UNIVERSITE PAUL SABATIER
TOULOUSE III

Licence Physique Chimie et Applications
Mention physique
L2

année 2005/2006
septembre 2006

EXAMEN ELECTROMAGNETISME

2 heures

Calculettes et documents interdits.

Question 1 (de cours). Vecteurs B et A. Théorème d'Ampère.

1) Quelle différence fondamentale y a-t-il, entre le vecteur **B** (champ magnétique) et le vecteur **A** (potentiel vecteur) ? Expliquer la signification de cette différence quand on considère les symétries d'un problème.

2)
   a. On considère le cas de courants filiformes. Donner **la forme intégrale** du **théorème d'Ampère** qui lie **B** et I (intensité). Définir **brièvement** à l'aide d'un schéma la signification du théorème et la définition du sens positif pour I.
   b. On considère la généralisation à une distribution de courants volumiques. Donner **la forme intégrale** du **théorème d'Ampère** qui lie **B** et **J** (vecteur courant volumique). Définir **brièvement** à l'aide d'un schéma la signification du théorème et la définition du sens positif pour **J**.
   c. **Etablir** du résultat précédant la forme locale du théorème d'Ampère.

Exercice 2 : Champ magnétique créé par un fil rectiligne infini.

Soit un fil rectiligne infini porté par l'axe *Oz*. Ce fil est parcouru par un courant d'intensité I dans le sens z positif. On propose de calculer le champ magnétique **B** créé en un point M quelconque de l'espace.

1) Justifier l'utilisation des coordonnés cylindriques (ρ, φ, z) (*Une phrase suffit*).
2) Faire un schéma, en représentant en un point M quelconque la base ($\mathbf{e}_\rho$, $\mathbf{e}_\varphi$, $\mathbf{e}_z$)
3) Analyser les invariances afin de déterminer la ou les coordonnées dont dépend le champ, **B**. En considérant la symétrie de la distribution des courants prévoir la direction de ce champ (*justifier brièvement*).
4) Calculer avec **la forme intégrale** du **théorème d'Ampère** le champ magnétique **B** au point M. Expliquer brièvement le contour choisi pour le calcul en justifiant son choix.

Question 3 (de cours). Induction électromagnétique. Coefficients d'induction.

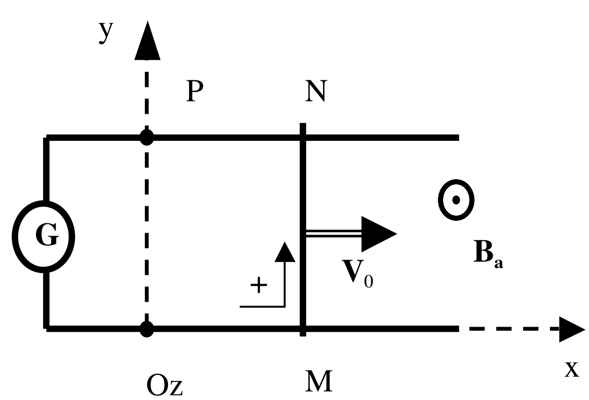
1) Préciser l'approximation des régimes quasi-stationnaires utilisée pour étudier le phénomène d'induction à des fréquences *industrielles*.
2) Que signifient les termes **induction mutuelle** M et **auto-induction** L ?
3) Définir en fonction des flux et courants appropriés :
    a. Le coefficient d'auto-induction (*self*).
    b. Le coefficient d'induction mutuelle entre **deux** conducteurs.

Exercice 4 : Fil rectiligne infini et bobine torique – inductance mutuelle

1) Calculer le coefficient d'inductance mutuelle M d'une bobine torique de rayon moyen R et d'un fil rectiligne infini placé suivant l'axe du tore. La bobine torique est constituée d'un enroulement continu de N spires de rayon a, régulièrement enroulées autour d'un tore de rayon moyen R de section circulaire de rayon a très faible devant R. On peut admettre alors que le champ B créé par le fil est constant à l'intérieur du tore et a comme valeur B(R). (Vous pouvez utiliser les résultats de l'exercice 2).
2) Le fil est alimenté avec un courant d'intensité $I = I_0$ = constante. Calculer la f.e.m induite dans le circuit fermé comprenant la bobine.
3) Le fil est alimenté avec un courant d'intensité $I = I_1 \sin \omega t$. Calculer la f.e.m induite dans le circuit fermé comprenant la bobine.
4) La bobine est alimentée avec un courant d'intensité $I = I_2 \sin \omega t$. Calculer la f.e.m induite dans le circuit fermé comprenant le fil rectiligne.

Exercice 5 : Barreau glissant sur des rails

Un barreau conducteur MN, placé perpendiculairement à deux longs rails conducteurs, parallèles et distants de L, peut glisser sans frottements sur ceux-ci. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique uniforme et stationnaire $\mathbf{B_a} = B\mathbf{e_z}$ $(B>0)$, perpendiculaire au plan des rails.



Les extrémités O et P des rails sont connectées à un galvanomètre G de résistance R. On négligera la résistance des rails et du barreau devant R, ainsi que le phénomène d'auto-induction devant celui d'induction dû à $\mathbf{B_a}$

On exerce une force sur le barreau pour que ce dernier se déplace à une vitesse constante $\mathbf{v}_0 = v_0\mathbf{e_x}$ $(v_0>0)$.

1) Calculer le champ électromoteur en un point du barreau animé de la vitesse v_0.
2) En déduire l'expression de la f.é.m e induite dans le circuit fermé comprenant le barreau mobile.
3) Retrouver ce résultat à partir (a) du flux coupé, puis (b) de la loi de Faraday.
4) Proposer un schéma électrique équivalent au circuit. En déduire l'expression de l'intensité i du courant induit dans le circuit, comptée algébriquement selon le sens indiqué sur la figure. Montrer que le sens de circulation du courant est conforme à la loi de Lenz.
5) Calculer la force F qu'il faut exercer sur le barreau pour maintenir la vitesse v_0.