

PHY 1441
ÉLECTROMAGNÉTISME
DEVOIR 5

Distribué le: 27 mars 2007

À remettre le: 10 avril 2007 avant 10:00 dans le casier à devoirs

Question 1

Considérons une boucle carrée de côté a dans laquelle circule un courant I ;

- (a) Calculez le champ magnétique le long d'une ligne perpendiculaire à la boucle, et la croisant en son centre.
 - (b) Vérifiez qu'à grande distance de la boucle, le long de cet "axe", le champ magnétique se réduit bien à celui d'un dipôle magnétique, avec le moment dipolaire approprié.
-

Question 2

Supposons qu'il existe des monopoles magnétiques, et que ceux-ci obéissent à une "Loi de Coulomb" de la forme:

$$\mathbf{F} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q_{m1}q_{m2}}{r^2} \hat{\mathbf{r}},$$

où q_{m1} et q_{m2} représente la "charge magnétique". Calculez le courant induit dans une boucle circulaire d'inductance L par le passage d'un tel monopole magnétique dans la boucle. (Ceci forme la base d'une technique expérimentale pour la recherche des monopoles magnétiques).

Question 3

Un très long fil rectiligne dans lequel passe un courant I se trouve dans le plan d'une boucle carrée de côté a , à une distance r de la boucle (voir Figure 1).

- (a) Déterminez le flux magnétique à travers la boucle.
 - (b) Supposez maintenant que la boucle s'éloigne du fil à une vitesse \mathbf{v} , perpendiculairement au fil. Calculez la force électromotrice induite dans la boucle.
 - (c) Si la boucle a une résistance R , le courant I' induit par la force électromotrice calculée en (b) sera donné par la Loi d'Ohm: $I' = \mathcal{E}/R$; Calculez et comparez la puissance dissipée dans la résistance au travail requis pour déplacer la boucle. Comment interprétez-vous votre résultat?
 - (d) Recalculez les quantités en (a)–(c), cette fois pour une boucle carrée se déplaçant parallèlement au fil à vitesse \mathbf{v} .
-

Question 4

Considérons un système de trois petite boucles circulaires de rayon a , de moment dipolaire μ égaux, positionnées le long d'une ligne droite à distances égales d ($d \gg a$; voir Figure 2).

- (a) Calculez le travail requis pour faire pivoter le dipôle 1 de 180° , en gardant l'orientation des dipôles 2 et 3 fixes;

FIGURE 1

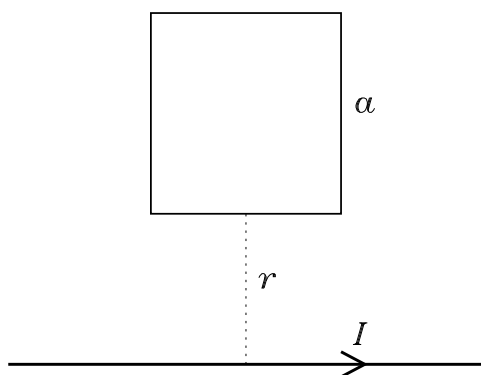


FIGURE 2

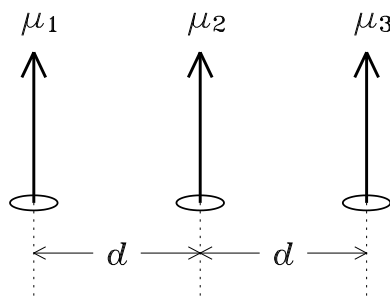
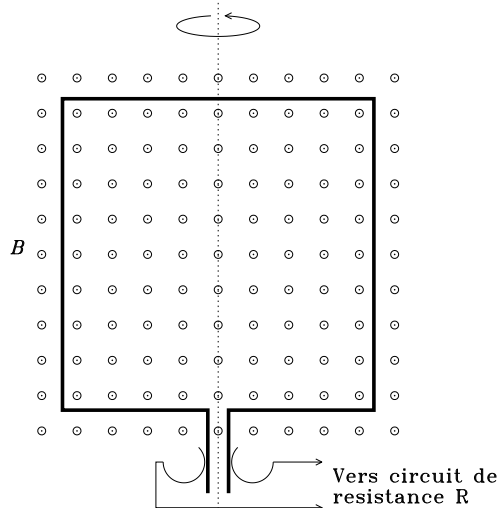


Figure 3



- (b) Gardant le dipôle 1 dans sa nouvelle position, calculez maintenant le travail requis pour faire pivoter le dipôle 2, en gardant toujours le 3 dans sa position initiale;
- (c) Calculez finalement le travail requis pour faire pivoter le dipôle 3, en gardant les dipôles 1 et 2 dans leur nouvelles positions inversées;
- (d) Finalement, quel est le travail total requis pour effectuer les trois rotations en (a)—(c)?
- (e) Dans quelle configuration(s) (e.g., $\uparrow \uparrow \uparrow$, $\uparrow \uparrow \downarrow$, etc) l'énergie d'interaction mutuelle est-elle minimisée?

Question 5

Considérons une boucle carrée (cotés de longueur a) pivotant à vitesse angulaire Ω par rapport à un axe vertical bisectant la boucle (voir Figure 3). La boucle est reliée à un circuit extérieur de résistance R via des contacts mobiles qui permettent la rotation de la boucle autour de son axe. La boucle baigne dans un champ magnétique uniforme pointant dans la direction perpendiculaire au plan de la page. Calculez le courant électrique I s'écoulant dans la boucle et le circuit, en fonction des variables du problème (vous pouvez négliger la self-inductance du circuit).