PC	RESUME PO2: ondes électromagnétiques dans le vide

ONDES ELECTROMAGNETIQUES DANS LE VIDE ILLIMITE

Le vide est vide de matière. Les champs électriques et magnétiques dans le vide vérifient l'équation de D'Alembert :

$$\boxed{\Delta\vec{E} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2} = \vec{0}} \qquad \boxed{\Delta\vec{B} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\vec{B}}{\partial t^2} = \vec{0}}$$

$c^2\varepsilon_o\mu_o = 1$. ε_o et μ_o **sont respectivement la permitivité diélectrique (le mot « diélectrique » signifie isolant) et la perméabilité magnétique du vide.**

ONDES PLANES PROGRESSIVES (OPP) ELECTROMAGNETIQUES

Les champs de l'OPP sont **transverses** $\boxed{\vec{B} = \frac{\vec{u}\wedge\vec{E}}{c}}$ Rem : $\vec{k}$ n'est pas défini pour les OPP.

NOTATION COMPLEXE POUR UNE OPPM

On a introduit $\vec{k}$ **le vecteur d'onde. Sa norme k est à priori non définie.**

Les composantes des champ associées à $\boxed{\underline{s}(M,t) = Ae^{j\omega t}e^{-j\vec{k}.\vec{OM}+j\Phi}}$ et sont données par : $s(M,t) = Re(\underline{s}(M,t))$

Opérateurs en notation complexe **pour les OPPM** (hypothèse essentielle)

$$\frac{\partial}{\partial t} = j\omega \quad div\vec{\underline{L}} = -j\vec{k}.\vec{\underline{L}} \qquad \vec{rot}\,\vec{\underline{L}} = -j\vec{k}\wedge\vec{\underline{L}} \qquad \Delta\vec{\underline{L}} = -k^2\vec{\underline{L}}$$

Rem : on trouve aussi la convention $\boxed{\underline{s}(M,t) = Ae^{-j\omega t}e^{j\vec{k}.\vec{OM}+j\Phi}}$. Il faut changer les signes des relations ci-dessus.

OPPM ELECTROMAGNETIQUES

Relation de dispersion $\boxed{k^2 = \omega^2\varepsilon_o\mu_o}$ vitesse de phase $v_\varphi = \frac{\omega}{k} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_o\mu_o}} = c$ (le vide n'est pas dispersif) On rappelle la relation : $\boxed{\lambda = cT = c/f = 2\pi c/\omega}$.

Vecteur d'onde $\boxed{\vec{k} = \frac{\omega}{c}\vec{u} = \frac{2\pi}{\lambda}\vec{u}}$ $\vec{u}$ donnant la direction de propagation de l'onde.

Lien entre les champs $\vec{B} = \frac{\vec{u}\wedge\vec{E}}{c}$ se réécrit $\boxed{\vec{B} = \frac{\vec{k}\wedge\vec{E}}{\omega}}$

ASPECTS ENERGETIQUES D'UNE OPPM (ne pas utiliser les complexes)

Densité volumique d'énergie moyenne $\boxed{\langle u_e\rangle = \frac{\varepsilon_o E^2{}_o}{2}}$

Vecteur de Poynting moyen $\left\langle\vec{R}\right\rangle = \left\langle c\varepsilon_o E^2\right\rangle\vec{u} = \frac{c\varepsilon_o E_o{}^2}{2}\vec{u}$.