U.P.S. - L2 Physique - Examen d'Electromagnétisme - Session 1

Mai 2008.

I. Cours. ① $\vec{\mathrm{rot}}\,\vec{E} + \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = \vec{0}$; $\mathrm{div}\,\vec{B} = 0$; $\mathrm{div}\,\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$; $\vec{\mathrm{rot}}\,\vec{B} = \mu_0\left(\vec{J} + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$ (1,5pt)

② $\vec{n}_{12} \times (\vec{E}_2 - \vec{E}_1) = \vec{0}$; $\vec{n}_{12} \cdot (\vec{B}_2 - \vec{B}_1) = 0$; $\vec{n}_{12} \cdot (\vec{E}_2 - \vec{E}_1) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$; $\vec{n}_{12} \wedge (\vec{B}_2 - \vec{B}_1) = \mu_0 \vec{J}_s$ (1,5pt)

II. (8pts) 1) $\phi = B_1 \cdot N_2 (\pi R_2^2) \cos\theta$ (2pts)

2) $d\tau = I_2\, d\phi = I_2 \cdot B_1 \cdot N_2 (\pi R_2^2) \sin\theta\, d\theta$. Mais $d\tau = \Gamma . d\theta$ d'où $\Gamma = B_1 N_2 I_2 (\pi R_2^2) \sin\theta$. (2pts)

3) $\vec{M}_2 = I_2 \cdot N_2 (\pi R_2^2) \cdot \vec{n}$. Or $d\tau = d(-\vec{M}_2 \cdot \vec{B}_a) = d(-I_2 N_2 \pi R_2^2 B_1 \cos\theta)$ on retrouve Γ. (2pts)

4) $\vec{B}_1 = \mu_0 n_1 . I_0 \cos\omega t \cdot \vec{e}_z$; $\phi = N_2 \cdot (\pi R_2^2) \cdot B_1$ est le flux de $\vec{B}_1$ à travers la spire 2 ; $e = -\frac{d\phi}{dt}$ (Faraday) $= N_2 (\pi R_2^2) \mu_0 n_1 I_0 \omega \sin\omega t$ (2pts)

III (9pts) 1) Continuité de la composante tangentielle de $\vec{E}$ et champ électrique nul dans un conducteur parfait $\Rightarrow \vec{E}_r(z=0) + \vec{E}_i(z=0) = \vec{0}$ d'où $\vec{E}_{r,0} = -E_0 \cdot \vec{e}_x$. (1pt)

2) $\underline{\vec{E}} = \underline{\vec{E}_i} + \underline{\vec{E}_r} = E_0\, e^{i(kz-\omega t)} \vec{e}_x - E_0\, e^{i(kz-\omega t)} \vec{e}_x$

$= 2i E_0 \sin kz \cdot e^{-i\omega t} \vec{e}_x = 2 E_0 \sin kz\; e^{i(\frac{\pi}{2} - \omega t)} \vec{e}_x$ (1pt)

et $\vec{E} = 2 E_0 \sin kz \sin\omega t\, \vec{e}_x$ avec $E_y = E_z = 0$.

3) $\vec{B}_i = \frac{\vec{k}_i \times \vec{E}_i}{\omega} = \frac{1}{\omega} k \vec{e}_z \times E_0\, e^{i(kz-\omega t)} \vec{e}_x = \frac{E_0}{c} e^{i(kz-\omega t)} \vec{e}_y$ (avec $\omega = ck$)

$\underline{\vec{B}_r} = \frac{\vec{k}_r \times \vec{E}_r}{\omega} = -\frac{k}{\omega} \vec{e}_z \wedge (-E_0)\, e^{i(kz-\omega t)} \vec{e}_x = \frac{E_0}{c} e^{i(-kz-\omega t)} \vec{e}_y$ (1pt)

$\underline{\vec{B}} = \underline{\vec{B}_i} + \underline{\vec{B}_r} = 2\frac{E_0}{c} \cos kz\; e^{-i\omega t} \cdot \vec{e}_y$ et $\vec{B} = \frac{2E_0}{c} \cos kz . \cos\omega t . \vec{e}_y$ (1pt)

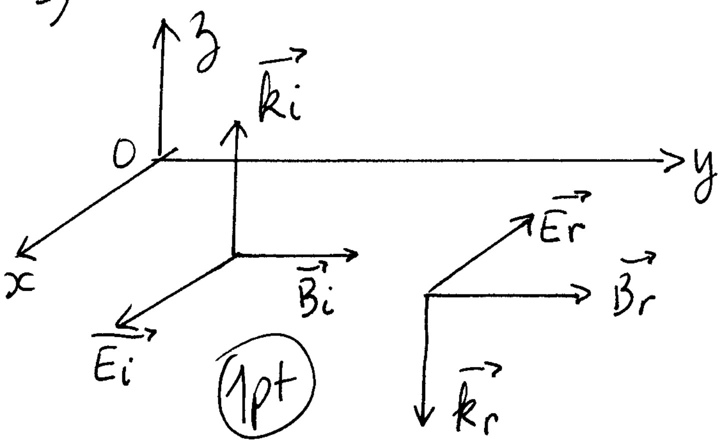
4) $\vec{R} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B} = \frac{1}{\mu_0} \cdot 2 E_0 \sin kz . \sin\omega t\, \vec{e}_x \times 2\frac{E_0}{c} \cos kz . \cos\omega t\, \vec{e}_y$

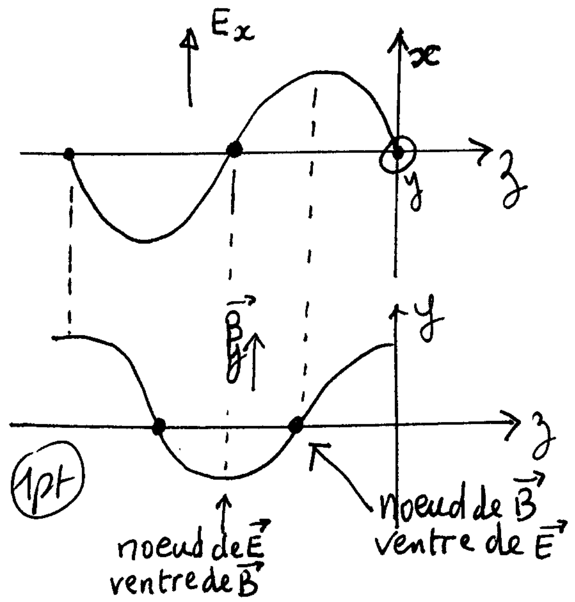
$\vec{R} = \frac{4 E_0^2}{\mu_0 c} \sin kz . \cos kz . \sin\omega t . \cos\omega t . \vec{e}_z$ (1pt)

$\langle \vec{R} \rangle_T = \frac{4 E_0^2}{\mu_0 c} \sin kz \cdot \cos kz \underbrace{\langle \sin\omega t . \cos\omega t \rangle_T}_{0} \vec{e}_z$

$\langle \vec{R} \rangle = 0$ (1pt)

5)





6) On a $\vec{n}_{12} \times (\vec{B}_2 - \vec{B}_1) = \mu_0 \vec{J_s}$ soit :

$$\vec{e_z} \times \left[\underset{\uparrow}{\vec{0}} - \frac{2E_0}{c}\cos\omega t\, \vec{e_y}\right] = \mu_0 \vec{J_s} \quad \text{d'où}$$

dans le conducteur parfait

(1pt)

$$\vec{J_s} = \frac{2E_0}{\mu_0 c}\cos\omega t\, \vec{e_x} = E_0 \cdot 2\varepsilon_0 c . \cos\omega t . \vec{e_x}$$