

Indice de réfraction

Refractive index

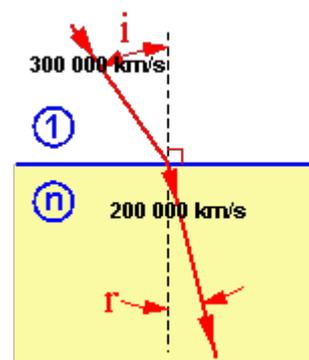
Définition :

L'indice de réfraction d'une matière, est un nombre qui caractérise le pouvoir qu'a cette matière, à dévier la lumière lorsqu'elle la traverse. Tous les corps transparents ont un indice de réfraction.

La réfraction :

Lorsqu'elle traverse une surface qui sépare deux milieux transparents (dioptré), la lumière subit deux modifications :

- **Elle ralentie** : Dans le vide, la lumière parcourt environ **300 000 km par seconde** (299 792,458 km/s pour être exact) mais dans l'eau par exemple, elle ne va plus qu'à **225 500 km/s**. La vitesse de la lumière dépend donc du milieu qu'elle traverse. L'œil ne détecte pas ce changement de vitesse.
- **Les rayons lumineux sont déviés** : C'est grâce à ce phénomène que l'on peut réaliser les verres de lunettes correcteurs. Plus les rayons lumineux sont inclinés par rapport à la surface plus ils sont déviés en la traversant. La loi de Snell-Descartes permet de calculer cette déviation.

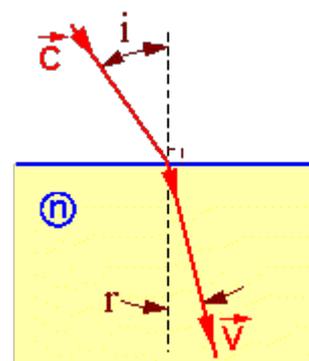


Indice de réfraction :

L'indice de réfraction d'une matière, est un nombre qui caractérise le pouvoir qu'a cette matière, à ralentir et à dévier la lumière.

L'indice de réfraction d'une matière (souvent noté **n**) est le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide (**C** = 299 792 km/s) et la vitesse de la lumière dans le corps transparent (**V**).

$$\text{On a } n = \frac{C}{V}$$



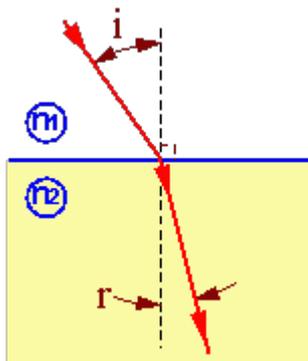
L'indice de réfraction n'a pas d'unité car c'est le rapport de deux vitesses. Plus la lumière est ralentie, plus la matière a un indice de réfraction élevé.

- Par définition, le vide a un indice **1** car $C / C = 1$
- L'air a un indice autour de 1.0008 mais on le considère souvent égal à 1. L'indice de l'air varie suivant la température, l'humidité et la pression, ce qui limite par exemple la netteté des images des télescopes (d'où l'idée de mettre le télescope HUBBLE en orbite).

Indices de réfraction de différents milieux

Milieu	Indice	Vitesse de la lumière
Le vide	1.0000	299 792 km/s
L'air (son indice peut varier selon la température et la pression de l'air)	1.0008	299 552 km/s
L'eau	1.3300	225 407 km/s
Les verres organiques	1.500 à 1.740	de 199 861 à 172 294 km/s
Les verres minéraux	1.525 à 1.900	de 196 584 à 158 452 km/s
Le diamant	2.460	121 868 km/s

Loi de Snell-Descartes :



Elle permet de calculer la déviation des rayons lumineux. C'est une loi fondamentale de l'optique géométrique. Grâce à elle on peut calculer la trajectoire de n'importe quel rayon lumineux.

Soit un rayon lumineux traversant une surface séparant deux milieux transparents d'indice respectifs (**n1**) et (**n2**). Soit l'angle **i** entre la normale à la surface et le rayon incident.

On obtient l'angle **r** du rayon réfracté par :

$$n1 * \sin(i) = n2 * \sin(r)$$

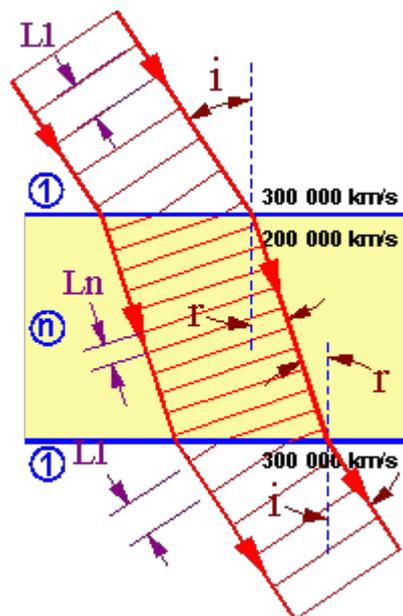
Si l'indice **n1** < **n2**, on obtient l'angle **r** < **i** (comme sur le dessin ci-contre).

<p>Si i=0 alors le rayon n'est pas dévié quelque-soient (n1) et (n2) $r = 0$ car $\sin(0) = 0$</p>	<p>Si l'indice (n1) > (n2), on obtient l'angle r > i (comme lorsque la lumière passe du verre dans l'air).</p>	<p>Si l'indice (n1) > (n2), et que la lumière entre sous un angle rasant la surface (i = 90°), la lumière ressort sous un angle noté l qui est l'angle limite de réfraction car il n'est pas possible d'obtenir un angle de réfraction supérieur à l. on a $n1 * \sin(90) = n2 \sin(l)$ comme $\sin(90)=1$, on obtient : $\sin(l) = n1 / n2 \implies l = \text{Arcsin}(n1 / n2)$ l = 41.8° dans le cas d'une matière d'indice 1.500 (comme le CR39).</p>

Dans le cas d'un verre de lunette, on passe de l'air d'indice = 1 dans le verre d'indice n (et inversement), la loi de Snell-Descartes se simplifie alors par :

$$\sin(i) = n * \sin(r)$$

Réfraction dans une lame à faces parallèles :



Lorsqu'elle traverse une lame à face parallèles, la lumière subit deux réfractions consécutives. Le dessin ci-contre montre un faisceau de lumière de longueur d'onde L_1 dans l'air, arrivant à environ 300 000 km/s sous un angle i , sur une matière d'indice (n).

Lors de la première réfraction, la lumière ralentit (ici à 200 000 km/s pour un indice $n=1.500$), le faisceau est dévié et ressort dans le verre sous l'angle r .

Le dessin montre le déplacement du front d'onde du faisceau lumineux et on remarque que la longueur d'onde L_n dans le verre est plus courte que dans l'air ($L_n < L_1$) ce qui est normal car la lumière garde la même fréquence mais comme elle ralentit, c'est la longueur d'onde qui diminue.

A la sortie de la lame à faces parallèles, la lumière repart dans l'air à 300 000 km/s sous le même angle i , et reprend sa longueur d'onde initiale L_1 .

Conclusions :

- On indique toujours la longueur d'onde d'une lumière dans le vide car elle varie suivant le milieu que la lumière traverse.
- C'est la fréquence de la lumière (plutôt que la longueur d'onde) qui détermine sa couleur vue par l'oeil.