Physique-chimie 1

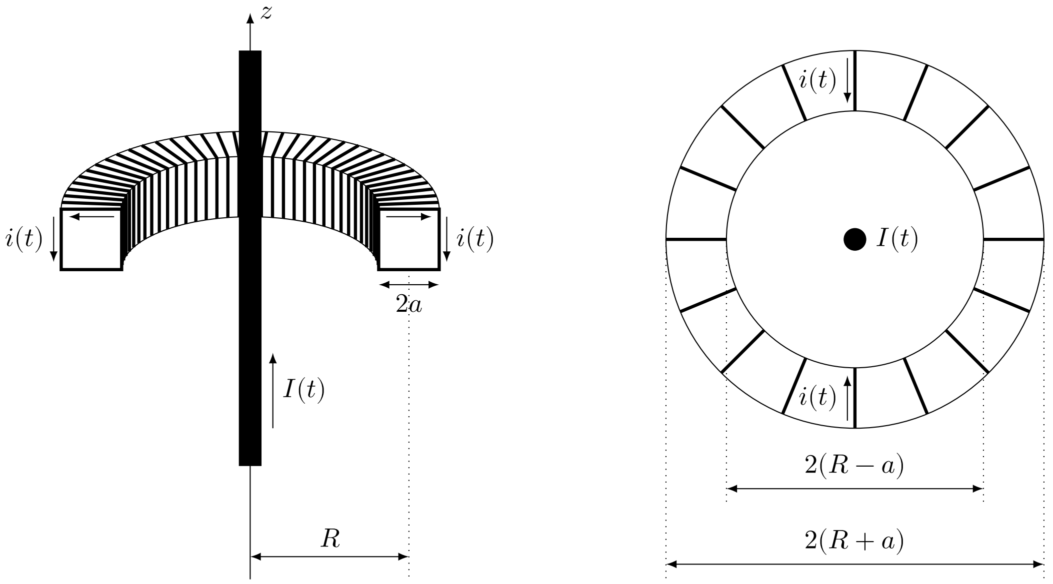
Oral

TSI

CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

Une bobine torique de section carrée de côté $2a$, de rayon moyen R, comportant N spires jointives est fermée sur un ampèremètre de résistance négligeable. La bobine torique a une résistance équivalente notée $\mathcal{R}$.

La bobine enserre un fil conducteur que l'on supposera rectiligne et infini et dont l'axe coïncide avec celui de la bobine torique ; le conducteur est parcouru par un courant $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$. Ce courant variable induit un courant $i(t)$ dans la bobine torique. Vu la symétrie du problème, on travaille en coordonnées cylindriques d'axe Oz.



Vue en coupe

Vue de dessus

1. Calculer, en exploitant soigneusement les symétries, le champ magnétique $\vec{B}_{\text{bobine}}(r,\theta,z,t)$ créé par la bobine en tout point, en fonction, notamment, de N, $i(t)$ et $\mathcal{R}$.

2. Calculer, de même, le champ magnétique $\vec{B}_{\text{fil}}(r,\theta,z,t)$ créé par le fil en tout point, en fonction, notamment, de $I(t)$.

3. Donner la définition de l'inductance mutuelle M entre deux circuits et de l'inductance propre L d'un circuit. On donne ici (*calcul non demandé*) l'inductance propre de la bobine torique et l'inductance mutuelle entre le fil et la bobine torique :

$$L = \frac{\mu_0 N^2 a}{\pi} \ln\left(\frac{R+a}{R-a}\right) \qquad M = \frac{\mu_0 N a}{\pi} \ln\left(\frac{R+a}{R-a}\right)$$

   Commenter ces expressions.

4. Calculer l'intensité complexe $\underline{i}(t)$ du courant dans la bobine en régime sinusoïdal forcé (régime imposé par le fil central, toujours parcouru par $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$).

5. Que devient le rapport $\left|\dfrac{\underline{i}}{\underline{I}}\right|$ à haute fréquence ? Préciser le sens de l'expression « haute fréquence ».

   On donne $N = 10\,000$; $R = 6$ cm ; $a = 1$ cm ; $f = 50$ Hz ; $\mathcal{R} = 0{,}2\ \Omega$.

   Pourquoi peut-on qualifier le dispositif de transformateur de courant ? Pourquoi est-ce un appareil très utilisé pour la mesure des forts courants ?

