

Exercices : Electromagnétisme

6.4 Exercices d'application

6.4.1 Charge d'un condensateur

On effectue le bilan énergétique d'un condensateur lors de sa charge très lente (ARQS). On raisonne sur un modèle de condensateur plan, de section circulaire S , rayon R , d'axe Oz et de distance inter-armatures d . Dans le cadre de l'ARQS : $R\omega \ll c$.

On note $q(t)$ le charge de l'armature du condensateur située en $z = d$.

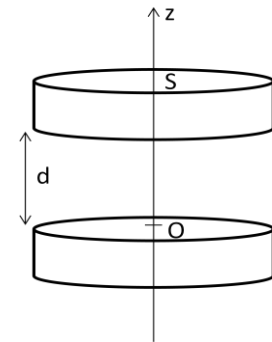
1) Quelle est l'expression du champ électrique entre les deux armatures ? La variation du champ électrique est à l'origine de l'existence d'un courant de déplacement. Quelle est son expression ?

2) Quelle est l'expression du champ magnétique entre les deux armatures ? (Utiliser le théorème d'Ampère)

3) En comparant les ordres de grandeur des termes électrique et magnétique de la densité volumique d'énergie, donner l'expression de l'énergie électromagnétique, U , stockée dans le condensateur. Où est-elle localisée ? Donner aussi l'expression de la dérivée de U .

4) Quelle est l'expression du vecteur de Poynting ? Exprimer alors la puissance rayonnée.

5) Faire un bilan d'énergie. Conclure.



6.4.2 Bilan énergétique associé à un solénoïde dans l'ARQS

Un solénoïde infini, de section circulaire de rayon a , comprend n spires par unité de longueur, chacune étant parcourue par un courant d'intensité $i(t) = I_0 \cos(\omega t)$. On suppose le courant suffisamment lentement variable pour se placer dans l'ARQS et que les lois de la magnétostatique sont applicables : $a\omega \ll c$.

1) Donner l'expression du champ magnétique qui existe à l'intérieur du solénoïde.

2) En déduire l'expression du champ électrique en tout point M à l'intérieur du solénoïde.

3) En comparant les ordres de grandeur des termes électrique et magnétique de la densité volumique d'énergie, donner l'expression de l'énergie électromagnétique, U , stockée dans une portion de longueur d du solénoïde. Où est-elle localisée ? Donner aussi l'expression de la dérivée de U .

4) Calculer l'expression du vecteur de Poynting, puis sa puissance rayonnée à travers la paroi du solénoïde (cylindre d'axe (Oz) de rayon a et de hauteur d).

5) Interpréter les résultats précédents.

6.5 Exercices

6.5.1 Câble coaxial

Une ligne coaxiale est constituée de deux cylindres C_1 et C_2 infinis d'épaisseur très faible, de rayon a et b , parcourus par des intensités I et $-I$. On note V_1 et V_2 les potentiels des deux cylindres et on néglige toute chute de tension le long de la ligne.

1) Calculer le vecteur de Poynting en tout point situé entre les conducteurs.

2) En déduire l'expression du flux de ce vecteur à travers un plan de section droite. Exprimer en fonction de V_1 , V_2 et I . Conclure.