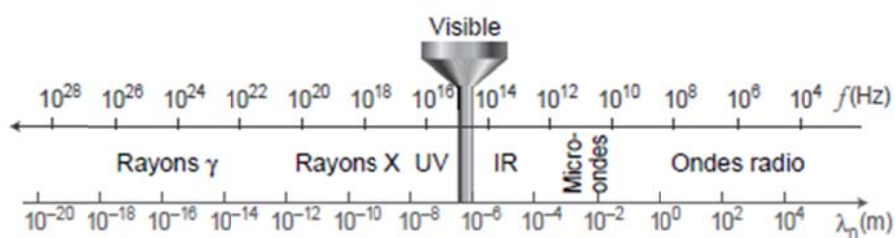


## Optique

L'optique est la branche de la physique qui traite de la lumière, de son comportement et de ses propriétés, du rayonnement électromagnétique à la vision en passant par les systèmes utilisant ou émettant de la lumière. L'optique couvre trois domaines différents : l'optique géométrique, l'optique ondulatoire ou physique et l'optique quantique.

### 1- Onde électromagnétique

Les ondes électromagnétiques couvrent une gamme de fréquences qui va de quelques hertz (symbole Hz) à  $10^{28}$  Hz mais la lumière visible pour l'homme ne couvre qu'une plage de fréquences très limitée allant de  $4.10^{14}$  Hz à  $8.10^{14}$  Hz (Fig.).



Fréquences et longueurs d'onde dans le vide des ondes électromagnétiques.

Dans un milieu quelconque, une lumière monochromatique, comme toute onde électromagnétique monochromatique, est caractérisée par trois grandeurs :

- une longueur d'onde  $\lambda$ ,
- une fréquence  $f$ ,
- une vitesse de propagation  $v$ .

- ✓ Dans le vide, la vitesse de propagation d'une onde électromagnétique est  $c$ . La fréquence  $f$  et la longueur d'onde  $\lambda$  d'une onde électromagnétique sont liées par la relation

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

- ✓ Un milieu de propagation est caractérisé par son indice optique, aussi appelé indice de réfraction, noté  $n$  et défini comme le rapport de la vitesse de propagation d'une onde dans le vide,  $c$ , à celle,  $v$ , de la même onde dans le milieu considéré :

$$n = \frac{c}{v} \geq 1$$

- ✓ Lors de la propagation d'une onde électromagnétique dans différents milieux, la fréquence de l'onde reste inchangée: seule la longueur d'onde et la vitesse de propagation varient. On a toujours la relation :

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

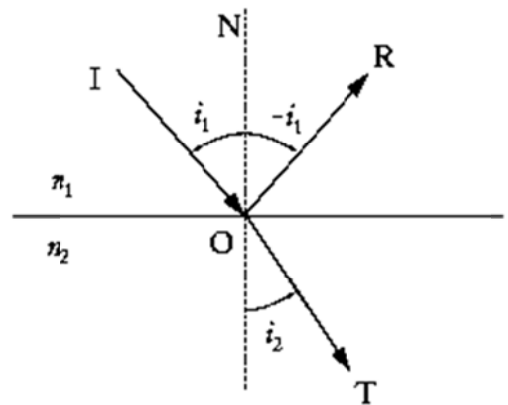
## 2- Optique géométrique

### Dioptré et miroir

- ✓ Un dioptré est une surface qui sépare deux milieux transparents et homogènes d'indices optiques différents.
- ✓ Un miroir est une surface réfléchissante telle que pratiquement toute la lumière incidente est renvoyée par cette surface.

### Lois de Snell-Descartes

- ✓ Nous considérons un rayon incident IO rencontrant en O un dioptré séparant deux milieux (1) et (2) d'indice respectif  $n_1$  et  $n_2$ . Par convention, tous les angles sont mesurés à partir de la normale au dioptré en O et en conséquence, ils sont tous compris entre 0 et  $\frac{\pi}{2}$ , puisqu'ils sont définis dans un quart de plan. Les directions des rayons réfléchis et réfractés obéissent aux lois de Snell-Descartes :

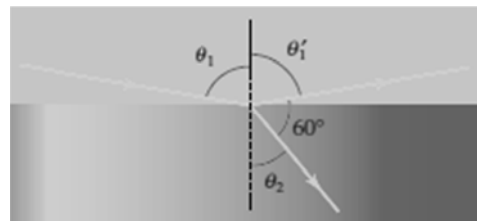


- Les rayons incidents IO, réfractés OT et réfléchis OR sont contenus dans un même plan normal au dioptré. Ce plan contient également la normale ON à la surface de séparation.
- L'angle de réflexion est lié à l'angle d'incidence  $i_1$  par la relation:  $\mathbf{i}' = -\mathbf{i}_1$
- L'angle de réfraction  $i_2$  et l'angle d'incidence  $i_1$  sont liés par la relation :  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ .

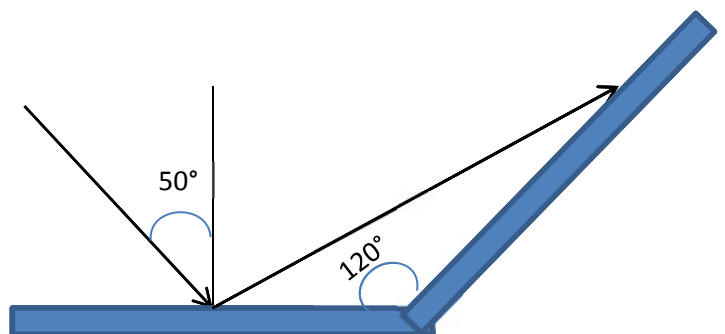
## Exercices

- 1- Une onde se propage dans le vide à la vitesse de  $3 \cdot 10^8$  m/s et dans l'eau à la vitesse de  $2,25 \cdot 10^8$  m/s. Quel est l'indice de l'eau ?
- 2- l'indice de réfraction du flint  $n = 1,585$  pour une radiation de longueur d'onde  $\lambda = 486$  nm. Que deviennent les quantités suivantes : fréquence, vitesse de l'onde et longueur d'onde lorsque la lumière passe de l'air au flint (on assimile l'air au vide) ?
- 3- Un rayon lumineux incident, de longueur d'onde **600 nm** dans l'air, pénètre dans une plaque en verre de plomb (verre flint) dont l'indice de réfraction est de **1,6** pour cette longueur d'onde. On estime que l'indice de réfraction de l'air est égal à **1**. Déterminer : (a) la longueur d'onde de la lumière dans le verre ; (b) le module de la vitesse de la lumière dans le verre.
- 4- Un rayon lumineux se propageant dans l'air ( $n = 1$ ) pénètre dans le verre d'une fenêtre pour lequel  $n = 1,5$ . Sachant qu'on mesure un angle de  $40^\circ$  entre le rayon incident et la surface du verre, quel angle mesure-t-on entre le rayon incident et le rayon réfracté ?

- 5- Un rayon lumineux se propageant dans le vide atteint une interface avec un milieu d'indice de réfraction  $n$ . (a) Calculer, en fonction de  $n$ , l'angle d'incidence  $\theta_1$  qui fera en sorte que les rayons réfléchis et réfractés formeront entre eux un angle de  $60^\circ$ . (b) Que vaut  $\theta_1$  pour  $n = 1$  ?



- 6- Deux miroirs, M1 et M2, se touchent de manière à former un angle de  $120^\circ$  (figure). Soit un rayon incident faisant un angle de  $50^\circ$  avec la normale



à M1. (a) Selon quelle orientation la lumière repart-elle de M2 ? (b) De quel angle total est dévié le rayon incident par rapport à son orientation initiale ?

7- Un rayon se propageant dans un milieu d'indice de réfraction  $n_1$  pénètre dans une plaque de verre d'indice de réfraction  $n_2$  suivant un angle  $\alpha$  avec la normale à la plaque. Après une seconde réfraction, il émerge dans un milieu identique au milieu initial (figure). Montrer qu'il ressort de la plaque parallèlement à son orientation incidente.

8- Kepler utilisa la réflexion totale interne dans un bloc de verre pour dévier un faisceau lumineux (figure 4.31). (a) Si le bloc a un indice de réfraction de 1,35 et qu'il est entouré d'air ( $n = 1$ ), pour quelles valeurs de l'angle d'incidence  $i$  sur la face supérieure a-t-on une réflexion totale interne sur la face verticale ? (b) Pour un angle d'incidence  $i$  sur la face supérieure, quelle doit être la valeur minimale de l'indice de réfraction pour qu'il y ait réflexion totale interne sur la face verticale ?

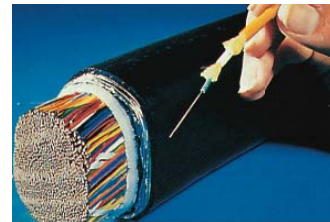
### Applications



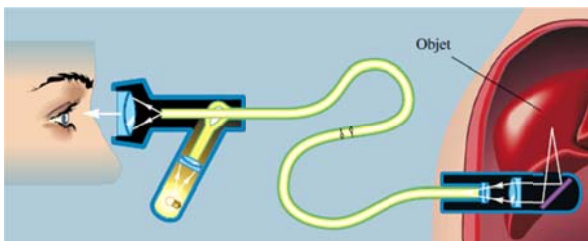
Le système optique d'une paire de jumelles fait intervenir la réflexion totale interne dans deux prismes pour inverser l'image et intervertir la gauche et la droite, de sorte que l'image observée par l'oeil semble normale.



La réflexion totale interne permet à la lumière de se propager dans une fibre optique.



Une seule fibre optique peut transmettre autant d'information qu'un gros faisceau de fils de cuivre.



Un faisceau « cohérent » de fibres optiques permet d'examiner les organes internes sans faire appel à la chirurgie.