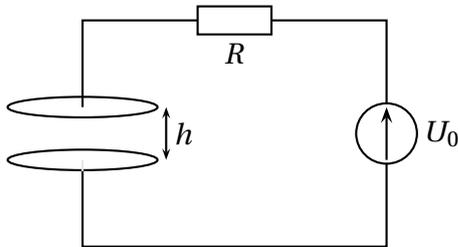


## TD d'électromagnétisme n° 5

## Bilan d'énergie - Poynting

### 1 — Décharge d'un condensateur

Les armatures du condensateur sont circulaires, de rayon  $a$ . À l'instant  $t = 0$ , on branche la pile.



Exprimer l'énergie ayant traversé la surface  $S = 2\pi ah$  entre les instants  $t = 0$  et  $t = T$  quelconque.

#### Énoncé guidé

1. Exprimer l'évolution de la charge  $Q(t)$  du condensateur.
2. Exprimer le champ  $\vec{E}(M, t)$  entre les armatures.
3. Justifier que ce champ crée un champ  $\vec{B}(M, t)$  dont on justifiera qu'il est orthoradial.
4. Déterminer le champ  $\vec{B}(M, t)$  entre les armatures.
5. Déterminer le flux du vecteur de Poynting à travers la surface latérale du condensateur.
6. Conclure...

### 2 — Sphère radioactive

Une masse radioactive ponctuelle, initialement neutre, située en  $O$ , émet à partir de l'instant  $t = 0$  des particules  $\alpha$  avec une vitesse  $v_0$  constante, de façon isotrope. Le charge électrique située en  $O$  à l'instant  $t$  vaut alors

$$q(t) = q_0 [e^{-t/\tau} - 1].$$

1. Calculer le champ électrique  $\vec{E}(M, t)$  et le champ magnétique  $\vec{B}(M, t)$  pour  $t > 0$  en tout point de l'espace.

2. Exprimer la densité volumique de charges  $\rho(M, t)$  et la densité volumique de courant  $\vec{j}(M, t)$  pour  $t > 0$ .

3. Vérifier la compatibilité des résultats obtenus avec la conservation de la charge et avec les équations de Maxwell.

On donne pour un champ  $\vec{a}(M, t) = a(r, t) \vec{e}_r$  en coordonnées sphériques

$$\operatorname{div} \vec{a} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial(r^2 a)}{\partial r}.$$

4. En déduire la densité volumique d'énergie électromagnétique, le vecteur de Poynting et la puissance volumique fournie par le champ électromagnétique aux particules  $\alpha$ . Commenter.

### 3 — Câble coaxial

Une ligne coaxiale est composée de deux cylindres infinis  $C_1$  et  $C_2$ , d'épaisseur très faible, de rayons respectifs  $a < b$ .  $C_1$  est au potentiel  $V_1$  et est parcouru par un courant d'intensité  $+I$ ;  $C_2$  est au potentiel  $V_2$  et parcouru par une intensité  $-I$ .

On néglige toute chute de tension le long de la ligne.

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

Calculer le flux de ce vecteur à travers une section droite. Conclure.

### 4 — Conducteur ohmique

On s'intéresse à un cylindre de diamètre  $2b$ , de résistivité  $\rho$  et parcouru par un courant uniforme d'intensité  $I$ .

1. Calculer la puissance dissipée par effet Joule.
2. Calculer le flux du vecteur de Poynting à travers la surface latérale du cylindre de longueur  $\ell$ . Conclure.