1. طبيعة الضوء Nature of light

نعتبر الضوء ذو طبيعة مزدوجة فهو جزئياً يبدو كأمواج وجزئياً كجسيمات. فبعض الظواهر الطبيعية للضوء قد أمكن تفسيرها بالمفهوم الجسيمي للضوء (النظرية الجسيمية، وذلك مثل ظاهرة الانعكاس والانكسار. في حين أن بعض الظواهر الأخرى مثل التداخل والحيود لا يمكن تفسيرها إلا عن طريق المفهوم الموجي للضوء (النظرية الموجية) .

2- انتشار الضوء Propagation of light

ينتشر الضوء من مصادره في جميع الاتجاهات في خطوط مستقيمة، ويدل على ذلك تكون الظلال وأشباه وغيرها من الظواهر المعروفة المرتبطة بانتشار الضوء في خطوط مستقيمة.

الظلال

أ. سرعة الضوء **Velocity of light**

لقد أجريت تجارب عديدة لقياس سرعة الضوء في الفراغ وفي الأوساط الأخرى مثل الماء والزجاج وغيرها، وقد وجد أن سرعة الضوء في الفراغ تكون أكبر من سرعته في الأوساط الأخرى، وتكون سرعته في الوسط الأقل كثافة اكبر منها في الوسط الأكبر كثافة، فسرعته في الماء مثلا اكبر من سرعته في الزجاج، علاوة على ذلك فإن سرعة الضوء خلال المواد تعتمد على الطول الموجي للضوء. وقد وجد بالتجربة أن سرعة الضوء في الفراغ($c= 3x10^8$ m/sec) حيث ترمز cإلى سرعة الضوء في الفراغ.

ب. معامل الانكسار **Refractive index**

تسمى النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ وسرعته في وسط بمعامل الانكسار او معامل انكسار الوسط ، ويرمز له بالرمز n

$n=c/v$

حيث v هي سرعة الضوء في الوسط.

ملاحظة مهمة (معامل الانكسار ليس له وحدة وذلك لأنه عبارة عن حاصل قسمة بين سرعتين) .

مثال (1): احسب سرعة الضوء في ثاني كبريتيد الكربون إذا علم أن معامل انكساره 1.63 بفرض أن سرعة الضوء في الفراغ تساوي $c = 3x10^8$ m/sec.

الحل:

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

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

$$v = \frac{3\times10^8}{1.63}$$

$$v = 1.84\times10^8 \ m/\sec$$

3-الضوء والرؤية:

حتى تتم رؤية جسم ما لابد للأشعة الضوئية من السقوط على سطح الجسم ومن ثم ان تنعكس على أعيننا لتتكون صورة للجسم. وبالتالي نجد أن رؤيتنا للأجسام من حولنا تكون بسبب احساس أعيننا بالضوء الساقط على هذه الأجسام. ولكن ما هو الضوء؟ وما المقصود بالمكان المعتم؟

الضوء: هو شكل من أشكال الطاقة يمكننا من رؤية الأجسام المحيطة بنا أما المكان المعتم أو المظلم: فهو المكان الذي يفتقر لوجود الضوء فيه.

تقسم الأجسام من حولنا الى:

١ -أجسام مضيئة: وهي الأجسام التي تبعث الضوء من تلقاء نفسها مثل: الشمس والنجوم والمصباح..... الخ .

٢ -أجسام مستضيئة: وهي الاجسام التي تعكس الضوء الساقط عليها والتي لا يمكننا رؤيتها من دون حدوث هذا الانعكاس مثل: القمر، الكتاب، الورقة، الأبواب .... الخ.

أ. خصائص الضوء:

1.الضوء لا يحتاج الى وسط ناقل فهو ينتقل في الفراغ.

2 . الضوء يسير في خطوط مستقيمة.

3. الضوء يسير بسرعة ثابتة في الوسط المتجانس.

لكل وسط معامل انكسار خاص به فمثلا معامل انكسار الزجاج n=1.5 وللماء n=1.33.

الوسط المتجانس: هو الوسط الذي لا يتغير تركيبه من نقطة الى أخرى وبالتالي تبقى سرعة الضوء ثابتة في جميع أجزائها عند انتقاله خلالها

الشعاع الضوئي: هو اتجاه انتشار الضوء.

السنة الضوئية: هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة. وهي الوحدة التي تستخدم لقياس المسافة بين الأجرام السماوية.

مثال (2): احسب المسافة التي يقطعها الضوء في سنة؟

الحل:

المسافة = السرعة × الزمن

$= 3 \times ^{8}$ 10 م /ث × 1 سنة × 365 يوم × 24 ساعة × 60 دقيقة × 60 ثانية.

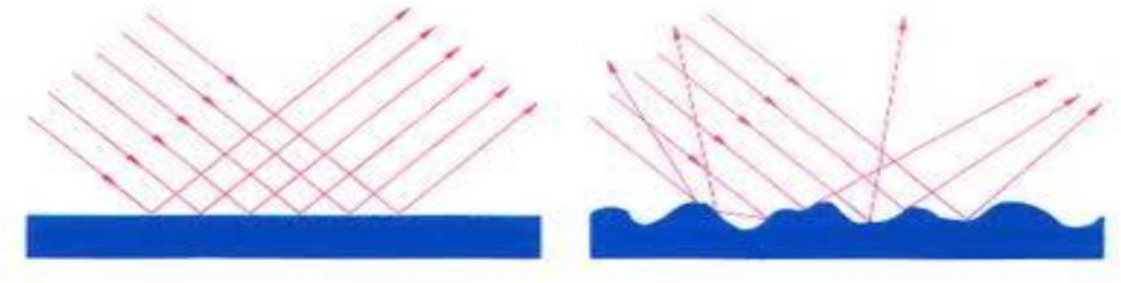
سؤال: إذا علمت ان المسافة بين الأرض والشمس = 1.5×10^{11} متر. احسب الزمن اللازم حتى يصل ضوء الشمس الى الأرض؟

4-انعكاس الضوء Reflection of light :

تعتبر ظاهرة انعكاس الضوء من الظواهر المهمة لنا فهي تمكننا من رؤية الأجسام المحيطة بنا. وتعريفه هو: ارتداد الاشعة الضوئية عن سطح عاكس وللانعكاس نوعان (حسب طبيعة السطح العاكس):

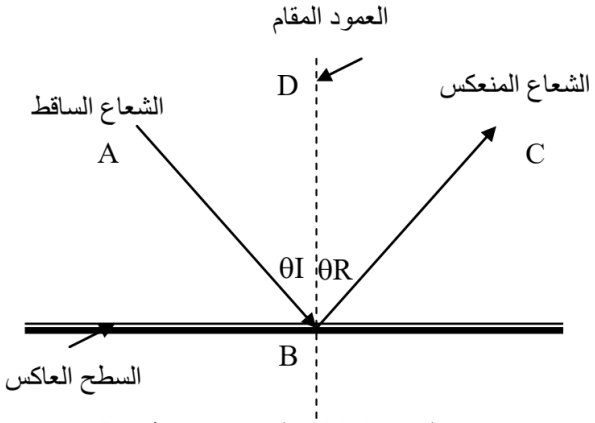
-1الانعكاس المنتظم: وهو الانعكاس الذي يحدث عن الأسطح المصقولة.

-2الانعكاس غير المنتظم: وهو الانعكاس الذي يحدث عن الاسطح غير المصقولة.



الشكل (١) الانعكاس المنتظم والانعكاس الغير منتظم

الشكل (٢) يوضح ظاهرة الانعكاس على سطح مرآة مستوية



شكل (٢) انعكاس الضوء عن سطح عاكس

حيث أن:

AB الشعاع الساقطBC . الشعاع المنعكسDB . العمود المقام على السطح العاكس.

θi تمثل زاوية السقوط. (هي الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام على السطح العاكس)

θR تمثل زاوية الانعكاس.(هي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح العاكس).

عندما ينعكس شعاع ضوئي عند سطح مستو فانه يمكن وصف طبيعة الضوء المنعكس في صورة قانون مكون من جزأين ويسمى بقانون الانعكاس.

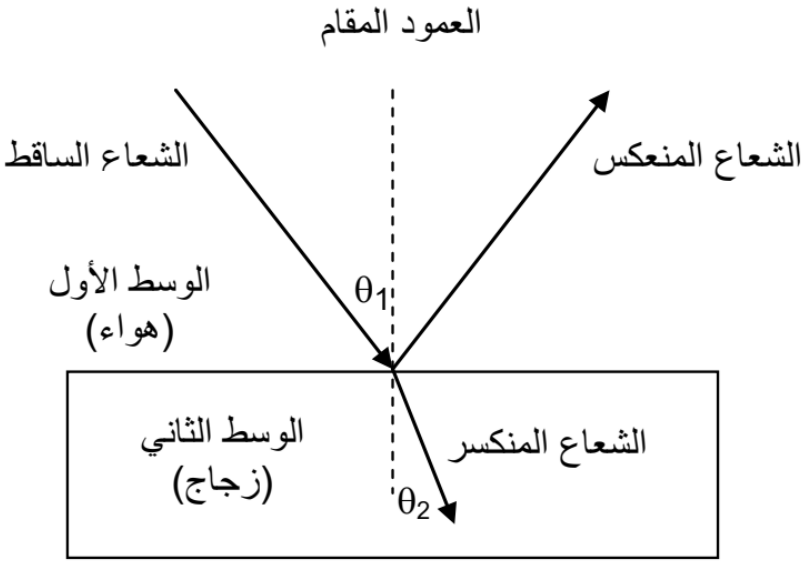
<u>قانونا الانعكاس</u>:

أ. ينص القانون الأول في الانعكاس على أن الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح العاكس من نقطة السقوط تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس ".

ب. أما القانون الثاني في الانعكاس فينص على أن زاوية السقوط (θi) تساوي زاوية الانعكاس (.θR)

5- انكسار الضوء Refraction of light

عندما يسقط شعاع ضوئي على سطح صقيل لمادة شفافة كالماء أو الزجاج فإنه سوف ينعكس جزء منه تبعا لقانون الانعكاس وينكسر الجزء الباقي خلال الوسط مغيرا اتجاهه كما بالشكل التالي.



ما هو سبب انكسار الضوء؟

ينتج انكسار الضوء في الوسط الثاني بسبب التغير في سرعة الضوء إثر دخوله في هذا الوسط. (أي بسبب اختلاف كثافة الوسطين)، فإذا كانت سرعة الضوء في الوسط الثاني أقل من سرعته في الوسط الأول (أي أن الوسط الثاني أكبر كثافة من الوسط الأول فإن الضوء سينكسر مقتربا من العمود المقام. ويمكن تلخيص ذلك كما يلي:-

-إذا سقط الضوء من وسط أقل كثافة إلى وسط أكبر كثافة فإنه سينكسر مقتربا من العمود المقام.

- وإذا سقط الضوء من وسط أكبر كثافة إلى وسط أقل كثافة فإنه سينكسر مبتعدا عن العمود المقام.

- الزاوية θ_1 تعرف بزاوية السقوط.

- الزاوية θ_2 تعرف بزاوية الانكسار.

زاوية الانكسار Angle of refraction

هي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين. عندما ينكسر شعاع ضوئي عند سطح فاصل بين وسطين فإنه يمكن وصف طبيعة الضوء المنكسر في صورة قانون مكون من جزأين ويسمى بقانون الانكسار أو(قانون سنيل).

قانونا الانكسار (قانون سـنيـل)

- ينص قانون الانكسار على أنه إذا سقط شعاع ضوئي على سطح فاصل بين وسطين مختلفين فإن:

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

- الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود المقام على السطح الفاصل تقع جميعها في مستوى واحد.

مثال:

سقط ضوء في الهواء بزاوية 45 درجة على سطح لوح من الزجاج معامل انكساره 1.52

أ-احسب زاوية انكسار الضوء نتيجة لانكساره عند السطح العلوي.

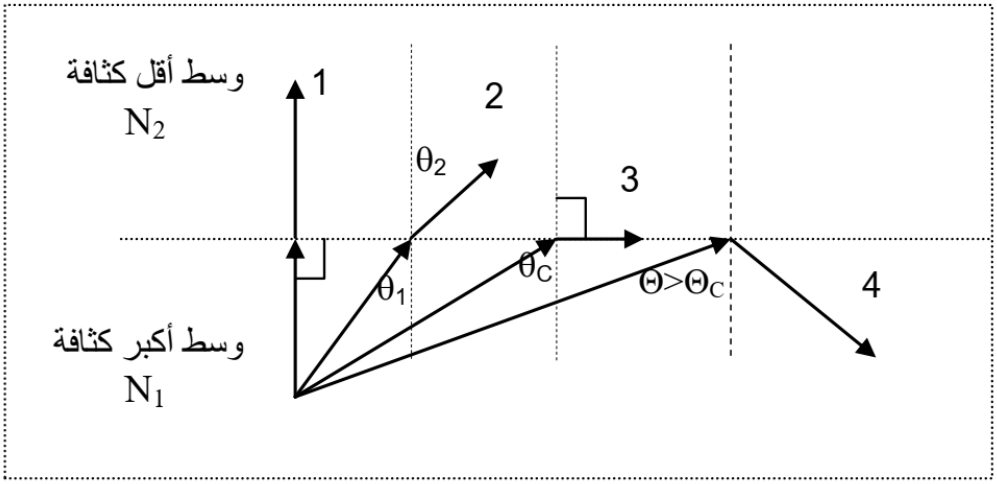
ب هل ينكسر الشعاع مقتربا أم مبتعدا عن العمود المقام؟

ج احسب الزاوية التي ينحرفها الضوء.

الزاوية الحرجة والانعكاس الكلي Critical angle and total reflection

عندما ينتقل الضوء من وسط أكبر كثافة إلى وسط أقل كثافة تكون زاوية الانكسار دائما أكبر من زاوية السقوط، بمعنى أن الشعاع ينكسر مبتعدا عن العمود المقام. وكلما زادت زاوية السقوط سوف تزداد زاوية الانكسار كما هو موضح بالشكل التالي، وأكبر زاوية انكسار ممكنة في الوسط الأقل كثافة هي ٩٠ درجة.

زاوية السقوط (في الوسط الأكبر كثافة) المناظرة لأكبر زاوية انكسار ممكنة (٩٠ درجة) تسمى بالزاوية الحرجة (critical angle). وإذا زادت زاوية السقوط عن الزاوية الحرجة فإن الشعاع سوف ينعكس كليا في داخل الوسط نفسه الذي سقط منه الشعاع، وهذا ما يعرف بالانعكاس الداخلي الكلي.



ويمكن حساب الزاوية الحرجة (θ_c) بوضع $\theta_2 = 90°$ في قانون سنيل

$$n_1 Sin\theta_1 = n_2 Sin\theta_2$$

$$n_1 Sin\theta_c = n_2 Sin90$$

$$n_1 Sin\theta_c = n_2$$

$$Sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

فعلى سبيل المثال إذا سقط الضوء من داخل مياه البحر (n_1= 1.33) إلى الهواء الخارجي (n_2=1) فإن :

$$Sin\ \theta_c = \frac{1}{1.33} = 0.75188$$

$$\therefore\ \ \theta_c = Sin^{-1}(0.75188)$$

$$\theta_c = 48.7^{\circ}$$

مثال:

يسقط شعاع ضوئي على سطح يفصل بين زجاج وماء. فاذا كان معامل الانكسار للزجاج (1.5) وللماء (1.33) فما مقدار الزاوية الحرجة؟

الحل:

$$Sin\ \theta_c = \frac{n_{water}}{n_{glass}}$$

$$Sin\ \theta_c = \frac{1.33}{1.5} = 0.889$$

$$\therefore \theta_c = 63^{\circ}$$