UNIVERSITE
PAUL
SABATIER
TOULOUSE III

Licence Physique Chimie et Applications
Mention physique
L2

Année 2006/2007

Contrôle Continu d'électromagnétisme- Durée : 1h30

Sans documents – calculatrice autorisée

I.- Champ magnétique produit par une puis deux spires

A) Soit une spire de rayon R et d'axe Oz parcourue par un courant d'intensité I (figure 1).

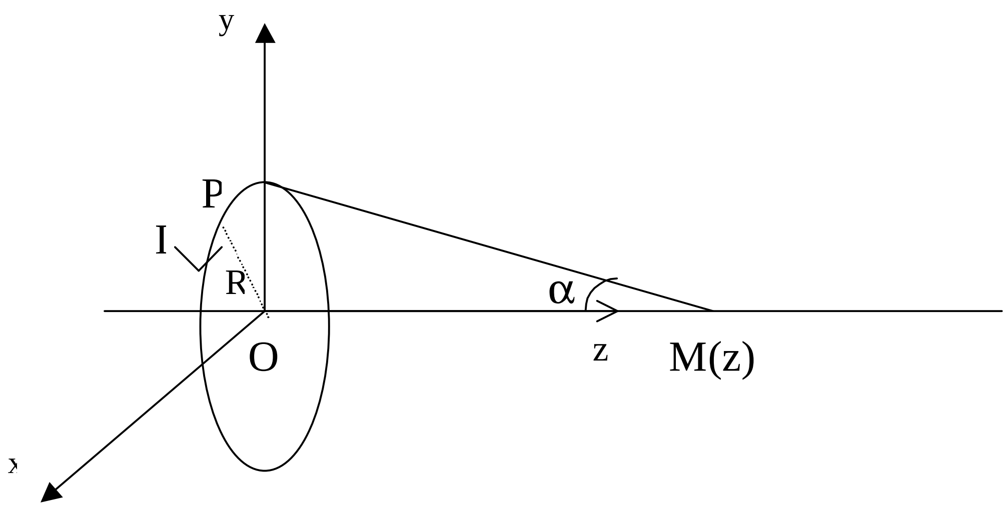
1) Etudier les symétries de cette distribution. En déduire la direction du champ magnétique **B**(M) en un point M quelconque de l'axe, à la distance z de l'origine.
2) B(z) désigne la projection de **B**(M) sur la direction définie à la question 1). Quelle relation peut-on prévoir a priori entre B(z) et B(-z) ? Justifier.
3) On montre que la projection du champ magnétostatique crée par la spire au point M a pour expression :

$$B(z) = \frac{\mu_0 I}{2R}\left(\frac{R^2}{R^2 + z^2}\right)^{\frac{3}{2}}$$

Que vaut $B_0 = B(O)$ au centre de la spire ?

4) On se place en un point M' hors de l'axe de la spire. Quel système de coordonnées utiliserait-on pour étudier le champ **B**(M') ? Par des considérations de symétrie, indiquer comment se projetterait le champ **B**(M') sur la base correspondante. Préciser en le justifiant de quelles variables il dépendrait. **On ne demande pas d'effectuer le calcul**.

Figure 1

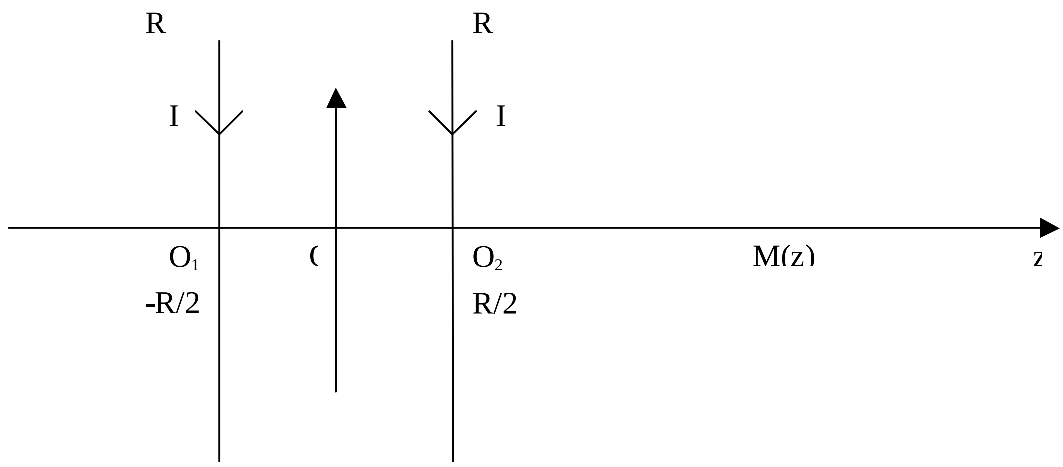


B) Deux bobines identiques à la précédente, de centres O_1 et O_2 et parcourues dans le même sens par un courant d'intensité I sont disposées sur le même axe Oz, O étant le milieu de O_1O_2.

O_1O_2 a la valeur R (figure 2). On se place en un point M à l'intérieur des bobines ($-\frac{R}{2} \leq z \leq \frac{R}{2}$).

1) Exprimer l'intensité du champ **B** au point M en fonction de $u=\frac{z}{R}$ et de B_0 (défini à la question A3).
2) Calculer **B** en fonction de B_0 pour u=0 (origine) et u=0.5 ou -0.5 (centre des bobines). Que remarque-t-on ? Quel peut être l'intérêt de ce dispositif, aussi appelé bobines de Helmholtz ?

Figure 2



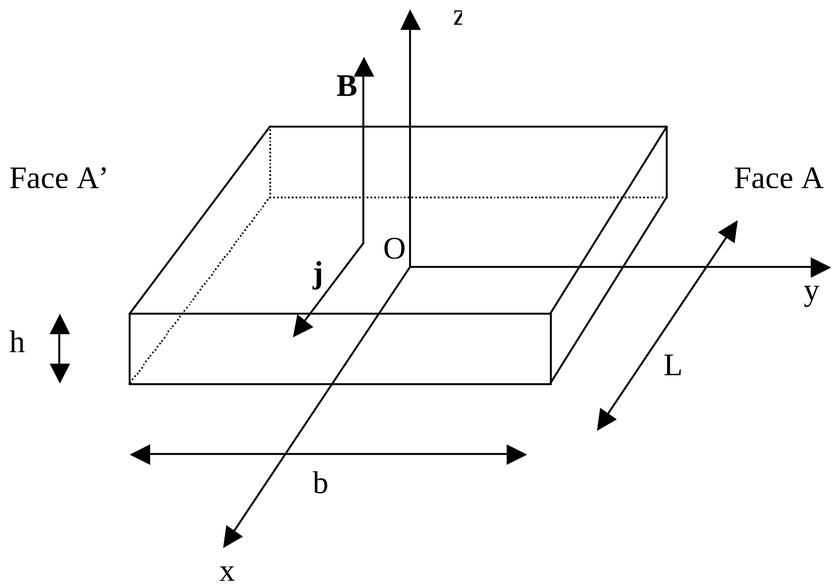
II.- Force de Lorentz et mesure du champ magnétique

On considère une plaquette parallélépipédique dont les dimensions sont : L=10 mm, b=5 mm, h=10 µm (figure 3).
La plaquette est parcourue par un courant continu d'intensité I uniforme réparti avec la densité volumique **j**=j $\mathbf{e}_x$. Elle est placée dans un champ magnétique uniforme extérieur **B**=B $\mathbf{e}_z$ avec B>0.
On néglige le champ magnétique crée par le courant I. On suppose qu'en présence du champ magnétique le vecteur densité de courant est toujours **j**. On se place en régime permanent.

La plaque est constituée d'un semi-conducteur de type N, donc les porteurs de charges libres majoritaires sont des électrons. Ils sont animés de la vitesse **v**, ont une masse m, une charge q et une densité volumique n (nombre de porteurs par unité de volume).

1) Exprimer la force magnétique $\mathbf{F}_m$ à laquelle est soumis un électron de la plaquette de la part du champ **B**.
2) Exprimer le vecteur vitesse **v** des porteurs dans la plaquette en fonction de **j**, n et q. En déduire une nouvelle expression pour la force magnétique en fonction de **j**, n et **B**.
3) Il y a accumulation des électrons sur la face A de la plaque; justifier. Il apparaît donc une différence de potentiel U et un champ électrique **E** entre les faces A et A'.
   Ecrire la force électrique $\mathbf{F}_e$ à laquelle est soumis un électron de la part du champ **E**.
   Lorsqu'on est en régime permanent, il y a équilibre des forces électrique et magnétique. En déduire l'expression du champ électrique **E** entre les faces de la plaquette dans ces conditions.
4) Calculer la différence de potentiel U=V (A')-V (A) qui apparaît entre les faces A et A' en fonction de **j**, b, n, q et du champ **B**.
5) Ecrire l'expression du courant I dans la plaque en fonction de **j**, b et h. En déduire que la différence de potentiel U peut se mettre sous la forme $U=\frac{kIB}{h}$ et exprimer la constante k en fonction de n et q. Justifier l'intérêt de ce dispositif dans la mesure des champs magnétiques.
6) La sensibilité du capteur étant définie par $s=\frac{U}{B}$, exprimer celle-ci en fonction de k, I et h.
   A.N. : $k= 3\ 10^{-4}\ m^3.C^{-1}$; I=0,20 A. Calculer la sensibilité de ce capteur.
   Pour un capteur donné, si on désire augmenter la sensibilité, sur quelle grandeur peut-on jouer et quel est l'inconvénient qui limite cette augmentation de la sensibilité ?

<u>Figure 3</u>


z
B
Face A'
Face A
O
j
y
h
L
b
x