الفصل 3: الضوء الهندسي

Optique géometrique

تقديم : الضوء هو الجزء من الفيزياء الذي يدرس انتشار و سلوك الأشعة الضوئية.

بصفة عامة الضوء جزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي يمتد من الأشعة X إلى الأمواج الرادوية. إنّ دراسة الضوء تنقسم إلى جزأين: الضوء الهندسي و الضوء الموجي.

الطيف الكهرومغناطيسي : تنتشر الأمواج الكهرومغناطيسية في الفراغ أو الأوساط المادية حيث تغطي مجال واسع من الترددات تمتد من الأمواج الرادوية ($\nu = 3.10^3\,Hz$) إلى الأشعة γ ($\nu = 10^{22}\,Hz$).

طيف الضوء المرئي $(Spectre\ visible)$: لا يمثل إلا جزء صغير من طيف الأمواج الكهرومغناطيسية و الذي يمتد من 400 إلى $800\ nm$.

سرعة انتشار الضوء: قرينة الانكسار

ينتشر الضوء في الفراغ بسرعة ثابتة $c = 3.10^8\ m/s$ و هي اكبر قيمة في الكون، أما في وسط شفاف و متجانس فينتشر بسرعة:

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

c : سرعة الضوء في الفراغ. n قرينة (معامل) انكسار الوسط الذي تنتشر فيه الموجة.

ملاحظة: لدينا $n = c/v$ و حيث أن $v \leq c$ فإن: $n = c/v \geq 1$.

تتغير قيمة سرعة الانتشار من وسط إلى آخر و بالتالي يتغير معامل الانكسار من وسط إلى آخر.

الوسط	الهواء	الماء	الزجاج	البنزين	الكحول	الماس
n	1.003	1.33	$1.70 - 1.52$	1.501	1.36	2.4

مبادئ و قوانين الضوء الهندسي

الضوء الهندسي: يدرس هذا الجزء من الضوء تطبيقات قوانين الانعكاس و الانكسار لفهم العدسات و الأجهزة الضوئية الأخرى.

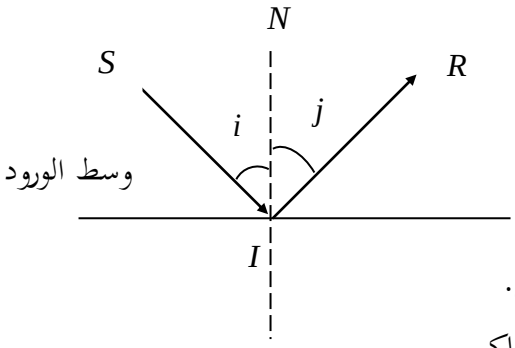
مبادئ الضوء الهندسي:

- ينتشر الضوء الهندسي في وسط متجانس و نسيق وفق خطوط مستقيمة.
- المسار المتبع من طرف الضوء يدعى بالشعاع الضوئي و مجموعة الأشعة الضوئية تشكل الحزمة الضوئية.
- نميز ثلاثة أنواع من الحزم الضوئية: المتقاربة، المتباعدة و المتوازية.

قوانين الانعكاس و الانكسار (قوانين ديكارت)

أ) الانعكاس ($Réflexion$)

: الانعكاس هو التغير المفاجئ في اتجاه الأشعة الضوئية بعد اصطدامها بسطح عاكس فترتد إلى وسط الورود.



SI: الشعاع الوارد.

IR: الشعاع المنعكس.

IN: الناظم.

i: زاوية الورود وهي الزاوية المحصورة بين الشعاع الوارد و الناظم.

j: زاوية الانعكاس وهي الزاوية المحصورة بين الناظم و الشعاع المنعكس.

I: نقطة الورود و هي النقطة التي يلاقي فيها الشعاع الوارد السطح العاكس.

قوانين الانعكاس: – الشعاع الوارد و الشعاع المنعكس يقعان في نفس المستوي.

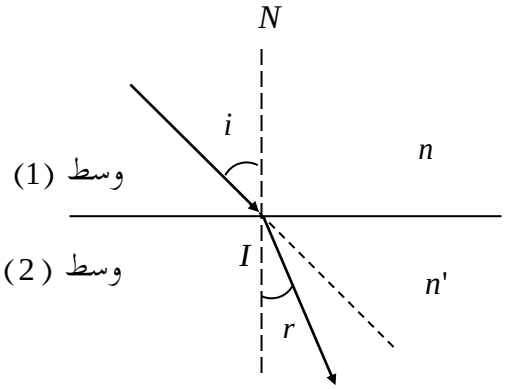
– زاوية الورود = زاوية الانعكاس ($i = j$).

ب) الانكسار ($Réfraction$)

تعريف الكاسر ($Dioptre$): هو السطح الفاصل بين وسطين شفافين متجانسين معاملا انكسارهما مختلفين ($n \neq n'$). نرمز له بالرمز $\boldsymbol{D(n,n')}$ عندما ينتشر الضوء من الوسط n إلى الوسط n'.

الوسط الكاسر قد يكون مستويا أو كرويا.

الانكسار: الانكسار هو التغير المفاجئ في اتجاه الأشعة الضوئية بعد أن تلاقي سطحا كاسرا لتواصل انتشارها في وسط آخر مختلف عن الوسط الابتدائي (وسط الورود) ($n \neq n'$).



قوانين الانكسار:

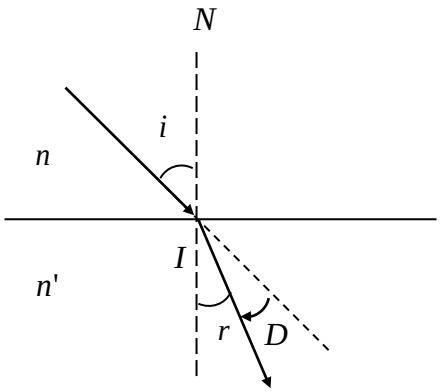
– الشعاع الوارد و المنكسر يقعان في نفس المستوي.

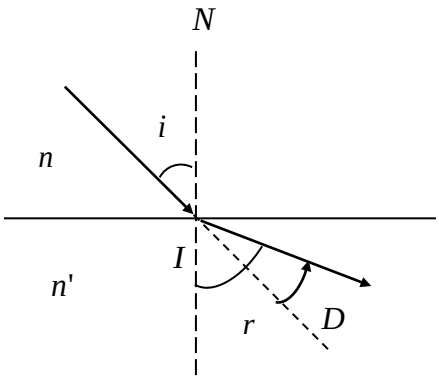
– يشكل الشعاع المنكسر مع الناظم زاوية r حيث:

$$nsini = nsinr$$

زاوية الانحراف ($Angle\ de\ déviation$): بصفة عامة مهما كانت وضعية الانتشار نحو وسط أقل أو أكبر انكسارية فإن $i \neq r$، أي أن الشعاع الوارد ينحرف بمقدار $\boldsymbol{D}$ تدعى **بزاوية الانحراف** أو ببساطة الانحراف و هي الزاوية التي ندير بها الشعاع الوارد لينطبق على الشعاع المنكسر.

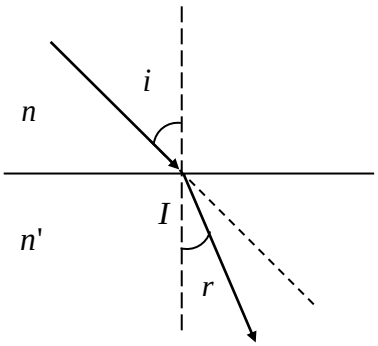
الزاوية D هي زاوية موجهة حيث أنه كما هو متفق عليه فإن $D\langle 0$ إذا كانت في نفس جهة عقارب الساعة و العكس.





ملاحظات:

1. إذا كان $n' > n$ نقول أن الوسط الثاني **أكبر** انكسارية من الوسط الأول.
2. إذا كان $n' < n$ نقول أن الوسط الثاني **أقل** انكسارية من الوسط الأول.



زاوية الانكسار الحدية $(Angle\ de\ réfraction\ limite)$.

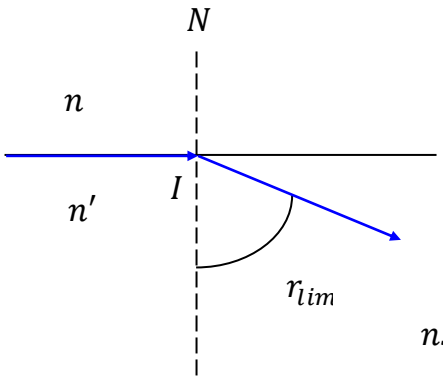
الحالة الأولى: $n' > n$ $(n'/n > 1)$.

حسب قانون ديكارت عند النقطة I:

$$nsini = n'sinr \Rightarrow \frac{sini}{sinr} = \frac{n'}{n} > 1$$

$$sini > sinr \Rightarrow \boxed{r < i}$$

نتيجة: عندما يلاقي شعاع ضوئي وسط أكبر انكسارية بزاوية ورود i فإنه ينكسر بزاوية r أقل دائما من زاوية الورود $(r < i)$ و **الشعاع المنكسر موجود دائما و يقترب من الناظم.**

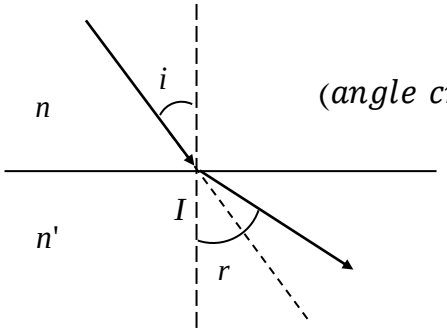


عندما تتغير زاوية الورود من 0 إلى 90° فإن زاوية الانكسار r **موجودة دائما** حتى تبلغ زاوية حدية تدعى بزاوية الانكسار الحدية r_{lim} توافق زاوية ورود $i = 90°$.

حساب r_{lim} : حسب قانون ديكارت عند I :

$$nsin90 = n'sinr_{lim} \Rightarrow n = n'sinr_{lim}$$

$$\boxed{sinr_{lim} = \frac{n}{n'}}$$



الزاوية الحرجة و الانعكاس الكلي: $(angle\ critique\ et\ la\ réflexion\ totale)$

الحالة الثانية: $n' < n$ $(n'/n < 1)$

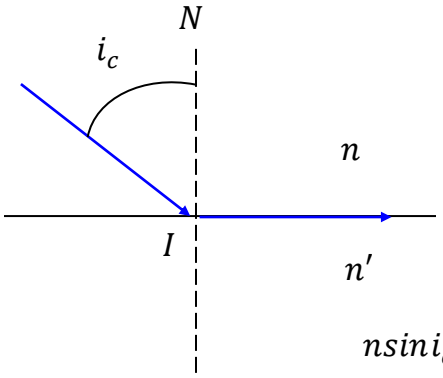
حسب قانون ديكارت عند النقطة I:

$$nsini = n'sinr \Rightarrow \frac{sini}{sinr} = \frac{n'}{n} < 1$$

$$sini < sinr \Rightarrow r > i$$

نتيجة: عندما يلاقي شعاع ضوئي وسط أقل انكسارية بزاوية ورود i فإنه ينكسر بزاوية r **أكبر دائما** من زاوية الورود $(r > i)$ و الشعاع المنكسر **يبتعد من الناظم**.

الزاوية الحرجة

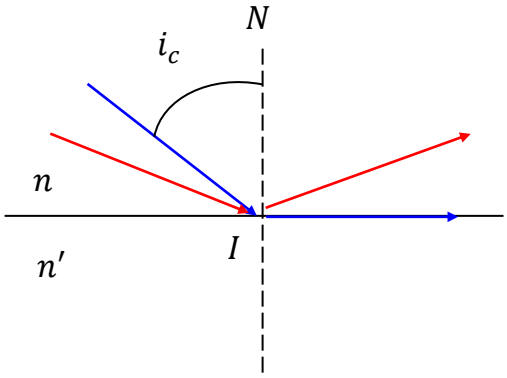


عندما تتغير زاوية الورود من 0 إلى 90° فإن زاوية الانكسار r لا توجد إلا من أجل زاوية ورود أقل من قيمة حدية تدعى **بالزاوية الحرجة** i_c توافق زاوية انكسار $r = 90°$.

حساب i_c : حسب قانون ديكارت عند I :

$$nsini_c = n'sin90 \Rightarrow nsini_c = n'$$

$$sini_c = \frac{n'}{n}$$



ملاحظة: من أجل زاوية ورود $i > i_c$ فإن الشعاع الضوئي الوارد **ينعكس كليا** و نكون في حالة **الانعكاس الكلي**.