

RESUME D'OPTIQUE

L'optique est la partie de la physique qui a pour objet des phénomènes lumineux c'est à dire des phénomènes visible par l'oeil. L'on étend le domaine de l'optique à l'étude de tous les phénomènes engendrés par une cause de même nature que celle qui entraîne l'apparition de phénomènes visuels.

1. Optique physique.

1818: Fresnel fait la synthèse des idées de Huygens et Young pour expliquer la diffraction, qui est la présence de lumière dans les zones d'ombre géométrique. Selon Fresnel: "La lumière est propagée par le mouvement vibratoire de l'éther sous l'action de certains ébranlements, l'éther devient le siège de vibrations transversales se propageants de proche en proche".

1880: Maxwell.

1915: Albert Einstein.

1.1 Onde électromagnétique.

Selon Maxwell, la lumière est une onde électromagnétique caractérisée par une vibration dont la fréquence est de l'ordre de 10^{14} Hz et qui se propage à la vitesse $c = 2,99792458 * 10^8$ m/ s.

Maxwell a précisé que l'onde est transversale c'est à dire que les grandeurs physiques qui la caractérisent: Champ électrique \vec{E} et champ magnétique \vec{B} sont perpendiculaires à la direction de propagation.

Rq 1: Le Champ magnétique est 10^6 fois plus faible que le champ électrique.

Rq 2: \vec{E} et \vec{B} ont même période dans le temps et l'espace.

Les ondes dotées de la plus grande énergie sont celles qui ont la plus grande fréquence c'est à dire la plus petite longueur d'onde λ . De la plus énergétique à la moins énergétique, nous avons:

Rayons cosmiques, rayons γ , rayons X, UV, visible, IR, micro-ondes, ondes radios, grandes ondes.

Le visible va de 400 à 700 nm.

Les IR proches vont de 0,7 à $5\mu\text{m}$, les IR moyens de 5 à $30\mu\text{m}$ et les IR lointains de 30 à $1000\mu\text{m}$.

1800: Herschel découvre les UV.

Les UV-A vont de 320 à 400nm (bronzage), les UV-B vont de 290 à 320nm et les UV-C de 10 à 290nm.

Rq: C'est entre 11h et 13h que les UV sont les plus nocifs. Leurs effets ne surviennent que 10 à 20 ans plus tard et se transforment en cancer dans 10% des cas.

1.2 Considérations physiques.

L'aspect ondulatoire de la lumière prime chez les grandes ondes, l'aspect corpusculaire de la lumière prime chez les rayons cosmiques. Ces deux aspects coexistent chez la lumière visible.

2. Optique géométrique.

Le spectre visible tourne autour de 600nm, et face à des objets de quelques cm, nous avons constaté que ces rayons obéissaient à certaines lois; la théorie de l'optique géométrique venait de voir le jour.

Rq 1: Il s'agit d'une théorie et par conséquent n'est ni ondulatoire ni corpusculaire.

Rq 2: $T = 1/f$ et $\lambda = C \cdot T$.

La théorie de l'optique géométrique se base sur trois hypothèses:

Il existe des rayons lumineux qui restent indépendants les uns des autres (pas d'interaction). Dans un milieu homogène, transparent et isotrope, les rayons lumineux sont des lignes droites. Enfin, au dioptre, les rayons lumineux obéissent aux lois de Snell-Descartes.

Première loi de S-D: Le rayon réfléchi (R) est dans le plan d'incidence (i) et $i=R$.

Deuxième loi de S-D: Quand la lumière traverse le dioptre, $(\sin i)/(\sin r) = n(\lambda)$.

Autrement dit, $\sin i_1 = n \sin i_2$ ou bien, $n_1(\lambda) \sin i_1 = n_2(\lambda) \sin i_2$.

Rq 1: $v_1(\lambda)/v_2(\lambda) = n(\lambda)$.

Rq 2: $n_2/1(\lambda) = c_1(\lambda)/c_2(\lambda)$.

Quand $n_1 > n_2$ alors $i_1 < i_2$ et quand $n_1 < n_2$ alors $i_1 > i_2$.

Dans le premier cas, nous pouvons avoir à faire à un angle limite (θ_{lim}) tel que $\sin \theta_{lim} = n_2/n_1$.

Rq: Si $i > \theta_{lim}$ alors nous sommes dans le cas d'une réflexion totale.

2.1 L'endoscopie.

Qu'il s'agisse d'un endoscope à tube rigide ou souple (fibroscope), le principe reste le même, une caméra est couplée à une lampe. Dans un fibroscope, les rayons lumineux se propagent via un faisceau de fibres souples appelées fibres optiques. La lumière est guidée dans le coeur par réflexion totale.

3. Système optique planaire.

3.1 Miroir plan.

Un miroir plan est une surface plane réfléchissante.

Un observateur O placé du même côté que l'objet A, le verra en A'. Puisque des variations en A se font ressentir en A', l'on dit que A et A' sont des points conjugués.

Le miroir plan est le seul système optique possédant la propriété d'être stigmatique car l'image de tout point de l'espace est un point.

A est un objet réel et A' un objet virtuel.

3.2 Lentille.

On appelle lentille tout milieu transparent limité par deux surfaces dont l'une au moins n'est pas plane. Cette lentille peut être convergente, divergente ou une association de convergentes et de divergentes.

Conditions de Gauss (mathématicien allemand):

Les rayons lumineux font un petit angle avec l'axe optique de la lentille.

Les rayons lumineux rencontrent la lentille au voisinage de sa région centrale.

Rq: Si une lentille est régie par les conditions de Gauss, l'image est nette.

3.3 Propriétés des lentilles minces.

Tout rayon lumineux passant par le centre optique d'une lentille ne subit aucune déviation.

Tout rayon incident parallèle à l'axe d'une lentille convergente émerge selon un rayon qui passe par un point F' de l'axe optique appelé foyer principal image.

Si l'on incline le faisceau incident de rayons parallèles, les rayons émergents convergent en un point φ' du plan focal image passant par F'; ce point est appelé foyer secondaire image.

Il existe un point de l'axe optique d'une lentille convergente situé devant la lentille appelé foyer principal objet F. Tout rayon incident passant par ce point émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique.

Si la source lumineuse est dans le plan focal objet, tous les rayons émergents sont parallèles à l'axe secondaire ($O\varphi$).

Dans les conditions de Gauss, un faisceau parallèle à l'axe optique d'une lentille divergente émerge en divergeant d'un point F', foyer principal image.

Si l'on fait converger le faisceau en F, symétrique de F' par rapport à O alors le faisceau émerge parallèlement à l'axe optique. Nous dirons que F' est un foyer image virtuel.

3.4 Construction géométrique et algébrique de l'image d'un objet.

$$(1/\overline{OA'}) - (1/\overline{OA}) = (1/\overline{OF'})$$

Avec $\overline{OF'}$ la distance focale image. Celle ci est positive si la lentille est convergente, et négative si la lentille est divergente.

Si $\overline{OA} > 0$ alors l'objet est virtuel. Si $\overline{OA} < 0$ alors l'objet est réel.

Si $\overline{OA'} > 0$ alors l'image est réelle. Si $\overline{OA'} < 0$ alors l'image est virtuelle.

On appelle grandissement le rapport:

$$\gamma = \overline{A'B'} / \overline{AB} = \overline{OA'} / \overline{OA}$$

Si $\gamma > 0$ alors l'image est droite par rapport à l'objet.

Si $\gamma < 0$ alors l'image est renversée par rapport à l'objet.

On appelle vergence le rapport:

$$C = 1/\overline{OF'}$$

Avec $\overline{OF'}$ en mètre et C en dioptries δ .

Si la lentille est convergente alors $\overline{OF'} > 0$ donc la vergence est positive.

Si la lentille est divergente alors $\overline{OF'} < 0$ donc la vergence est négative.

Notons que C , la vergence d'une association de lentille est égale à la somme des vergences de ces lentilles.

3.5 L'oeil.

Un oeil emmétrope c'est à dire normal, forme l'image sur la rétine en augmentant la courbure du cristallin quand l'image se rapproche; l'oeil accommode.

Le cristallin est donc une lentille à distance focale variable.

P.P (punctum proximum): limite de la distance minimale de vision distincte.

P.R (punctum remotum): limite de la distance maximale de vision distincte.

Oeil normal: P.P= 25cm et P.R= ∞ .

Oeil myope: P.P= 5cm et P.R= 5m. (correction via une lentille divergente).

Oeil hypermétrope (maladie infantile): P.P= 60cm et P.R= 1m (virtuel).

(correction via une lentille convergente).

Oeil presbyte: P.P diminue et P.R= ∞ .

Oeil astigmat: Correction impossible car la puissance dioptrique de l'oeil n'est pas homogène. L'image formée est une tâche.