

Questions de cours

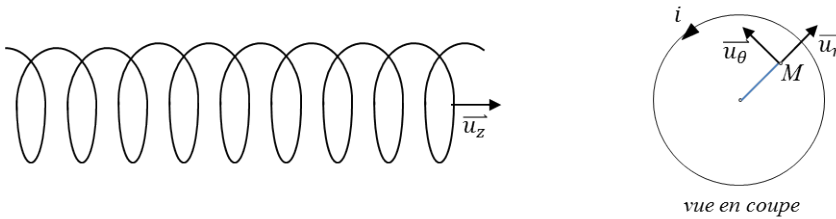
1. Rappeler l'expression des équations de Maxwell. Lesquelles concernent les phénomènes d'induction ?
2. Rappeler la relation entre le champ magnétique et le potentiel vecteur.

Calcul préliminaire

En utilisant l'équation de Maxwell-Faraday (reliant le champ électrique à la variation temporelle du champ magnétique) trouver une relation entre le potentiel vecteur et le champ électrique.

Four à induction

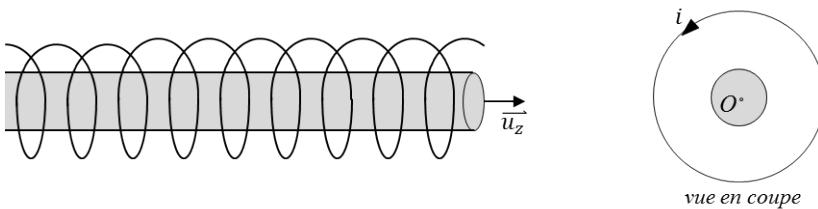
On considère un solénoïde très long, qu'on suppose infini, comptant n spires par mètre, parcouru par un courant $i = i_0 \cos(\omega t)$



On admet que le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde s'écrit : $\vec{B} = \mu_0 n i(t) \vec{u}_z$. Cette expression sera calculée à la fin, si le temps le permet.

1. Calculer le potentiel vecteur associé au champ magnétique du solénoïde.
2. Le champ magnétique variable crée un champ électrique (variable, lui aussi) dans l'espace à l'intérieur du solénoïde. Calculer ce champ.

Un barreau cylindrique métallique de longueur l et de rayon R est placé à l'intérieur du solénoïde, centré sur l'axe de ce dernier. Sa conductivité sera notée γ .



3. En utilisant la loi d'Ohm locale ($\vec{j} = \gamma \vec{E}$), où γ est la conductivité du barreau, calculer la densité de courant \vec{j} à l'intérieur du cylindre.
Ce genre de courant, résultant de l'induction magnétique, est appelé *courant de Foucault*.
4. Le cylindre métallique a une résistivité ρ non nulle, il y aura donc dissipation de l'énergie. Sous quelle forme va-t-elle être transformée? Comment appelle-t-on cet effet?
5. Pour récupérer un maximum d'énergie thermique, doit-on avoir un champ magnétique variable à fréquence faible ou élevée? (rappel : à l'échelle locale, la puissance dissipée est donnée par $p = \rho j^2$).
6. En vous inspirant des résultats de cet exercice, proposez une explication pour le fonctionnement des plaques à induction.

Si le temps le permet : Montrer que le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde s'écrit : $\vec{B} = \mu_0 n i(t) \vec{u}_z$. Pour cela :

-On utilise d'abord les symétries et invariances du problème pour déterminer les symétries et invariances du champ magnétique.

-On applique le théorème d'ampère sur un contour choisi en fonction de la direction du champ magnétique, et en supposant qu'à l'extérieur du solénoïde le champ magnétique est nul.