

PHYS-F205 - Electricité et magnétisme

Séance 4 - Magnétisme

April 21, 2011

1 Exercices

21.5) Un éclair transporte couramment un courant maximum de 20 kA. Quel est le champ magnétique maximum qu'il produit à 1,0 m ?

21.11) Un faisceau de protons décrit une orbite presque circulaire de diamètre 20 cm dans un champ magnétique extérieur, B , normal à l'orbite. Déterminez le champ magnétique produit par le faisceau de protons au centre de l'orbite si son intensité est de 0,10 mA.

21.15) Un solénoïde rempli d'air a 100 tours par centimètre de longueur et une résistance totale de 60Ω . Quel sera le champ magnétique près de son milieu, si on le branche à une batterie de 12 V ?

21.21) Un fil de niobium supraconducteur redevient conducteur normal si le champ magnétique à sa surface dépasse 0,100 T. Supposons que le fil a un diamètre de 2,00 mm. Quel est le courant critique, c'est-à-dire le courant maximum que le fil peut transporter sans qu'il perde sa supraconductivité ?

21.25) Un long fil vertical et rectiligne porte un courant ascendant de 15 A. Une petite boussole horizontale est placée à 10 cm au nord du fil. En ce point, le champ magnétique terrestre a une composante horizontale de $0,50 \times 10^{-4}$ T dirigée vers le nord. Déterminez la direction d'équilibre de l'aiguille de la boussole.

21.31) La Fig. P31 montre une bobine en forme de tore de N tours, transportant un courant d'intensité I . Déterminez le champ magnétique à l'intérieur de la bobine si le fil est enroulé autour d'un tore en matériau diamagnétique. Comment varie-t-il avec la position ? Quelle est la relation entre le champ magnétique à l'intérieur de cette bobine et celui d'un conducteur rectiligne ? Discutez comment vous pourriez déterminer la valeur du champ magnétique à partir de la figure 21.16 du Hecht si le fil est enroulé autour d'un noyau de fer doux recuit.

21.39) Utilisez la loi de Biot et Savart pour déterminer le champ magnétique en un point P sur l'axe d'une spire circulaire de rayon R , portant un courant I dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (voir Fig. P39). Discutez la forme approchée de l'expression du champ à grande distance de la spire.

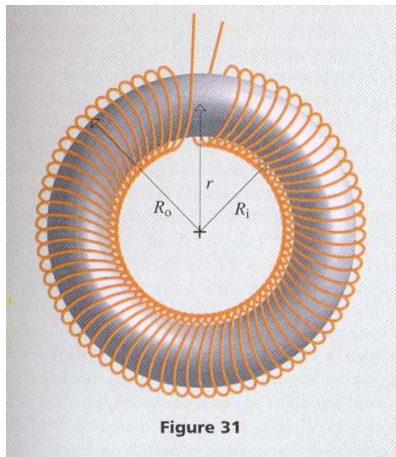


Figure 31

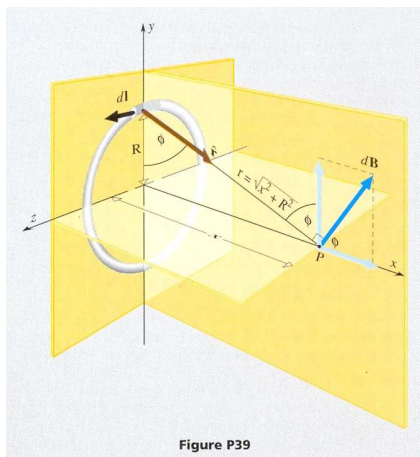
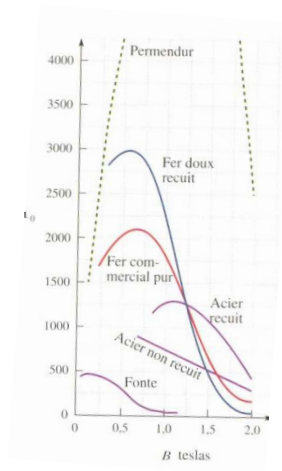


Figure P39

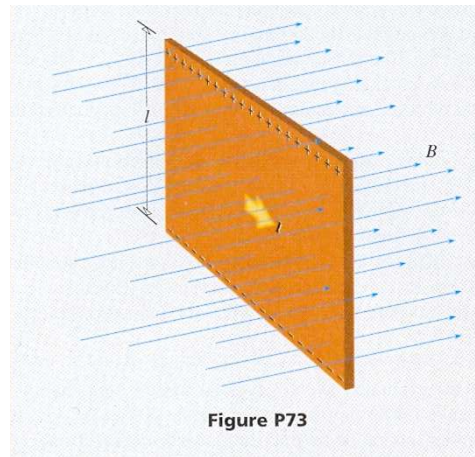


Figure P73

21.52, 53 et 54) Montrez que $1 \text{ T} = 1 \text{ kg/C.s} = 1 \text{ V.s/m}^2 = 1 \text{ N/A.m}$.

21.57) Un faisceau composé de protons de diverses vitesses entre dans une région où existent un champ électrique et un champ magnétique perpendiculaires l'un à l'autre et à la direction du faisceau. Montrez que seules les particules qui ont une vitesse $v = E/B$ ne subissent aucune déviation. Un tel dispositif est appelé sélecteur de vitesse.

21.63) Un fil rectiligne porte un courant de 6,0 A et forme un angle $31,2^\circ$ avec un champ magnétique uniforme de 0,01 T. Quelle est la force subie par un segment de 1,0 cm de ce fil ?

21.65) Une bobine plate et circulaire de 20 tours a une aire de $1,3 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. Elle porte un courant de 1,5 A. Son axe forme un angle de 32° avec un champ magnétique de 0,90 T. Quel est le moment de force qu'elle subit ?

21.73) Le physicien américain E.H.Hall a découvert en 1879 que, si une plaque conductrice de largeur l porte un courant et si elle est soumise à un champ magnétique qui lui est perpendiculaire, une différence de potentiel U apparaît entre les bords de la plaque

parallèles au courant (Fig.P73). Montrez que:

$$U = vBl,$$

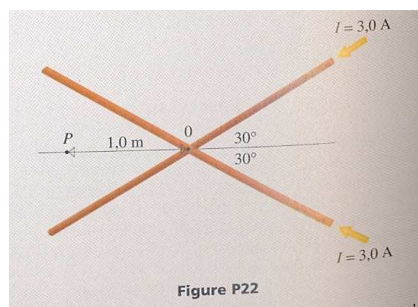
où v est la vitesse moyenne des charges mobiles dans la plaque. La sonde à effet Hall est un magnétomètre très fréquemment utilisé. Quelle est la différence à prévoir entre une plaque de cuivre (charges mobiles = électrons) et un semiconducteur dopé de type p (charges mobiles = trous de charge positive) ?

21.82) Une particule de charge positive q et de masse m est accélérée par une différence de potentiel V . Elle pénètre ensuite dans un champ magnétique uniforme B , et y décrit une trajectoire circulaire de rayon R . Ecrire une expression de R en fonction de V , B , et m/q . La dernière quantité est le rapport de la masse à la charge. Un spectromètre moderne permet de mesurer directement R et de déterminer m avec une précision relative de $1/10^7$.

2 Travaux personnels

21.17) Etablir l'expression du champ magnétique au centre d'une spire circulaire de rayon R portant un courant d'intensité I .

21.22) Deux longs fils où circulent des courants sont représentés dans la Fig. P22. Quelle est la valeur du champ magnétique en un point P , situé à 1,0 m, du point de croisement ?



21.23) Comme suite au problème 22, que devient le module du champ B en P , si l'on inverse le sens de l'un des courants ?

21.33) Suite à l'exercice 31, utilisez la loi d'Ampère pour montrer que le champ est entièrement confiné à l'intérieur de la bobine.

21.60) Un fil de longueur 10 m est monté horizontalement et il porte un courant de 10 A dirigé d'ouest en est. En supposant que le champ magnétique terrestre à cet endroit est horizontal et dirigé vers le nord, avec un module de $0,5 \times 10^{-4}$ T, quel est le module de la force qui s'exerce sur le fil ?

21.69) Un atome d'hélium doublement ionisé (c'est-à-dire ayant perdu ses deux électrons), de masse de $6,7 \times 10^{-27}$ kg, est accéléré par une différence de potentiel de 10 kV. Il entre

alors dans une région de champ magnétique uniforme de 1,5 T perpendiculaire à sa vitesse. Quelle sera sa trajectoire dans ce champ ?

21.72) Un proton se déplace près de la surface du soleil à la vitesse de $0,15c$. Il traverse une région de champ magnétique localement uniforme de 0,12 T à un angle de 25° . Quel est le rayon de son orbite hélicoïdale? [Suggestion: les vitesses v_{\parallel} et v_{\perp} peuvent être considérées séparément]

21.77) Dans un galvanomètre à cadre mobile, la bobine de N tours est soumise à un champ B radial dirigé vers l'axe de rotation du cadre. Comment varie le moment de force sur cette bobine si l'intensité du courant diminue de 25% ?

21.78) Une spire circulaire de rayon 10 cm est suspendue à un fil de torsion de façon que son plan soit parallèle au champ magnétique uniforme d'un puissant électroaimant. Si la spire transporte un courant de 5,0 A, elle est soumise à un moment de force de 0,100 N.m. Quel est le module du champ magnétique ?