

Robert Bédoret : robibedo@yahoo.frIsabelle Bricaud : i.bricaud@yahoo.frBenoît Malet : maletbenoit@yahoo.frPascal Olive : psi1montaigne@gmail.comPierre Salles : lycee.salles@laposte.netFrançois Lelong : psi2phch@gmail.comValérie Hoornaert : vhornaert@gmail.comJérôme Fanjeaux : jerome.fanjeaux@free.fr**PSI2. PHYSIQUE. Semaine de colle 15, du lundi 20 au vendredi 24 janvier 2025.****Ondes électromagnétiques. DANS LE VIDE ET METAL.*****Si réflexion sur métal parfait, indiquer les propriétés****En l'absence de charges et de courants, le champ électromagnétique obéit à l'équation de d'Alembert suivantes :*

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

La forme générale d'une OPPH est en $\cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{OM})$, où $\vec{k}$ est le vecteur d'onde et sa norme $k = \frac{\omega}{c}$ est le nombre d'onde. $\lambda = \frac{2\pi}{k}$ est la périodicité spatiale ou longueur d'onde. $\vec{k}$ indique la direction et le sens de la propagation de l'onde.

Si on adopte la notation complexe, le champ électromagnétique peut s'écrire :

$$\vec{E}(M, t) = \vec{E}_0 \cdot \exp[j(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{OM})] \quad \vec{B}(M, t) = \vec{B}_0 \cdot \exp[j(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{OM})]$$

Avec une telle écriture, la dérivation temporelle devient une multiplication par $j\omega$ et le vecteur $\vec{\nabla}$ devient $-j\vec{k}$. Les relations de Maxwell permettent alors de retrouver les propriétés précédentes et en plus la relation générale: $\vec{B} = \frac{\vec{k} \wedge \vec{E}}{\omega}$ à connaître.

REMARQUE : il existe d'autres solutions que l'OPPH. **Vérifier que l'onde proposée est bien une OPPH avant d'utiliser les propriétés ci-dessus.** Se méfier aussi avant d'écrire $k = \frac{\omega}{c}$ valable uniquement pour une OPPH dans le vide.

Utilisation des relations de Maxwell pour obtenir toutes la structure électromagnétique à partir de la donnée du champ électrique (ou magnétique).

Pour les calculs énergétiques sur u_{em} ou $\vec{\Pi}$, le passage en réel est **OBLIGATOIRE** avant tout calcul.

Polarisation de la lumière. Exemple de la polarisation rectiligne, polaroïd, exemple du cinéma 3D.

Effet Doppler classique à savoir retrouver : émetteur fixe (fréquence f), la fréquence vue par un détecteur s'éloignant à la vitesse v est $f' = f \cdot (1 - \frac{v}{c})$. Applications.

Dualité Onde-Corpuscule: Les ondes électromagnétiques peuvent, selon la nature de l'expérience, apparaître :

comme une onde de fréquence f et de longueur d'onde λ (présent cours d'électromagnétisme)

ou comme une particule (le photon) : particule relativiste de masse nulle, se propageant à la vitesse c selon l'axe Ox

dans le vide, d'énergie $E = hf = hc/\lambda$ et d'impulsion $\vec{p} = \frac{hf}{c} \vec{u}_x$ avec $h = 6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ constante de Planck.

Pression de radiation. Mise en évidence qualitative par choc de photon sur paroi. Expression possible de P_{rad} par AD avec le vecteur de Poynting et c .

Lumière visible.

Dans le sens des longueurs d'onde croissantes, ou des énergies de photon décroissantes :

UV (400nm)

Visible

(800nm)

IR

10eV

 $E_{typique} = 1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$

0,1eV

 $f_{typique} = 10^{14} Hz$

Spectre continu. Le corps noir. Relation $\lambda_{max} \cdot T = Cte$. $T = 6000K$ correspond à $\lambda_{max} = 500nm$.

Spectre discret. Transitions électroniques en liaison avec la chimie.

Source quasimonochromatique : le LASER.

Ondes électromagnétiques dans un milieu linéaire transparent.

Changement par rapport au vide. vitesse de phase et indice optique. Ecriture d'une OPPH dans un milieu d'indice n .

Liaison avec l'optique géométrique.

Propagation d'une onde dans un métal.

Obtention de l'équation de diffusion en négligeant le courant de déplacement devant le courant de conduction. Effet de peau. Obtention de l'épaisseur de peau par analyse dimensionnelle ou par calcul.

Cas limite du conducteur parfait : présence de courants et charges surfaciques à la surface extérieure du métal, champ électromagnétique nul à l'intérieur.