S4 optique physique

Chapitre I : Generalités les ondes electromatiques

I.1 : Introduction :

l'optique est l'étude de la lumière et de la vision. Il s'interesse à tous les phénomènes lumineux qui impressionnent les directions de la lumière (rétine de l'oeil, plaque photographique, effet photo électrique etc...)

le domaine de l'optique est situé dans la gamme de fréquence de $3,7 \times 10^{14}$ Hz et $7,7 \times 10^{14}$ Hz. Dans le vide la gamme est est longueur d'onde $390\,nm \leq \lambda \leq 780\,nm$ $\boxed{\lambda = cT = \frac{c}{\nu}}$

ν : frequence
λ : longueur d'onde.

La periode T est de l'ordre $10^{-15}\,s = T = \frac{1}{\nu}$

La lumière a deux aspects

→ Aspect corpusculaire :

la lumière est un ensemble de corpuscules (flux discontinus de particules sans masse ou de photons) dont chacun transporte d'energie $\boxed{E = h\nu = \frac{h.c}{\lambda}}$ (photon ou quantum). c'est la Theorie quantique de la lumière ou quantification de la lumière.

Cet aspect de la lumière a pu expliquer comme se fait l'échange de l'energie transportee par la lumière avec la matière qui la reçoit. En effet dans l'effet photo electrique il y a emission des electrons par les métaux quand ils sont exposés à la lumière ultraviolete. De pt de vue pratique on observe l'emission de photons par les electrons de la matière lorsqu'il passe d'un niveau energitique supérieur a un nive...

Scanné avec CamScanner

émission d'un photon s'appelle la fluorerescence. Selon
à processus de desexitation
(Thermoluminescence, photoluminiscence, Chimiluminiscence,
electroluminiscence.)

• Aspect ondulatoire de la lumière :

la lumière est une onde électromagnétique qui se propage dans l'espace et dans le temps. elle correspond a un champ électrique et un champ magnétique qui verifie 4 équations de maxwell. $\vec{E}$ et $\vec{B}$ verifie l'eq de propagation de l'onde

$$\begin{cases} \text{div}(\vec{E}) = \dfrac{\rho}{\varepsilon_0} & (\text{dans le vide } \rho = 0) \\ \text{div}(\vec{B}) = 0 \\ \vec{\text{rot}}(\vec{E}) = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \vec{\text{rot}}(\vec{B}) = \dfrac{1}{C^2}\dfrac{\partial \vec{E}}{\partial t} \end{cases}$$

Dans le vide $\Rightarrow$

$$\Delta \vec{E} - \frac{1}{C^2}\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0$$

$$\Delta \vec{B} - \frac{1}{C^2}\frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} = 0$$

$$\Delta = \vec{\nabla}\vec{\nabla} = \text{laplacien}$$

la lumière ou l'onde a sa propagation perturbée par la presence des obstacles. on parle de la perturbation de Vibration.

L'onde transporte une energie. Ce transport se fait sans deplacement de la matière.

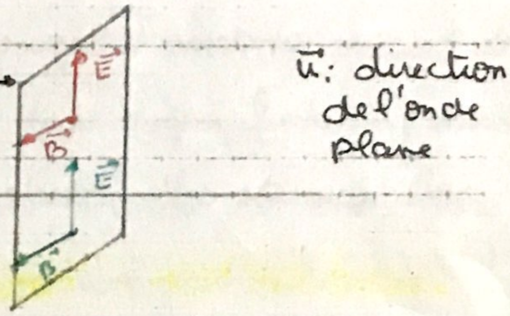
Cet aspect de la lumière va nous permettre de bien expliquer les phénomènes d'interferences lumineuses. et de diffraction de la lumière. C'est l'étude de l'optique physique ou optique ondulatoire

I-2 Les propriétés d'une onde électromagnétique:

2-1) surface d'onde:

c'est l'ensemble $\in$ a une surface ayant même valeurs du champ electrique et du champ magnétique.
on dit qu'il occupe le même état physique ou même état vibratoire

2-2 Onde plane:



une onde plane est une onde tq la surface d'onde est un plan.
ce plan d'onde est $\perp$ direction de propagation.
elle se traduit par: $\begin{cases} \vec{E} \perp \vec{B} \\ \vec{E} \text{ et } \vec{B} \text{ Vibrent en phase} \\ (\vec{E}, \vec{B}, \vec{u}) \text{ forme un tièdre direct} \end{cases}$

2-3 onde sphérique.

c'est une onde pour laquelle les surfaces d'ondes sont sphériques. Les propriétés d'une telle onde sont les même que celles d'une onde plane

2-4. la solution de l'equation de propagation d'une onde plane et d'une onde sphérique:

a) Pour l'onde plane les composantes electrique du champ magnétique s'écrit sous la forme

$$\boxed{s(\vec{u}.\vec{r}, t) = f(vt - \vec{r}.\vec{u}) + g(vt + \vec{r}.\vec{u})}$$

$r = OM$, v = Vitesse de propagation

$\vec{u}$: direction de propagation.

b) pour une onde sphérique, les composantes du champ electrique et le champ magnétique s'écrivent sous la forme.

$$\boxed{s(r,t) = \frac{1}{r}\left[f(vt-r) + g(vt+r)\right]}$$

5) <u>Onde monochromatique plane :</u>

c'est une onde plane dont le champ électrique et le champ magnétique varient d'une manière sinusoïdale dans le temps et dans l'espace ou c'est une onde qui propage sinusoïdalement est la fréquence est fixe.

- solution de cette onde est de la forme.

$$\boxed{s(\vec{u}\cdot\vec{r},t) = s_0 \cdot \cos\left[K(vt \pm \vec{u}\cdot\vec{r})\right]}$$

ou K est de dimension tq Kvt = soit un angle degré ou radian.

$K = m^{-1}$ car vt = distance

Par analogie avec un oscillation en mécanique $\omega = \frac{2\pi}{T}$

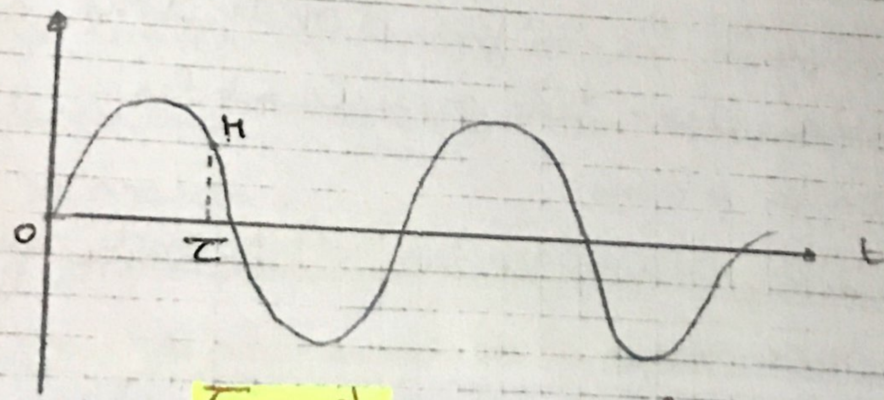
$s = s_0 \cos(\omega t - \varphi) \rightarrow \omega =$ $\omega = Kv$ $\quad K = \frac{\omega}{v}$

$\varphi = K\,\vec{r}\cdot\vec{u}$ $\quad K = \frac{2\pi}{vT}$

$K = \frac{2\pi}{\lambda}$

!!

s Vibration



{ Vibration en M est la m̂ qu'en O avec retard τ

$\rightarrow \tau = \frac{d}{v}$ $\qquad \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$

$\rightarrow K = \frac{2\pi}{\lambda}$

$y_0 = a \sin(\omega t)$

$y_M(t-\tau) = a \sin(t-\tau) = a \sin(\omega t - \frac{d\omega}{v})$

la Vibration en M est la même qu'en O avec retard τ

$= a \sin(\omega t - \frac{d\,2\pi}{Tv})$

$= a \sin(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda})$. $S_0 \cos(K(vt \pm \vec{u}\cdot\vec{r}))$

$= a \sin(\omega t - \varphi)$

sur O.M.P
$\vec{E} = \vec{E}_0$
$\vec{B} = \vec{B}$
$s(t$

pour O.M.P

$\vec{E} = \vec{E_0} . \cos(\omega t - \varphi)$

$\vec{B} = \vec{B_0} \cos(\omega t - \varphi)$

$s(t, \varphi) = s_0 \cos(\omega t - \varphi)$

avec $\varphi = \vec{k}.\vec{r} = k.\vec{u}.\vec{r} = \frac{2\pi}{\lambda}\vec{u}.\vec{r}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \nu$

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$

$\lambda = \frac{\lambda_0}{n} \Leftarrow \begin{cases} \lambda_0 = cT & \text{Dans le vide} \\ \lambda = vT & \text{dans un milieu d'indice } (n = \frac{c}{v}) \end{cases}$

λ : periode spatiale depend du milieu de propagation

T ou ν ne dépend que de la source où l'onde est emise donc ne dépend pas du milieu de propagation.

Polarisation d'une O.M.P :

la polarisation de la lumière est determinée par la trajectoire de l'extrémité du champ électrique : $\vec{E}$

En general, elle est elliptique et dans le cas particuliers, elle peut-etre rectiligne ou circulaire.

Supposons l'onde se propage suivant la direction $(Oz) \to \vec{u} = \vec{e_z}$

$\vec{E}(M,t) \left| \begin{array}{l} E_x = E_{0x} \cos(\omega t) \\ E_y = E_{0y} \cos(\omega t - \varphi) \\ E_z = 0 \end{array} \right.$ $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$

pulsation

on cherche la relation entre E_x et E_y indépendament du temps

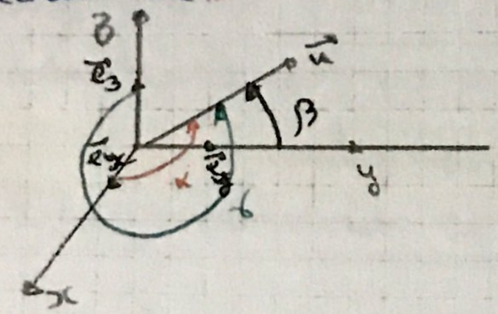
$$\boxed{\left(\frac{E_y}{E_{0y}}\right)^2 - \frac{2 E_x E_y}{E_{0x} E_{0y}} \cos\varphi + \left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2 = \sin^2\varphi}$$

$$\begin{cases} E_y = E_{0y}[\cos(\omega t) . \cos\varphi + \sin(\omega t) . \sin(\varphi)] \\ \frac{E_y}{E_{0y}} = \frac{E_x}{E_{0x}} \cos\varphi + \sin(\omega t) . \sin(\varphi) \\ \left(\frac{E_y}{E_{0y}} - \frac{E}{E_{0x}} \cos\varphi\right)^2 = \sin^2(\omega t) \sin^2\varphi = (1 - \cos^2(\omega t)) \sin^2(\varphi) \end{cases}$$

$$= \left[1 - \left(\frac{E_x}{E_{0x}}\right)^2\right] \sin^2\varphi.$$

Suivant les valeurs de φ et de E_{0x} et E_{0y}, la nature de la trajectoire ou de la polarisation de la lumière peut-être elliptique, circulaire ou rectiligne

on definit le nombre d'onde $\sigma = \frac{1}{\lambda} . m^{-1}$ et le cosinus directeur de $\vec{u}$



$\vec{u} . \vec{e}_x = \cos(\alpha) = u_x$
$\vec{u} . \vec{e}_y = \cos(\beta) = u_y$
$\vec{u} . \vec{e}_3 = \cos(\gamma) = u_3$

$\vec{u} \begin{vmatrix} u_x = \cos(\alpha) \\ u_y = \cos(\beta) \\ u_3 = \cos(\gamma) \end{vmatrix}$ $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_3)$

cosinus direct de direction de propagation

la phase de l'étude de l'onde à l'instant est $(\omega t - \varphi)$

$\Delta t = \frac{d}{c}$

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

Supposons la phase de l'onde à $t=0$ → $\varphi_0 = 0$

$\Delta t' = \frac{d}{v} = \frac{d}{c} \times n = \frac{d \times n}{c}$

la phase de l'onde en M

$\varphi(M) = \vec{k} . \vec{OM} = k . \vec{u} . \vec{r} = \frac{2\pi}{\lambda} \vec{u} . \vec{r} = \frac{2\pi}{\lambda_0} d$

La phase d'onde dans le vide.

→ Dans le milieu d'indice n

$\varphi(M) = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi}{\frac{\lambda_0}{n}} . d = \frac{2\pi}{\lambda_0} . d . n = \frac{2\pi}{\lambda_0} . (OM)$

(OM) : chemin optique

$\varphi(M) - \varphi_0(0)$ = dephasage = la phase en M

$= \frac{2\pi}{\lambda_0} (OM)$