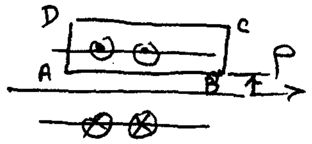
L2 Physique. Electromagnétisme - 2ème session. Barème.

I. Cours (2pts)

1. $e = -\dfrac{d\phi}{dt}$ avec $\phi = \int \vec{B}.\vec{n}\,dS$ (1pt)
2. $L = \dfrac{\phi}{I}$ (1pt)

II. Inductance d'un solénoïde (5pts)

1. 

$z \quad \int_{ABCD} \vec{B}\,.d\vec{r} = \mu_0 \,.\, I_{int}$ (1pt)

$\Rightarrow B(\rho) \,.\, AB = \mu_0\, n I \,.\, AB$ (1pt)

$\Rightarrow B(\rho) = \mu_0\, n\, I \quad \forall \rho \leq a$

2. $\phi_{sp} = B\,.\,\pi a^2 = \mu_0 n I \,.\, \pi a^2$ (1pt)

$\phi_p = \underbrace{N}_{n\ell}\,.\,\phi_{sp} = n\,\ell\,\mu_0 n\, I\, \pi a^2 = \underbrace{\mu_0 \pi\, a^2 . n^2 . \ell}\,.\, I$ (1pt)

3. $\phi_p = L\,.\,I \Rightarrow L = \mu_0\,.\pi a^2 .\, n^2 \ell$ (1pt)

III. Energie magnétique. (4pts)

1. $\mathcal{E}_m = \underbrace{e_m}_{\text{densité d'énergie}} \,.\, \text{Volume} = \dfrac{B^2}{2\mu_0}\,.(\pi a^2 . \ell)$

$e_m = \dfrac{B^2}{2\mu_0}$ (1pt)

$\mathcal{E}_m = \dfrac{(\mu_0\, n\, I)^2}{2\mu_0} \times \pi a^2 \ell = \dfrac{1}{2}\,.\underbrace{(\mu_0 \pi a^2 n^2 \ell)}_{L}\, I^2$ (1pt)

en identifiant à l'expression connue $\frac{1}{2} L I^2$ on trouve

$L = \mu_0 . \pi . a^2 . n^2 . \ell$ (2pt)

IV **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) $\vec{E} = \vec{E_i} + \vec{E_r} = E_0 e^{i(kz-\omega t)} \vec{e_x} - E_0 e^{i(-kz-\omega t)} \vec{e_x}$

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

et $\vec{E} = 2E_0 \sin kz \sin\omega t \, \vec{e_x}$ 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 $\omega = ck$)

$\vec{B_r} = \frac{\vec{k_r} \times \vec{E_r}}{\omega} = -\frac{k}{\omega} \vec{e_z} \wedge (-E_0) e^{i(-kz-\omega t)} \vec{e_x} = \frac{E_0}{c} e^{i(-kz-\omega t)} \vec{e_y}$ (1pt)

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

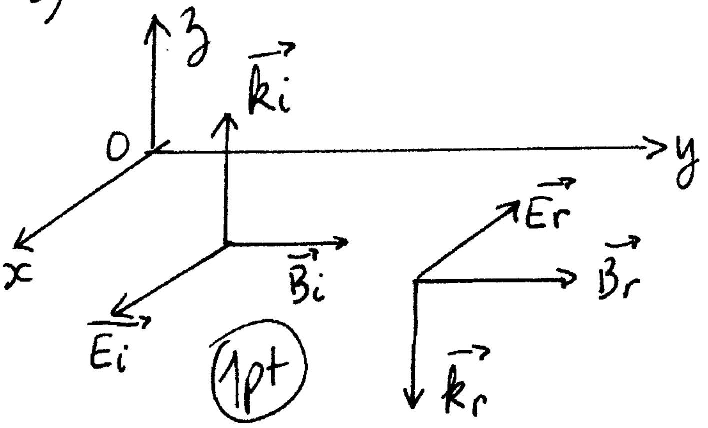
4) $\vec{R} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B} = \frac{1}{\mu_0} \cdot 2E_0 \sin kz . \sin\omega t \vec{e_x} \times 2\frac{E_0}{c} \cos kz . \cos\omega t \, \vec{e_y}$

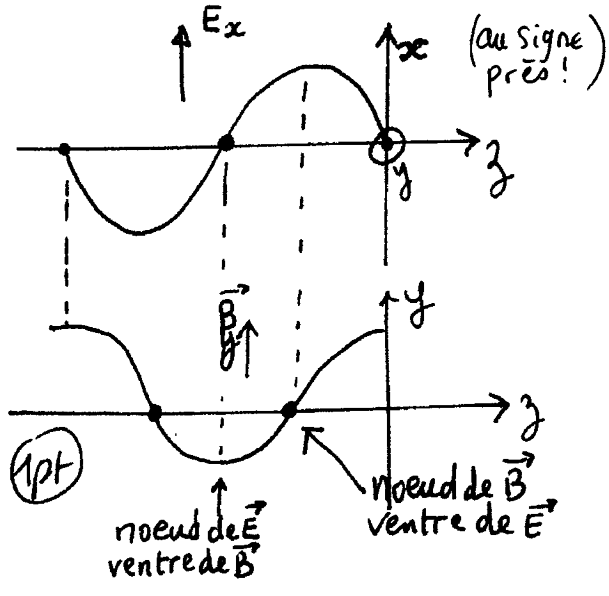
$\vec{R} = \frac{4 E_0^2}{\mu_0 c} \sin kz . \cos kz . \sin\omega t . \cos\omega t . \vec{e_z}$ (1pt)

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

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

5)





6) On a $\vec{n}_{12} \wedge (\vec{B_2} - \vec{B_1}) = \mu_0 \vec{J_s}$ soit :

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

dans le conducteur parfait

$\vec{J_s} = \frac{2 E_0}{\mu_0 c} \cos\omega t \, \vec{e_x} = E_0 \cdot 2\varepsilon_0 c . \cos\omega t . \vec{e_x}$ (1pt)