UNIVERSITE PAUL SABATIER **2008-2009**

**Licence 2ème année physique**

# ELECTROMAGNETISME

EXAMEN **2ème Session**

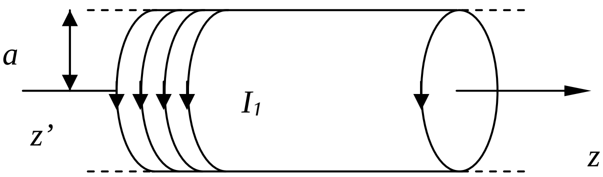
Durée : 2 h

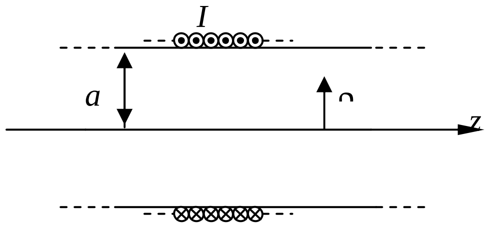
## I. Questions de cours

1. Enoncer la loi de Faraday (concernant une f.é.m induite dans un circuit matériel).
2. Définir l'inductance propre d'un circuit filiforme.

## II. Inductance propre d'un solénoïde

Une bobine S d'axe z'z, de longueur l et de rayon a, comporte n spires par unité de longueur, d'épaisseur négligeable. Ses dimensions (l >>a) sont telles que l'on pourra utiliser l'approximation du solénoïde infini. La bobine est parcourue par un courant stationnaire d'intensité I>0, comptée le long du bobinage orienté dans le sens direct autour de Oz. **On admettra** que le champ magnétique est nul en tout point extérieur au solénoïde et que le champ magnétique à l'intérieur peut s'écrire $\vec{B} = B_z(\rho)\vec{e}_z$ .




1. En appliquant le théorème d'Ampère à un contour judicieusement choisi, démontrer **rapidement** que le champ magnétique créé par le solénoïde en un point M(ρ,φ, z) a pour valeur $\mu_0 nI$ pour $\rho \leq a$. Le champ est donc uniforme à l'intérieur du solénoïde.
2. Calculer le flux $\Phi_{sp}$ de B à travers une des spires de la bobine. Donner alors une expression pour le flux propre $\Phi_p$ de la bobine.
3. Déduire de $\Phi_p$ l'expression du coefficient d'inductance propre L de la bobine S en fonction de *n*, *l*, *a* et de la permittivité magnétique du vide $\mu_0$.

## III. Energie magnétique propre d'un solénoïde

Le solénoïde de longueur *l* et de rayon *a* (*l* >>*a*) comporte *n* spires par unité de longueur parcourues par un courant stationnaire d'intensité I.

1. Calculer son énergie magnétique $\xi_m$ propre à partir de la densité volumique d'énergie.
2. Retrouver l'expression du coefficient d'inductance propre L du solénoïde. **…/…**

## VI. Réflexion normale sur un conducteur plan parfait

Dans un référentiel orthonormé Oxyz, l'espace correspondant à z > 0 est occupé par un conducteur parfait. Dans l'espace vide correspondant à z < 0, une onde incidente, plane, progressive, monochromatique de pulsation $\omega$ et de vecteur d'onde $\mathbf{k}_i = k\,\mathbf{e}_z$ ($k > 0$) est caractérisée par son champ électrique complexe : $\underline{\mathbf{E}}_i = E_0 \exp i(kz - \omega t)\,\mathbf{e}_x$ où $E_0$ est réel. On admet que l'onde réfléchie est plane, progressive et monochromatique de pulsation $\omega$ et que le champ électrique complexe associé est : $\underline{\mathbf{E}}_r = \underline{\mathbf{E}}_{r,0} \exp i(-kz - \omega t)$ où $\underline{\mathbf{E}}_{r,0}$ est parallèle au plan z = 0.

1. Ecrire l'équation de continuité du champ électrique à la surface du conducteur. En déduire l'expression de $\underline{\mathbf{E}}_{r,0}$ dans la base ($\mathbf{e}_x$, $\mathbf{e}_y$, $\mathbf{e}_z$).
2. En déduire le champ électrique $\underline{\mathbf{E}}$ en un point M(x,y,z), résultant de la superposition des ondes incidente et réfléchie. Donner les composantes de $\mathbf{E}$.
3. Calculer $\underline{\mathbf{B}}$ associé à $\underline{\mathbf{E}}$ en un point M(x,y,z). Donner les composantes de $\mathbf{B}$.
4. Calculer le vecteur de Poynting et sa valeur moyenne sur une période $< \mathbf{R} >_T$.
5. Représenter en z = 0 et à un instant donné les vecteurs $\mathbf{E}_i$, $\mathbf{E}_r$, $\mathbf{B}_i$, $\mathbf{B}_r$, et les vecteurs $\mathbf{k}$ des ondes incidente et réfléchie $\mathbf{k}_i$ et $\mathbf{k}_r$ . Représenter à un instant donné les composantes de $\mathbf{E}$ et $\mathbf{B}$ en fonction de z dans l'intervalle $[-\lambda , 0]$ où $\lambda$ est la longueur d'onde. Préciser dans chaque cas la position des nœuds et des ventres.
6. Calculer le courant $\mathbf{J}_S$ à la surface du conducteur.