

$$\langle \vec{\pi} \rangle = \langle \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0} \rangle \leftarrow \text{طرام}$$

$$\vec{a} \wedge (\vec{b} \wedge \vec{c}) = (\vec{a} \cdot \vec{c}) \vec{b} - (\vec{a} \cdot \vec{b}) \vec{c}$$

• il n'y a pas un vecteur poynting complexe $\frac{dI}{dt}$

CONDITIONS D'INTERFERENCES

$$\vec{\pi} = \frac{R_e(\vec{E}) \wedge R_e(\vec{B})}{\mu_0}$$

1- Rappeler les équations locales de Maxwell dans le vide dépourvu de charges et de courants libres volumiques ; en déduire l'équation de propagation de l'onde.

2- Soit une onde électromagnétique plane dont le vecteur champ électrique s'écrit :

$$\vec{E}_1 = E_{01} \exp[i(\omega_1 t - k_1 x)] \vec{e}_x \quad E_{01} \text{ est une constante positive.}$$

a- Caractériser cette onde ;

b- Déterminer son vecteur de Poynting : $\vec{\pi}(M, t)$.

3- Deux ondes électromagnétiques planes progressives monochromatiques pulsations ω_1 et ω_2 polarisées rectilignement se propagent dans le vide dans la même direction définie par le vecteur unitaire $\vec{e}_u$ et dans le même sens. Les champs électriques des ondes :

$$\vec{E}_1 = E_{01} \exp[i(\omega_1 t - k_1 x)] \vec{e}_1$$

$$\vec{E}_2 = E_{02} \exp[i(\omega_2 t - k_2 x)] \vec{e}_2$$

Montrer que la valeur moyenne temporelle $\langle \vec{\pi}(M, t) \rangle$ du vecteur de Poynting de l'onde résultante s'écrit :

$$\langle \vec{\pi}(M, t) \rangle = \langle \vec{\pi}_1(M, t) \rangle + \langle \vec{\pi}_2(M, t) \rangle + \vec{e}_u \frac{E_{01} E_{02}}{\mu_0 c} \langle \cos[(\omega_1 - \omega_2)t - \varphi(M, t)] \rangle \vec{e}_1 \vec{e}_2$$

$\varphi(M, t)$ est le déphasage entre les deux ondes (1) et (2). On donne : $\langle \vec{\pi}(M, t) \rangle = \frac{1}{2} \text{Rél} [\langle \frac{\vec{E}}{\mu_0} \wedge \vec{B}^* \rangle]$

b- A quelles conditions a-t-on $\langle \vec{\pi}(M, t) \rangle \neq \langle \vec{\pi}_1(M, t) \rangle + \langle \vec{\pi}_2(M, t) \rangle$? de quel phénomènes s'agit-il ?

c- Dans le cas où les directions de polarisations des deux champs $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ sont voisines, on peut utiliser l'approximation du modèle scalaire de la lumière en remplaçant ces champs par des vibrations scalaires. En déduire de la question précédente l'intensité $I(M)$ due à l'interférence des deux sources secondaires S_1 et S_2 d'intensités I_1 et I_2 provenant d'une source primaires S ponctuelle, monochromatique de longueur d'onde λ_0 s'écrit :

$$I(M) = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos[2\pi \frac{\delta(M)}{\lambda_0}]$$

$\delta(M)$ est la différence de marche en un point du champ d'interférence. Quel est l'intérêt de choisir deux sources telles que $I_1 = I_2$? Justifier.

On définit une longueur de cohérence : $L_c = c / \Delta \nu$

temporelle : modèle des trains d'onde

Quelle condition doit satisfaire la $\delta(M)$, comparé à L_c , pour qu'il y ait interférence constructive ? justifier votre réponse.

M82 : 2015 ; JTL:

$$\underline{\underline{E}}_1 = E_{01} e^{i(\omega_1 t - \phi_1)} \underline{\underline{e}}_1$$

$$\underline{\underline{k}}_1 = \underline{\underline{k}}_2 = \frac{\omega}{c} \underline{\underline{e}}_u$$

$$\underline{\underline{E}}_2 = E_{02} e^{i(\omega_2 t - \phi_2)} \underline{\underline{e}}_2$$

$$\langle \underline{\underline{\pi}} \rangle = \frac{1}{2} \text{Re} \left[\frac{\langle \underline{\underline{E}} \wedge \underline{\underline{B}}^* \rangle}{\mu_0} \right]$$

$$\underline{\underline{B}}_1 = \frac{\underline{\underline{e}}_u \wedge \underline{\underline{E}}_1}{c} \underline{\underline{e}}_1, \quad \underline{\underline{B}}_2 = \frac{\underline{\underline{e}}_u \wedge \underline{\underline{E}}_2}{c} \underline{\underline{e}}_2$$
$$= \frac{\underline{\underline{k}}_1 \wedge \underline{\underline{E}}_1}{\omega}$$

$$\langle \underline{\underline{\pi}} \rangle = \frac{1}{2\mu_0} \text{Re} \left[\left(\underline{\underline{E}}_1 \underline{\underline{e}}_1 + \underline{\underline{E}}_2 \underline{\underline{e}}_2 \right) \wedge \left(\frac{\underline{\underline{E}}_1^*}{c} (\underline{\underline{e}}_u \wedge \underline{\underline{e}}_1) + \frac{\underline{\underline{E}}_2^*}{c} (\underline{\underline{e}}_u \wedge \underline{\underline{e}}_2) \right) \right]$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{e}}_1 \wedge (\underline{\underline{e}}_u \wedge \underline{\underline{e}}_1) = \underline{\underline{e}}_u (\underline{\underline{e}}_1 \cdot \underline{\underline{e}}_1) - \underline{\underline{e}}_1 (\underline{\underline{e}}_u \cdot \underline{\underline{e}}_1)$$
$$= \underline{\underline{e}}_u$$

$$\underline{\underline{e}}_1 \wedge (\underline{\underline{e}}_u \wedge \underline{\underline{e}}_2) = \underline{\underline{e}}_u (\underline{\underline{e}}_1 \cdot \underline{\underline{e}}_2) - \underline{\underline{e}}_2 (\underline{\underline{e}}_1 \cdot \underline{\underline{e}}_u)$$
$$= \underline{\underline{e}}_u (\underline{\underline{e}}_1 \cdot \underline{\underline{e}}_2)$$

20 Jan
①

$$\langle \Pi \rangle = \frac{E_{01}^2}{2\mu_0 c} \bar{e}_1 + \frac{E_{02}^2}{2\mu_0 c} \bar{e}_2$$

$$+ \frac{2E_{01}E_{02}}{\mu_0 c} \langle \cos((\omega_1 - \omega_2)t - (\varphi_1 - \varphi_2)) \rangle \bar{e}_1 \cdot \bar{e}_2$$

on pose $I_1 = \frac{E_{01}^2}{2\mu_0 c}$, $I_2 = \frac{E_{02}^2}{2\mu_0 c}$

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_1 - \varphi_2) \bar{e}_1 \cdot \bar{e}_2$$

$$\omega_1 = \omega_2 = \omega$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi(t) = \text{stationnaire}$$

$$(\bar{e}_1 \cdot \bar{e}_2) \neq 0$$

$$I = K \langle \vec{E} \vec{E}^* \rangle$$

$$\vec{E} = e^{i(\omega_1 t - \varphi_1)} \left[E_{01} \bar{e}_1 + E_{02} e^{i(\omega_2 - \omega_1)t - (\varphi_2 - \varphi_1)} \bar{e}_2 \right]$$

$$\vec{E}^* = e^{-i(\omega_1 t - \varphi_1)} \left[E_{01} \bar{e}_1 + E_{02} e^{-i(\omega_2 - \omega_1)t - (\varphi_2 - \varphi_1)} \bar{e}_2 \right]$$

$$I = K E_{01}^2 + K E_{02}^2 + 2K E_{01} E_{02} \cos(\Delta\omega t - \Delta\varphi) \bar{e}_1 \cdot \bar{e}_2$$

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\varphi) \bar{e}_1 \cdot \bar{e}_2$$

20 Jan
②