

B. L'image

-optique ensemble des phénomènes perceptibles par l'œil
sous partie des ondes électroniques

1. la lumière

a. nature de la lumière

dualité onde-corpuscule

aspect ondulatoire

onde électromagnétique

champ électrique \vec{E}

champ magnétique \vec{B}

Transverse

vitesse (celerité) v

dans le vide $c \approx 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

dans un milieu : $v \leq c$

onde monochromatique : 1 seule fréquence f

\Rightarrow double périodicité

temporelle : T, ω, f

spaciale : λ, k, σ

onde plane monochromatique

$$a(M, t) = a_0 \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})$$

a : amplitude de l'onde

x

\vec{r} : vecteur position y

z

$$a(M, t) = a_0 e^{i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})}$$

$$a(M, t) = \text{Re}(a(M, t))$$

onde sphérique monochromatique

$$a(M, t) = \frac{a_0}{r} \cos(\omega t - k \cdot r)$$

$$a(M, t) = \frac{a_0}{r} e^{i(\omega t - k \cdot r)}$$

aspect corpusculaire

"grain" indivisibles de lumière : photons

masse = 0

vitesse : v

énergie : $E = h \cdot v = hf = \hbar \cdot \omega$

h constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ Js}$

\hbar constante de Planck réduite : $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,05.10^{-34} \text{ Js}$

$$E = h \cdot v = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad \left(\lambda = cT = \frac{c}{v} \right)$$

b. Domaine spectraux

analyse de fourier : toute onde électromagnétique peut être décomposée comme la superposition d'ondes monochromatiques de fréquences variables.

spectre électromagnétique : délimitation des rayonnements électromagnétiques en fonction de leur :

longueur d'onde

fréquence

énergie

lumière visible

$$400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 800 \text{ nm}$$

Chaque fréquence visible correspond à une couleur de l'arc-en-ciel

c. Énergie lumineuse

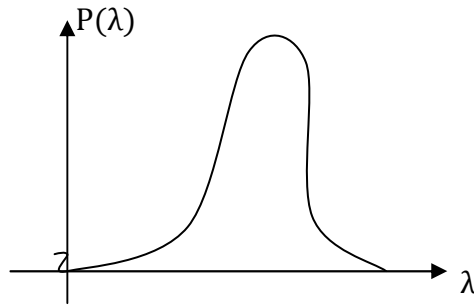
on détecte la puissance moyenne de l'onde électromagnétique

puissance électromagnétique ;

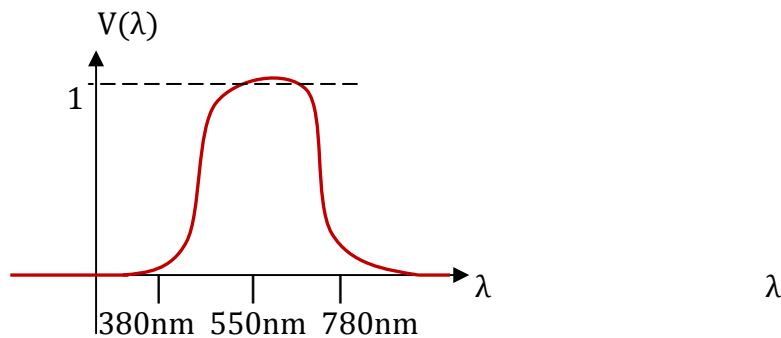
\mathcal{P} : puissance totale émise par une source dans toutes les longueurs d'onde (en W)

densité spectrale de puissance $P(\lambda)$ puissance émise par une source dans toutes les directions pour une longueur d'onde donnée.

$$\mathcal{P} = \int_0^{+\infty} P(\lambda) d\lambda \quad P \text{ en } W.m^{-1}$$



sensibilité de l'œil



flux lumineux : puissance lumineuse totale émise dans toutes les directions

$$\phi = \int_{380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} P(\lambda) * V(\lambda) d\lambda$$

ϕ : unité lumen (lm)

efficacité lumineuse :

$$K = \frac{\phi}{\mathcal{P}}$$

éclairement : flux lumineux reçu par unité de surface

$$E = \frac{d\phi}{dS} \quad (\text{lm} . m^{-2} \text{ ou lux})$$

intensité lumineuse : flux lumineux émis dans une direction donnée

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega} \quad (\text{unité candela : Cd})$$

↑
angle solide

$$I = \alpha \langle a^2(M, t) \rangle$$

2. Propagation de la lumière (aspect ondulatoire)

a. Principe de Fermat

Pour aller d'un point A à un point B, parmi tous les trajets possibles, le trajet effectivement suivi par la lumière est celui pour lequel le temps de parcours est extremum (min ou max)

Corollaire pour aller de B vers A, le trajet est le même que pour aller de A vers B (principe de retour inverse)

dans un milieu homogène ($v=cst$), la lumière va en ligne droite (propagation rectiligne)

b. Propagation dans un milieu matériel

transparent : laisse passer la lumière

indice optique :

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

c : vitesse dans le vide

v : vitesse dans le milieu

$n \geq 1$

air : $n \approx 1$

eau : $n \approx 1,33$

verre : $n \approx 1,5$ (à 2)

diamant : $n \approx 2,42$

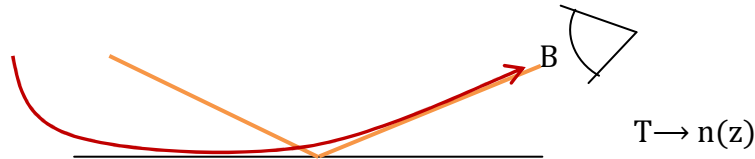
milieu isotrope : la propagation est la même dans toutes les directions

(inverse : anisotrope : exemple : cristaux liquides)

milieu homogène : propriétés optiques uniformes $\Rightarrow n = \text{cst}$

inverse inhomogène

ex :



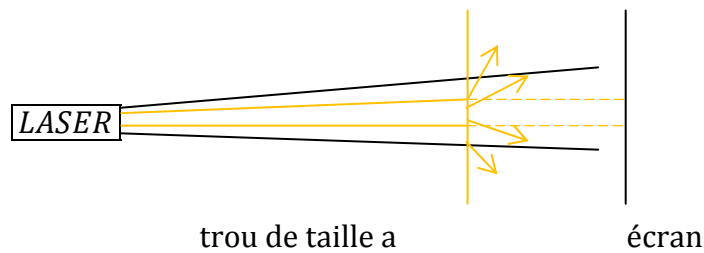
c. Optique géométrique :

optique physique (ondulatoire)

rayons lumineux : trajectoire suivie par UN photon

faisceau lumineux : ensemble des rayons issus d'une même source

expression : isoler un rayon lumineux



Si $a \cdot n < \lambda$, phénomène de diffraction : le trou se comporte comme une source lumineuse secondaire

optique géométrique : étude de la *marche* *trajectoire* des rayons lumineux

\Rightarrow il faut que les objets mis en jeu aient une taille grande devant λ

objet-image : un objet A a pour image A' si tous les rayons lumineux issus de A passent par A' (stigmatisme rigoureux)

