1 Question de cours

ARQS magnétique: définition, validité et conséquences

2 Solénoïde en ARQS

On étudie une portion de longueur l de solénoïde d'axe (Oz) comportant n spires jointives par unité de longueur, dont on néglige la résistance. On note a le rayon des spires et $i(t) = i_0 cos(\omega t)$ le courant qui les parcourt. On adopte le système des coordonnées cylindriques $M(r, \theta, z)$ et la base associée.

1. Donner une condition sur la pulsation ω afin de pouvoir se placer dans l'ARQS.
2. On suppose les conditions de l'ARQS magnétique réunies. En déduire l'expression du champ magnétique $\vec{B}$ en tout point à l'intérieur du solénoïde.
3. Justifier que le champ électrique se met sous la forme $\vec{E} = E(r,t)\,\vec{e}_\theta$. Quelle est l'expression du champ électrique associé ? On donne le rotationnel en coordonnées cylindriques :

$$\text{rot}\,\vec{A} = \left(\frac{1}{r}\frac{\partial A_z}{\partial \theta} - \frac{\partial A_\theta}{\partial z}\right)\vec{U}_r + \left(\frac{\partial A_r}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial r}\right)\vec{U}_\theta + \frac{1}{r}\left(\frac{\partial (rA_\theta)}{\partial r} - \frac{\partial A_r}{\partial \theta}\right)\vec{U}_z.$$

4. Montrer que la contribution électrique à l'énergie est négligeable devant la contribution magnétique.
5. Déterminer l'expression du vecteur de Poynting.
6. En choisissant une surface cylindrique de rayon $r = a^-$ et de longueur h, déterminer l'énergie électromagnétique totale associée au solénoïde à l'instant t. En déduire l'expression du coefficient d'auto-induction.
7. Vérifier le bilan énergétique.

Correction: https://tinyurl.com/mrxhs7x8 ou https://iridium6626.github.io/fichiers-libres/
Questions ou etc.: thomas.cloarec@ens-paris-saclay.fr