصف قطرها 20 cm على بعد 30 cm أوجد بعد الصورة ومعامل التكبير.

$r = 20\ cm \Rightarrow f = r/2 = 10\ cm$

$d_o = 30\ cm \quad d_i = ? \quad m = ?$

$$d_i = \frac{f d_o}{d_o - f} = \frac{10 \times 30}{30 - 10}$$

$$\therefore d_i = 15\ cm$$

$$m = \frac{-d_i}{d_o} = \frac{-15}{30} = -0.5$$

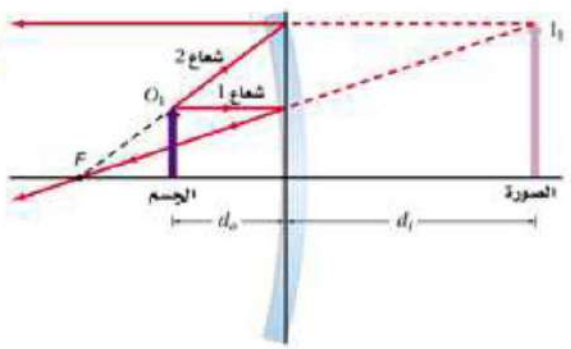
حقيقية

* مقلوبة (إشارة السالب)

* مصغرة ($|m| < 1$)

الصور الخيالية في المرايا المقعرة

في المرايا المقعرة هناك حالة وحيدة تكون فيها صورة الجسم خيالية معتدلة ومكبرة وهي عندما يكون بين البؤرة والمرآة.



المرايا المحدبة

سطح عاكس خوافه منحنية بعيداً عن المشاهد.

* مرآة كروية سطحها الخارجي عاكس.

خصائص المرآة الكروية المحدبة

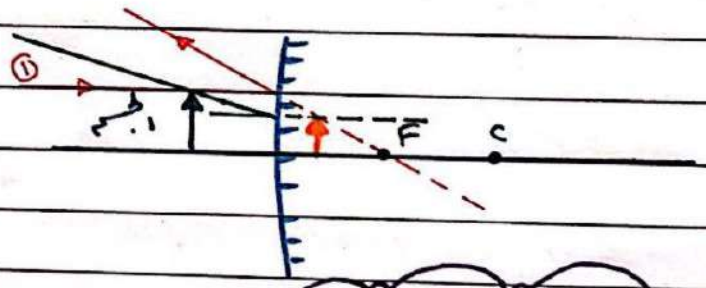
1. الأشعة المنعكسة عن المرايا المحدبة دائماً مشتتة.
2. جميع الصور الناتجة عن المرايا المحدبة خيالية لأنها ناتجة عن التقاء امتدادات الأشعة المنعكسة.
3. تكون C ، F خلف المرآة المحدبة لذلك تكون قيمة d_i ، f دائماً سالبة عند تطبيق معادلة المرايا الكروية.

تعمل المرايا المحدبة على توسيع مجال الرؤية

س: بواسطة الرسم أوجد صفات الصورة لجسم موضوع أمام مرآة محدبة.

ج: نقوم برسم مرآة محدبة ثم نحدد بؤرتها ومركزها.

- نرسم جسم يمثل الجسم أمام المرآة المحدبة.
- نرسل شعاع يمر برأس الجسم وموازي للمحور الرئيسي ينعكس وامتداده يمر بالبؤرة.
- نرسل شعاع يمر برأس الجسم والبؤرة ينعكس وامتداده يوازي المحور الرئيسي



الصورة المتكونة عن المرايا المحدبة دائماً: خيالية - معتدلة - مصغرة

مثال: مرآة محدبة بعدها البؤري 50 cm وضع أمامها جسم على بعد 500cm أوجد بعد الصورة المتكونة وما صفاتها.

نستخدم قانون المرايا الكروية:

$f = 50\ cm$ (بالسالب)

$d_o = 500\ cm$ $\quad d_i = ?$

$$d_i = \frac{f\,d_o}{d_o - f} = \frac{(-50)(500)}{500-(-50)}$$

$\therefore d_i = -45\ cm$

$$m = \frac{-d_i}{d_o} = \frac{-(-45)}{500} = 0.09$$

d_i سالبة (صورة خيالية)

$m < 1$ (صورة مصغرة)

(معتدلة)

الفصل الثالث: الانكسار والعدسات

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

س/ كيف يبدو شكل القلم موضوع في سائل عند النظر إليه من جانب؟

فكر

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 سينحرف عن مساره عند مروره بالحد الفاصل بين الهواء والزجاج.

• يجب أن نعرف زاوية السقوط θ_1 وزاوية الانكسار θ_2.

وجد سنل أنه مهما كان كل زاوية لم ترتبط بالمعادلة:

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

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

ملاحظات

① إذا كان $n_1 > n_2$ فإن الشعاع المنكسر يبتعد عن العمود المقام $\theta_2 > \theta_1$.

② إذا كان $n_2 > n_1$ فإن الشعاع المنكسر يقترب من 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 انكسار الزجاج 1.52

$n_1 = 1$

$\theta_1 = 30°$

$\theta_2 = ?$

$n_2 = 1.52$

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

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

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

$= 0.32$

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

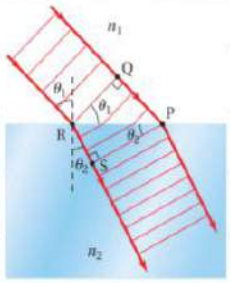
النموذج الموجي في الانكسار

س: هل الضوء خصائص موجية ؟ نعم .

س: ما الذي يحدث للضوء عند انتقاله خلال الوسط ؟

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

- تردد الضوء f يبقى ثابت .
- يقل الطول الموجي λ إذا $n_2 > n_1$.



* من التكامل ومن العلاقات صفحة 72 يمكنا استنتاج قانون معامل الانكسار :

معامل الانكسار $n = \frac{c}{\nu}$ سرعة الضوء في الفراغ 3×10^8 m/s، سرعة الضوء في الوسط	** تدريب ** ما سرعة الضوء في الكلوروفورم إذا كان معامل انكساره $n = 1.51$. $c = 3\times10^8$ m/s $n = 1.51$ $\nu = ?$ $n = \frac{c}{\nu}$ $\nu = \frac{c}{n} = \frac{3\times10^8}{1.51}$ $\therefore \nu = 1.99\times10^8$ 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 ويبتعد الشعاع المنكسر 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 زاوية حرجة يكون على امتداد الحد الفاصل .

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

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.

ولسبب ذلك عندما ينتقل الضوء من جسم بعيد فيه هذه الطبقتين يحدث له انحراف متتابعاً حتى يصل للمراقب 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.

ولسبب ذلك عندما ينتقل الضوء من جسم بعيد فيه هذه الطبقتين يحدث له انحراف متتابعاً حتى يصل للمراقب أي أنه يحدث له انعكاس كلي داخلي (صورة علوية).

وتفسير السراب الصحراوي على أساس موجات الضوء التي يتألف الضوء منها فإن موجات الضوء القريبة من الأرض أسرع من الموجات في الأعلى فتنحرف لكي يحيا 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 والألوان الأكثر تردد تكون سرعته أقل وبالتالي ينحرف بشكل أكبر.

س: كيف يتكون قوس المطر؟

ضوء الشمس يتفرق بفعل قطرات المطر في الغلاف الجوي 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.

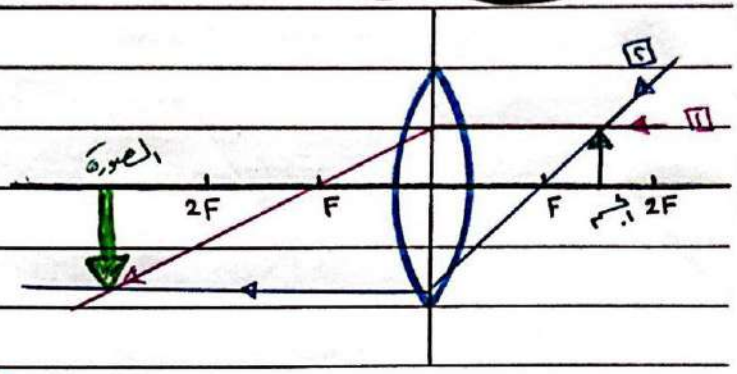
العدسات المحدبة والصور الحقيقية

لمعرفة صفات الصورة لجسم موضوع أمام عدسة بالطريقة الهندسية نقوم برسم مخطاط للشرفة بحيث:

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

[2] شعاع يمر بأس 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 بين البؤرة والمركز 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 (مثل 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.

# مثال: # صف حالات الصور إذا كان البعد البؤري لعدسة محدبة 10 cm وضع 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 الأشعة الموازية في نقطة واحدة ويحدث بسبب انحراف 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.

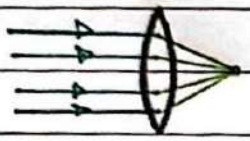
العدسات المحدبة و المقعرة

س/ ما المقصود بالعدسة ؟

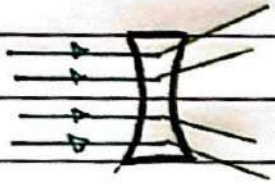
جـ/ هي قطعة من مادة شفافة مثل الزجاج أو البلاستيك تستخدم في تجميع الضوء أو تفريقه في تكوين الصور.

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 الشعاع 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

الاستفادة من هذه المعادلة لحساب f أو d_i أو d_o بشبه قانون المرايا

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

- معامل التكبير بالسالب 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 ؟

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

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

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

$h_i = 1.8$ cm

$d_i = 10.4$ موجب لأن الصورة حقيقية

$f = 6.8$ cm موجب لأن العدسة محدبة

$d_o = ??$ $h_o = ??$

$d_o = \frac{f d_i}{d_i - f} = \frac{6.8 \times 10.4}{10.4 - 6.8}$

$\therefore d_o = 19.6$ cm

تطبيقات العدسات

① العين

هي أداة بصرية على هيئة وعاء كروي تقريباً مملوءة بسائل.

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

س/ كيف تتكون العين الصور؟

[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 فيتغير البعد البؤري للعدسة.

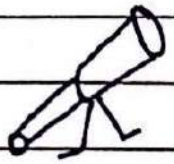
معامل انكسار القرنية أكبر من معامل انكسار الهواء

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
ويستخدم عدسة مقعرة للتصحيح.

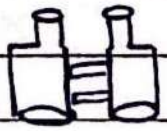
طول النظر:
الإنسان المصاب لا يرى الأجسام القريبة بوضوح.
وسببه أن البعد البؤري للعين أكبر من البعد البؤري للعين السليمة فتتكون صورة خلف الشبكية ويستخدم عدسة محدبة للتصحيح.

② التلسكوب (المنظار العاكس):



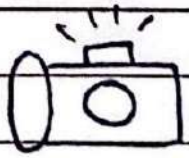
يستخدم لتقريب الأجسام البعيدة
ويتكون من عدستين شيئية (محدبة) وإحداهما عينية أيضاً (محدبة)

③ المنظار:



ويستخدم أيضاً لتقريب الأجسام البعيدة وهو عبارة عن تلسكوبين متجاورين.

④ آلات التصوير:



نظام بصري عاكس يتكون من عدسة محدبة والتي تعكس الصورة المتكونة من خلال العدسة ويمكن مشاهدتها.
شكل 3-22.

⑤ الميكروسكوب (المجهر):

ويستخدم لتكبير الأجسام الصغيرة وله عدستان محدبتان إحداهما شيئية والأخرى عينية

الفصل الرابع: التداخل والحيود

* مقدمة *

يتعلق دراستنا كل من ظاهرتي التداخل والحيود في الأشياء المحيطة بنا، إذ تظهر التراقص الملونة لطبقة الحيود بوضوح كما يظهر التداخل في الفقاعات في حين تظهر أجنحة الفراشات بألوان كل من التداخل والحيود.

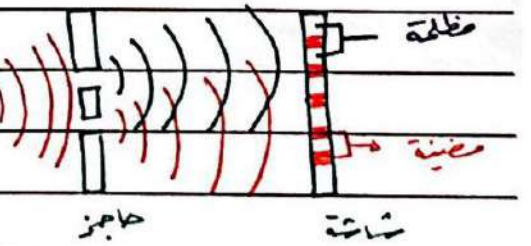
فكّر
س: كيف يظهر محلول فقاعات الصابون ألوان قوس قزح؟

التداخل هو التقاء موجتي ضوء متساويتين في التردد والسرعة وتتحركان بفرق طور ثابت.

* الضوء غير المترابط: هو ضوء ذو مصدرين موجيين غير متزامنين. ضوء الشمس.
* الضوء المترابط: هو ضوء ينتج من مصدر أو أكثر يولد موجات ذات مصدرين متزامنين (متطابقة التردد والطور). ضوء الليزر.

س: لماذا الضوء الغير مترابط لا يظهر متقطع؟
ج: لأن تردد موجات الضوء كبير جداً.

تجربة شقي يونغ وجه يونغ ضوء من مصدر مترابط أحادي اللون وهو ضوء ذو طول موجي واحد على شقين في حاجز وعند تداخل الضوء الخارج من الشقين ظهرت على الشاشة حزم مضيئة (تداخل بناء) وأخرى معتمة (تداخل هدام) سماها يونغ أهداب التداخل.
وأثبت أن الضوء خصائص موجية واستنتج قانونه لحساب الطول الموجي.



* هدبة مركزية مضيئة وتتناقص شدة إضاءة الحزم كلما ابتعدنا عن الهدبة المركزية.

$\lambda = \frac{x d}{L}$ ← لسانة بيم الشقين ← الطول الموجي

L ← المسافة بين الحاجز والشاشة

x ← المسافة بين الهدبة المركزية والهدب المضيء

* تدريب * في تجربة شقي يونغ تكون الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى على بعد 21 mm من الهدب المركزي فإذا كان بعد بين الشقين 0.02 mm ووضعت الشاشة على بعد 0.5 m فما مقدار الطول الموجي؟

$x = 21 \times 10^{-3}\ m$
$d = 0.02 \times 10^{-3}\ m$
$L = 0.5\ m$
$\lambda = ?$

$\lambda = \frac{x d}{L}$

$= \frac{21 \times 10^{-3} \times 0.02 \times 10^{-3}}{0.5}$

$\therefore \lambda = 8.4 \times 10^{-7}\ m$

التداخل في الأغشية الرقيقة

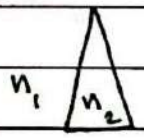
س/ ما سبب وجود ألوان الطيف في فقاعات الصابون أو بقع الزيت على الماء ؟

ج/ بسبب التداخل البناء والهدام للموجات الضوئية.

> هو طيف الألوان الناتج عن التداخل البناء والهدام للموجات الضوئية بسبب انعكاسها عن الغشاء الرقيق

س/ ما تأثير الجاذبية الأرضية على سمك الغشاء الرقيق عند حمله رأسياً ؟

ج/ تجعل سمك الغشاء الرقيق في الأسفل أكبر من السمك في الأعلى.



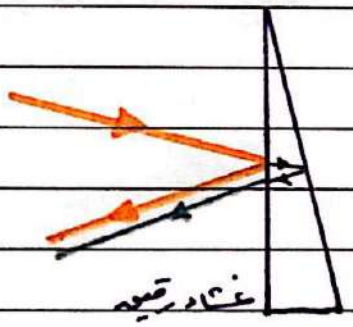
س/ كيف يحدث التداخل في الأغشية الرقيقة ؟

ج/ [1] للغشاء الرقيق سطحين خارجي وداخلي.

[2] يسقط الشعاع على السطح الخارجي للغشاء الرقيق جزء منه ينعكس والجزء الآخر ينفذ منكسراً.

[3] الشعاع النافذ يصل إلى السطح الداخلي للغشاء وينعكس ثم ينكسر خارجاً من الغشاء.

[4] يحدث تداخل بين الشعاعين المنعكسين.



تحسين اللون

الضوء المنعكس عن الغشاء الرقيق هو ضوء متداخل.

يحدث تداخل بناء في الأغشية الرقيقة إذا كان طوله الموجي $\Delta x = \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda \dots$

وتداخل هدام إذا كان $\Delta x = 0, \lambda, 2\lambda \dots$

عكس التداخل في الشعيرات الزجاجية

* قانون حساب سمك الغشاء الرقيق لتداخل بناء:

سمك الغشاء الرقيق ← $d = \frac{\lambda}{4n}$

n معامل انكسار مادة الغشاء

* تدريب * سقط ضوء طوله الموجي 513 nm على طبقة زيت معامل انكساره 1.45 فوق الماء احسب سمك هذه الطبقة ؟

$\lambda = 513 \times 10^{-9}\ m \quad n = 1.45$

$d = \frac{\lambda}{4n}$

$= \frac{513 \times 10^{-9}}{4 \times 1.45}$

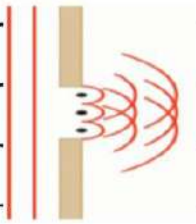
$\therefore d = 8.84 \times 10^{-8}\ m$

طيود

س/ قارن بين دائرة الضوء (قطر البقعة الضوئية) وقطر دائرة المصدر ؟

ج/ دائرة البقعة الضوئية أكبر من دائرة المصدر لأن الضوء يحيد ويتغير اتجاهه عند اصطدامه بحاجز أو عائق.

طيود هو انحناء الضوء عند اصطدامه بحاجز.



موجات الضوء تتداخل بعد حيودها

س/ فسر: طيود باستخدام مبدأ هيجنز ؟

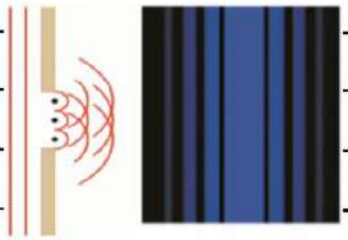
ج/ النقاط على مقدمات الموجات تمثل مصدر جديد لموجات صغيرة تنتشر بعضها خلف بعض في جميع الاتجاهات.

حيود شق إنحادي

في هذا الحيود نستخدم شق واحد صغير عرضه أكبر من الطول الموجي فيتكون على الشاشة نمط عبارة عن هدب مركزي عريض ومضيء مع أهداب أقل عمقاً وأقل اضاءة على كلا الجانبين.

* يزداد عرض الهدبة المركزية بزيادة الطول الموجي *

يسمى هذا النمط **نمط الحيود** وهو ناتج عن التداخل البناء والهدام لموجات هيجنز.



عرض الحزمة المضيئة المركزية في حيود شق واحد

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

- $2x_1$: عرض الحزمة المضيئة
- λ: عرض الشق
- L: البعد بين الحاجز والشاشة

تدريب # لسقط ضوء أخضر طوله الموجي 546 nm على شق مفرد عرضه 0.095 mm فإذا كان بعد الشق عن الشاشة 75 cm فما عرض الهدب المركزي الضوء ؟

$\lambda = 546\times10^{-9}\ m$

$w = 0.095\times10^{-3}\ m$

$L = 75\times10^{-2}\ m$

$2x_1 = ??$

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$= \frac{(2)(546\times10^{-9})(75\times10^{-2})}{0.095\times10^{-3}}$$

$$\therefore 2x_1 = 8.6\times10^{-3}\ m$$

فكّر

س/ ما الفرق بين نمط حيود ونمط التداخل ؟