CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

Electromagnétisme

On considère un solénoïde long de rayon a, d'axe Oz, à l'intérieur duquel règne un champ $\vec{B} = B_0 \exp(-\frac{t}{\tau})\overrightarrow{u_z}$; on s'intéresse à un morceau du solénoïde de longueur ℓ.

1) A l'aide de la formulation intégrale des équations de Maxwell, trouver $\vec{E}$ sous la forme $\vec{E} = E(r,t)\overrightarrow{e_\theta}$. Discuter.
2) On prendra ℓ = 10 cm et τ = 1 μs. Calculer le rapport des densités volumiques d'énergie électrique et magnétique en ARQS.
3) Calculer le vecteur de Poynting et son flux. Commenter.

TSI2

CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

Electromagnétisme

1) Les courants variables sont à l'origine du champ électromoteur, qui est donc orthoradial et l'invariance de la distribution par rapport aux paramètres z et θ entraînent donc bien : $\vec{E} = E(r,t)\overrightarrow{e_\theta}$. On voit dès le départ que le modèle présente des imperfections car il implique également un champ magnétique non uniforme : implicitement l'ARQS est imposé.
2) Dans le solénoïde : $E = -\frac{r}{2}\frac{dB}{dt} \propto \frac{rB}{2\tau}$ et donc $\frac{u_e}{u_m} = \frac{\varepsilon_0\mu_0 r^2}{4\tau^2} = \frac{r^2}{4c^2\tau^2} \approx \frac{l^2}{4c^2\tau^2} \ll 1$: l'énergie est essentiellement magnétique dans la bobine.
3) $R = \frac{rB^2}{2\tau\mu_0}$ et son flux est sortant est donné par $\frac{\pi a^2 l B^2}{\tau\mu_0} = \frac{U_m}{\tau/2}$ le temps de relaxation en puissance est deux fois plus court.