

Optique géométrique et ondulatoire



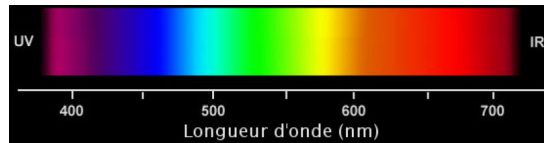
I-Optique et électromagnétisme

La lumière :

- onde électromagnétique transverse.
- vitesse dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$c = \lambda \nu$$

Le spectre de la lumière du visible se trouve entre **400nm et 700nm**.



L'indice optique n:

Lorsque la lumière passe dans un milieu diélectrique sa vitesse est diminuée par l'indice optique n de ce milieu.

Soit : $v = \frac{c}{n}$ et $n = \sqrt{\epsilon_r}$

♥ Caractéristiques de n :

- Dépend du milieu que traverse la lumière et de λ
- Une onde qui se propage dans un milieu ou $n \geq 1$
- voit sa fréquence INCHANGÉE alors que λ est divisée par n .

L'optique géométrique : c'est l'étude des rayons lumineux dans des milieux transparents d'indice optique donné n .

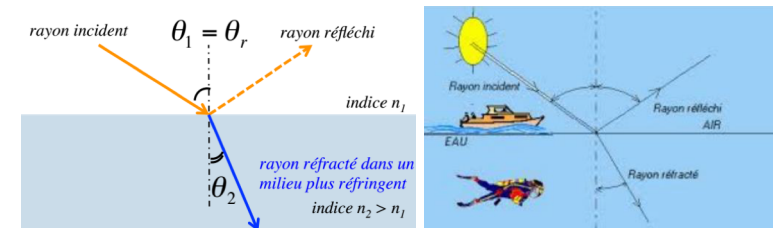
C'est basé sur l'hypothèse de l'indépendance des rayons lumineux (vérifiée que si les λ des systèmes optiques sont grandes devant les λ de la lumière).

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

II- Réflexion et réfraction des rayons lumineux

Dioptrie: interface lisse entre 2 milieux optiques différents d'indices n_1 et n_2 .

Petit + : si $n_2 > n_1$ le milieu 2 est plus réfringent que le milieu 1.



Lois de Snell-Descartes :

Elles décrivent la réflexion et la réfraction des rayons lumineux.

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

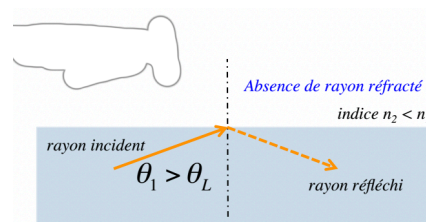
- 1^{er} loi : l'angle à la normale du rayon réfléchi est à l'angle à la normale du rayon incident.
- 2^e loi : permet de calculer l'angle à la normale du rayon réfracté si on connaît les indices optiques et l'angle du rayon incident.

$$\theta_2 = \left(\arcsin \left(\frac{n_1}{n_2} \right) \sin \theta_1 \right)$$

Réflexion totale:

Si $n_1 > n_2$ il existe un angle limite θ_L tel que l'équation vue au-dessus n'a pas de solution cad que si $\theta_1 > \theta_L$ il n'y a pas de rayon réfracté.

Petit + : phénomène vu dans les fibres optiques. Propagation de l'information car $n_{\text{coeur}} > n_{\text{gaine}}$.

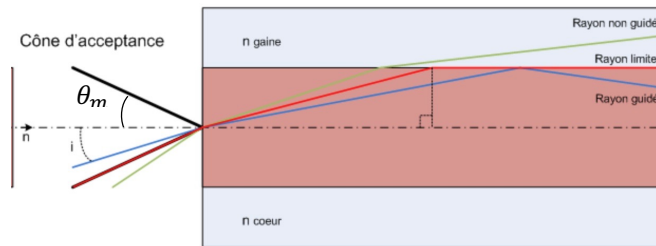


Il y a réflexion totale si

$$\theta_L < \arcsin \frac{n_2}{n_1}$$

L'ouverture numérique (NA) :

Soit deux angles d'incidence limites qui délimitent le cône d'acceptance.
Pour qu'il y ait réflexion totale il faut que le rayon d'incidence < cône d'acceptance.



•Modélisation mathématique :NA

$$NA = n \cdot \sin \theta_m$$

•Pour la fibre optique :

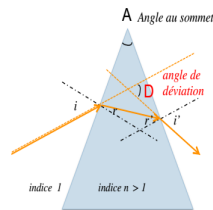
$$NA = \sqrt{n_{\text{coeur}}^2 - n_{\text{gaine}}^2}$$

Absence de déviation :

- si l'angle incident =0
- si $n_1 = n_2$

Prisme et dispersion des rayonnements lumineux :

Dispersion : réfraction dépendante de λ
Le rayon incident subit 2 réfractions
à l'entrée et à la sortie.



•On nous donne la loi de Cauchy :

$$n(\lambda) = a + \frac{b}{\lambda^2}$$

•Et la relation liant l'angle de déviation D et n :

$$D \sim (n - 1)A$$



Donc, **plus λ est petite plus l'indice n est important.**

Par conséquent $n_{\text{bleu}} > n_{\text{rouge}}$

On voit donc bien que D varie avec la longueur d'onde, ce qui permet de séparer les différents rayonnements.

Le prisme agit comme un spectroscopie.

III-Dioptres et lentilles**Définitions:**

Lentille	Association de 2 dioptres	A bord mince -> convergentes A bord épais -> divergentes
Système optique	Assemblage de miroirs et lentilles reliant objets et images.	Par convention la face d'entrée du système est à gauche et celle de sortie à droite.
Objet ++	Source de rayons entrant dans le système.	Il est réel s'il se situe à gauche (devant) la face d'entrée. Il est virtuel s'il se situe à droite
Stigmatisme	L'image d'un point est un point. On dit qu'ils sont conjugués .	En pratique le stigmatisme est toujours approché sauf pour un miroir plan.
Aplanétisme	Tout petit objet AB plan et perpendiculaire à l'axe optique a une image A'B' plane et perpendiculaire au même axe.	
Rayons paraxiaux	Ils ne forment que des petits angles par rapport à l'axe optique	
Condition de Gauss	Suppose que le système optique ne comporte que des rayons paraxiaux. On peut alors montrer qu'on a une bonne approximation du stigmatisme et de l'aplanétisme.	Conditions idéales.

Lentilles minces:

Une lentille est caractérisée par son centre optique O, son foyer objet F et son foyer image F'.

$$\frac{n'}{p'} - \frac{n}{p} = \frac{n'}{f'} = -\frac{n}{f} = D$$

Propriétés des lentilles minces : +++

- Les vergences de deux lentilles minces accolées s'additionnent
- Un rayon incident parallèle à l'axe optique est dévié par la lentille de sorte que le rayon sortant passe par le foyer image F'
- Un rayon incident qui passe par le foyer objet est dévié par la lentille de sorte que le rayon sortant est parallèle à l'axe optique
- Les rayons qui passent par le centre optique ne sont pas déviés

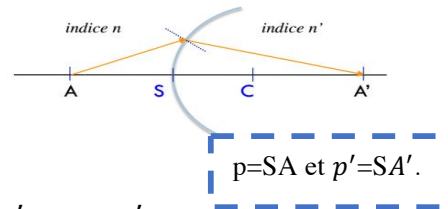
Petit + : lentilles convergentes : F est à gauche et F' à droite
lentilles divergentes : F est à droite et F' à gauche

LENTILLE	OBJET	IMAGE		
Convergente	réel, avant F	réelle	renversée	agrandie si $f' < -OA < 2f'$ réduite si $-OA > 2f'$
	réel, entre F et O	virtuelle	droite	agrandie
	virtuel	réelle	droite	réduite
Divergente	réel	virtuelle	droite	réduite
	virtuel, entre O et F	réelle	droite	agrandie
	virtuel, au-delà de F	virtuelle	renversée	agrandie si $f < OA < 2f$ réduite si $OA > 2f$

Dioptries sphériques:

On suppose 2 milieux d'indices n et n' séparés par un dioptré sphérique qui a un sommet S et un centre C.

- Si $SC > 0$ (càd si on peut lire SC) alors le dioptré est **convexe**.
- Si $SC < 0$ (càd si on peut lire CS) alors le dioptré est **concave**.



Sous conditions de Gauss :

Les points A et A' sont conjugués si : $\frac{n'}{p'} - \frac{n}{p} = \frac{n' - n}{SC}$

La vergence du dioptré : $D = \frac{n' - n}{SC}$

D s'exprime en dioptrie. $1\delta = 1m^{-1}$

- Si $D > 0$ le dioptré est convergent
- Si $D < 0$ le dioptré est divergent

Foyer et distance focale:

Foyer image : point F' vers lequel converge un faisceau de rayons incidents parallèles à l'axe optique.

f' correspond à la distance focale image et $f' = SF'$.

Le plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par F' est appelé **plan focal image**.

Foyer objet : point F à partir duquel des rayons lumineux sont transmis parallèlement à l'axe optique.

-f = -SF est la distance focale objet.

Le plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par F est appelé **plan focal objet**.

Grandissement transverse :

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{p'}{p}$$

III-Systèmes optiques simples

Les capteurs des systèmes optiques sont cellularisés.

Leur **limite de résolution** est donnée par : $\theta_0 = \frac{c}{l}$

c : diamètre d'1 pixel du capteur
 l : la profondeur du système

Le **pouvoir séparateur** du système d_{min} est la plus petite distance entre 2 objets ponctuels permettant de les distinguer.

$$d_{min} = D \cdot \theta_0$$

D : distance d'observation

Profondeur de champ: distance entre le premier et le dernier plan de l'espace des objets qui apparaîtront nets sur le capteur.

Distance de mise au point: $D = |OP|$

Distance hyperfocale: premier plan net lorsque la mise au point est faite à l'infini.

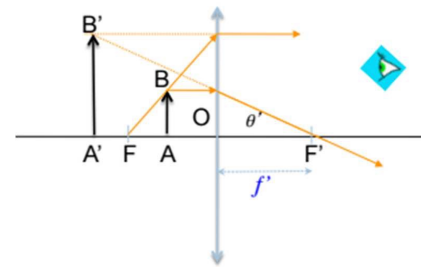
$$H = \frac{f \cdot d}{D^2}$$

Si $D > H$ alors la PdC est infinie
 Si $D < H$ alors $PdC = 2 \frac{H D^2}{H^2 - D^2}$

• **Punctum Remontum P_r** : point le plus éloigné de l'axe optique qui donne une image nette sur la rétine d'un œil au repos (sans accommodation). Pour un œil normal P_r est à l'infini.

• **Punctum Proximum P_p** : point de l'axe optique qui donne une image nette sur la rétine d'un œil qui accommode au maximum. Pour un œil adulte $P_p = 25cm$ (distance plus petite chez l'enfant et augmente avec l'âge).

La loupe: Elle est formée par une seule lentille convergente et permet d'augmenter la limite de résolution de l'œil (donc réduit son pouvoir séparateur).



On place un objet entre le centre optique et le foyer optique F.
 On obtient une **image virtuelle, agrandie et de même sens**.

Le grossissement G est défini par $G = \frac{|P_p|}{f'}$

La puissance P est définie par $P = \frac{1}{f'}$

Donc : $G = |P_p| \cdot P$

en dioptrie δ

Et c'est fini pour l'optique !

Non je déconne y'en a une autre !

Kiss ♥