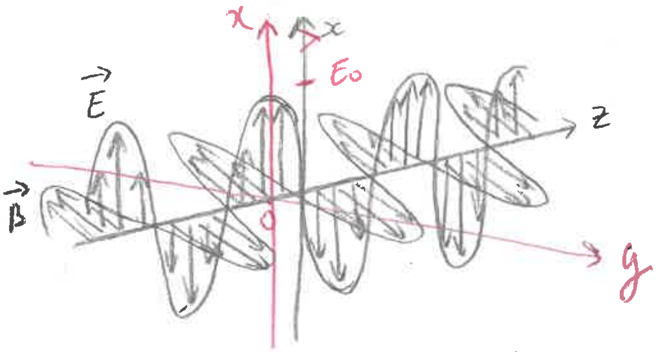
AD 1 TD 31, groupe 10.



à $t=0$ $z=0$ $\vec{E}=E_0\,\vec{u_x}$ valeur max

⚠ erreur de signe pour $\vec{B}$ car à $t=0, z=0$
$\vec{B}=\frac{E_0}{c}\vec{u_y} \to$ max

$$\underline{\vec{E}} = \underline{E_0}\, e^{j(\omega t - kz)}\, \vec{u_x}.$$

→ dans le vide donc k réel.

$$\underline{\vec{B}} = \frac{\vec{k}\wedge\underline{\vec{E}}}{\omega} = \frac{k\,\vec{u_z}\wedge E_0\, e^{j(\omega t - kz)}\,\vec{u_x}}{\omega} = \frac{k}{\omega}\underline{E_0}\, e^{j(\omega t - kz)}\,\vec{u_y}.$$

Démonstration de $\frac{\vec{k}\wedge\underline{\vec{E}}}{\omega} = \underline{\vec{B}}$

$$\text{rot}\,\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t} \quad \text{MF}$$

coordonnées cartésienne

$$\vec{\nabla}\wedge\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$$

OPPH

$$-j\vec{k}\wedge\underline{\vec{E}} = -j\omega\,\underline{\vec{B}}$$

$$\boxed{\frac{\vec{k}\wedge\underline{\vec{E}}}{\omega} = \underline{\vec{B}}}.$$

⚠ relation non valable pour des ondes stationnaires.
revenir à $\vec{\nabla}\wedge\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$

avec $\vec{\nabla}\begin{pmatrix}\frac{\partial}{\partial x}\\ \frac{\partial}{\partial y}\\ \frac{\partial}{\partial z}\end{pmatrix}$

groupe 2

TD31 - AD2

$* \ I = \frac{P}{S} = \frac{3\times10^{-3}\,W}{1\times10^{-6}\,m^2} = 3\times10^{3}\ W.m^{-2}$

avec $\vec{E}, \vec{B}$ OPPH

on sait que $I = \langle \|\vec{\Pi}\| \rangle$ et $\vec{\Pi} = \frac{\vec{E}\wedge\vec{B}}{\mu_0}$

$* \ \|\vec{\Pi}\| = \left\| \frac{E_0 \cos(\omega t - kx)\vec{u}_y \wedge \frac{E_0}{c}\cos(\omega t - kx)\vec{u}_z}{\mu_0} \right\|$

$= \left\| \frac{E_0^2}{c\mu_0}\cos(\omega t - kx)^2 \vec{u}_x \right\| = \frac{E_0^2}{c\mu_0}\cos(\omega t - kx)^2$

$* \ \langle \|\vec{\Pi}\| \rangle = \frac{E_0^2}{2c\mu_0}$

$* \ I = \langle \|\vec{\Pi}\| \rangle \Leftrightarrow E_0 = \sqrt{3\times10^{3}\times 2\times 3\times10^{8}\times 4\pi\times10^{-7}}$

$= 1,5\times10^{3}\ V.m^{-1}$

$\underline{E_0 = 1,5\times10^{3}\ V.m^{-1}}$

$* \ B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{1,5\times10^{3}}{3\times10^{8}} = 5\times10^{-6}\ T$ $\qquad \underline{B_0 = 5\times10^{-6}\ T}$

pas du cours

$* \ I = \langle u \rangle c \Leftrightarrow \langle u \rangle = \frac{I}{c} = \frac{P}{S\times c} = \frac{3\times10^{-3}}{10^{-6}\times3\times10^{8}} = 10^{-5}\ J.m^{-3}$

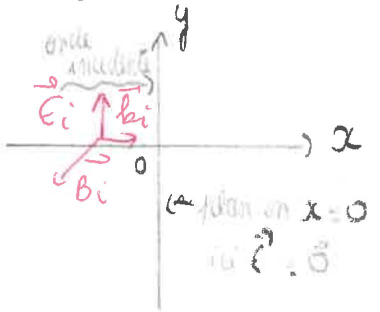
$\langle u \rangle = 10^{-5}\ J.m^{-3}$

$* \ N = \frac{P\times\lambda}{hc} = \frac{3\times10^{-3}\times 633\times10^{-9}}{3\times10^{8}\times 6,62\times10^{-34}} \approx 9,6\times10^{15}$ photons

$* \ \langle u \rangle = \langle \frac{\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{B^2}{2\mu_0} \rangle = \langle \frac{\varepsilon_0 E_0^2 \cos^2(\omega t - kx)}{2} \rangle + \langle \frac{B_0^2 \cos^2(\omega t - kz)}{2\mu_0} \rangle$

$= \frac{\varepsilon_0 E_0^2}{4} + \frac{B_0^2}{4\mu_0} = \frac{1\times E_0^2}{c^2\mu_0 4} + \frac{E_0^2}{4c^2\mu_0} = \frac{E_0^2}{2c^2\mu_0} = \frac{(1,5\times10^{3})^2}{2(3\times10^{8})^2\times4\pi\times10^{-7}} \approx 10^{-5}\ J.m^{-3}$

TD 31 . AD3 Groupe 8



$$\vec{E_i} = E_{0y}\, e^{j(\omega t - kx + \phi_y)}\, \vec{u_y}$$

1) $\vec{E_r} = E_{0ry}\, e^{j(\omega t + kx + \phi_{ry})}\, \vec{u_y}$

En $x=0$: $\vec{E} = \vec{E_i} + \vec{E_r} = \vec{0} \Rightarrow \vec{E_i} = -\vec{E_r}$

$\Leftrightarrow E_{0y}\, e^{j(\omega t - 0 + \phi_y)} = -E_{0ry}\, e^{j(\omega t + 0 + \phi_{ry})}$

$\Leftrightarrow E_{0y}\, e^{j\phi_y} = -E_{0ry}\, e^{j\phi_{ry}}$ Vrai si $E_{0y} = -E_{0ry}$ et $\phi_y = \phi_{ry}$

Donc $\vec{E} = \vec{E_i} + \vec{E_r} = E_{0y}\, e^{j(\omega t - kx + \phi_y)} - E_{0y}\, e^{j(\omega t + kx + \phi_y)}$

$= E_{0y}\, e^{j(\omega t + \phi_y)} \left(e^{-jkx} - e^{jkx}\right) \vec{u_y}$

$\vec{E} = -2jE_{0y} \sin(kx)\, e^{j(\omega t + \phi_y)}\, \vec{u_y}$ $= 2E_{0y} \sin(kx)\, e^{j(\omega t + \phi_y - \pi/2)}$ avec $-j = e^{-j\pi/2}$

2) Maxwell Faraday : $\vec{rot}\, \vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ $\quad \vec{\nabla} \wedge \vec{E} = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ E(x,t) \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{\partial E(x,t)}{\partial z} \\ 0 \\ \frac{\partial E(x,t)}{\partial x} \end{pmatrix}$

Donc $-\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -\dfrac{\partial E(x,t)}{\partial t}\vec{u_x} + 0 + \dfrac{\partial E(x,t)}{\partial x}\vec{u_z}$

$= -2E_{0y}\, j k \cos(kx)\, e^{j(\omega t + \phi_y)}\, \vec{u_z}$ $\Rightarrow \vec{B} = + \dfrac{2E_{0y} \cos(kx)\, k}{\omega}\, e^{j(\omega t + \phi_y)}\, \vec{u_z}$ $= -\dfrac{2kE_{0y}\cos(kx)}{\omega} e^{j(\omega t + \phi_y)}$

3)

pas très lisible.

Position des noeuds : x_{N_E} en $\vec{E} = \vec{0}$

$\Leftrightarrow \sin(kx_{N_E}) = 0 \Leftrightarrow kx_{N_n} = 0 + n\pi \Rightarrow x_{N_E} = \dfrac{n\pi}{k} = \dfrac{n\lambda}{2}$

noeuds de $\vec{B}$ x_{N_B} $\cos(kx_{N_B}) = 0$

$kx_{N_B} = \dfrac{\pi}{2} + p\pi$ $\quad x_{N_B} = \dfrac{\lambda}{4} + p\dfrac{\lambda}{2}$

4) $\underbrace{\vec{E}(x=0^+)}_{=\vec{0}} - \vec{E}(x=0^-) = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{u_x}$

$\Rightarrow \vec{0} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{u_x} \Rightarrow \sigma = 0$

densité surfacique de charge

$\underbrace{\vec{B}(x=0^+)}_{=\vec{0}} - \vec{B}(x=0^-) = \mu_0 \vec{j_s} \wedge \vec{u_x}$ $= \mu_0 j_s \vec{u_y} \wedge \vec{u_x}$

$\Rightarrow -\dfrac{2E_{0y}k}{\omega}\, e^{j(\omega t + \phi_y)}\, \vec{u_z} = \mu_0 j_s \vec{u_z}$

$\Rightarrow \vec{j_s} = \dfrac{+2E_{0y}k}{\mu_0 \omega}\, e^{j(\omega t + \phi_y)}\, \vec{u_y}$

$x_{N_B} - x_{N_E} = \lambda/4$

ça a été fait en $x = 0$.

AD 4 TD 3 1 Groupe 4

onde se propageant dans un Milieu absorbant à la vitesse de phase v_φ $s(x,t) = S_0 e^{-x/\delta} \cos(\omega(t - \frac{x}{v_\varphi}))$

$$s(x,t) = S_0 e^{-\frac{x}{\delta}} \cos(\omega t - kx)$$
$$= S_0 e^{-\frac{x}{\delta}} \cos(\omega(t - \frac{k}{\omega}x))$$
$$= s(t - \frac{x}{v_\varphi})$$

$$s(x,t) = s(0, t-\tau) = s(t - \frac{x}{v_\varphi})$$

car $v_\varphi = \frac{x}{\tau}$

Par identification $v_\varphi = \frac{\omega}{k}$ ✓

$$\underline{s}(x,t) = \underline{S_0} e^{-\frac{x}{\delta}} e^{j(\omega t - \underline{k}x)} = \underline{S_0} e^{j(\omega t - \underline{k}x)}$$
$$= \underline{S_0} e^{-\frac{x}{\delta}} e^{j(\omega(t - \frac{x}{v_\varphi}))}$$
$$= \underline{S_0} e^{j(\omega(t - \frac{x}{v_\varphi})) - \frac{x}{\delta}}$$
$$= \underline{S_0} e^{j[\omega t - \frac{x\omega}{v_\varphi} + j\frac{x}{\delta}]}$$
$$= \underline{S_0} e^{j[\omega t - x(\frac{\omega}{v_\varphi} - j\frac{1}{\delta})]}$$

on cherche à exprimer $\underline{k}$ en fonction de v_φ et δ.

Par identification $\boxed{\underline{k} = \frac{\omega}{v_\varphi} - j\frac{1}{\delta}}$