

**PHYSQ 126 LEC B1: Fluides, champs et radiation (hiver 2005)**

**Examen final:** mercredi 27 avril 2005, de 9 h à midi

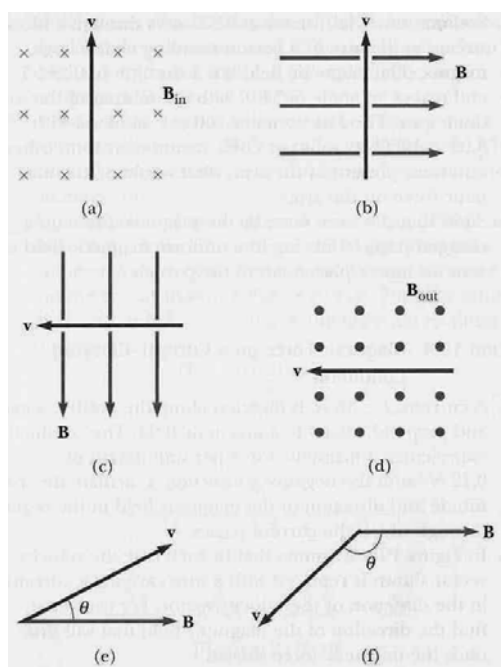
**Professeur:** Marc de Montigny

**Matériel:** aide-mémoire (fourni) et calculatrice

**Remarque:** Le maximum est de 40 points sur les 45 points disponibles.

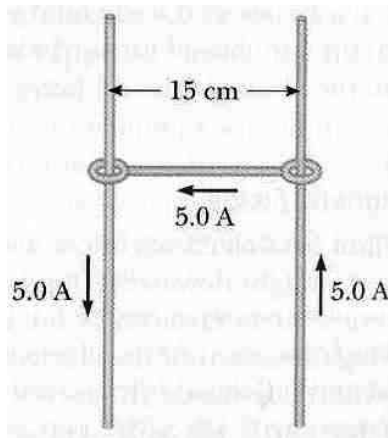
**Question 1. (Maximum de 3.0 points) *Champ magnétique.***

Indiquez la direction de la force subie par un électron se déplaçant dans un champ magnétique tel qu'illustré aux figures ci-dessous, où  $\mathbf{v}$  est la vitesse de l'électron et  $\mathbf{B}$ , le champ magnétique.



**Question 2. (Maximum de 2.0 points) *Force sur un courant.***

Une tige conductrice horizontale de longueur 15 cm est libre de se déplacer verticalement le long de deux tiges conductrices. Si un courant de 5 A circule dans le sens indiqué à la figure ci-dessous et que la tige horizontale a une masse de 15 grammes, trouvez la grandeur et la direction du champ magnétique minimum requis pour faire bouger la tige vers le haut. Négligez la friction le long des deux tiges verticales.



**Question 3. (Maximum de 5.5 points)** *Moment magnétique dipolaire et moment de force sur une boucle de courant.*

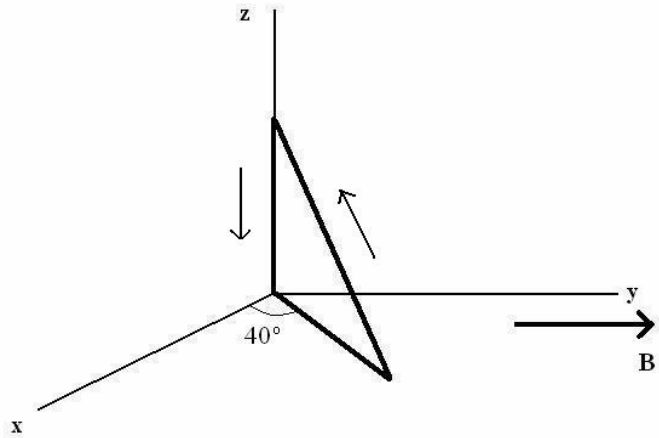
La figure ci-dessous représente une bobine triangulaire de hauteur 15 cm et de base 25 cm. Elle contient 20 enroulements. Un courant de 10 A circule dans le sens indiqué par les flèches.

(a) Quel est moment magnétique (c.-à-d. grandeur et direction) de la bobine?

Si la bobine est plongée dans un champ magnétique de 0.75 Tesla dirigé vers les  $y$  positifs,

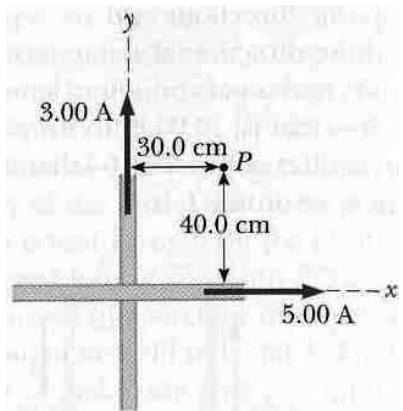
(b) quelle est l'intensité du moment de force agissant sur la boucle, et

(c) dans quelle direction la boucle aura-t-elle tendance à tourner, c.-à-d. l'angle, initialement de  $40^\circ$ , va-t-il tendre à augmenter ou à diminuer? Expliquez brièvement.



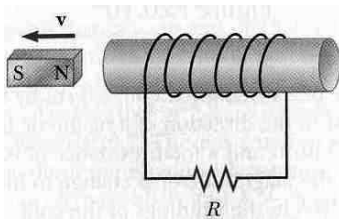
**Question 4. (Maximum de 3.5 points) Loi d'Ampère.**

Deux longues tiges conductrices se croisent à angle droit, tel qu'illustré ci-dessous. Trouvez la grandeur et la direction du champ magnétique total créé par ces deux fils au point  $P$ , situé dans le plan des fils.

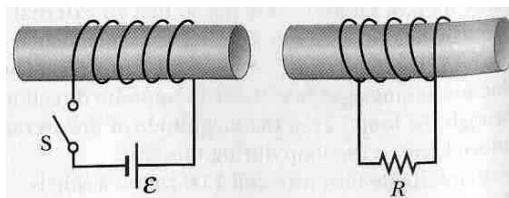


**Question 5. (Maximum de 5.0 points) Loi de Lenz.**

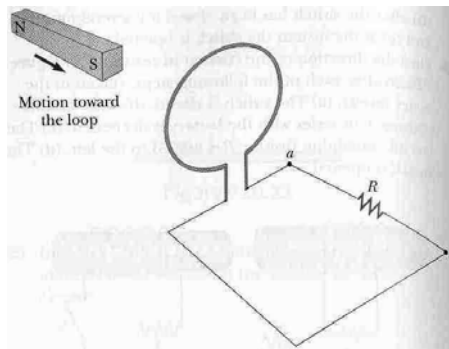
(a) À la figure ci-dessous, dans quelle direction le courant circule-t-il dans la résistance  $R$  si l'aimant se déplace vers la gauche?



(b) Trouvez la direction du courant dans la résistance  $R$  ci-dessous: (1) au moment où l'interrupteur  $S$  est branché; (2) après que  $S$  ait été fermé pendant quelques minutes; (3) à l'instant où  $S$  est ouvert de nouveau.



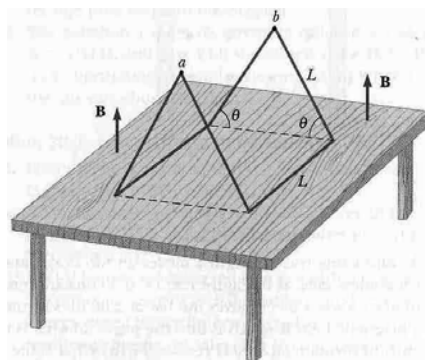
(c) Au moment où l'aimant ci-dessous s'approche de la boucle, est-ce que la différence de potentiel  $V_a - V_b$  est positive, négative ou nulle?



**Question 6. (Maximum de 5.0 points)** *Induction et loi de Faraday-Lenz.*

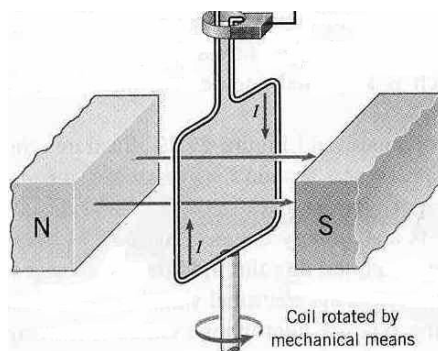
Un fil conducteur est plié en forme de tente, avec  $\theta = 60^\circ$  et  $L = 1.5$  m, et plongé dans un champ magnétique uniforme de 0.30 Tesla dirigé vers le haut. (a) Si l'on pousse sur les points  $a$  et  $b$  vers le bas, de façon à aplatir la tente sur le sol en 0.10 s, quelle est la force électromotrice moyenne induite

dans le fil pendant ce temps? (b) Vu du haut, le courant induit circule-t-il dans le sens horaire ou anti-horaire?



**Question 7. (Maximum de 2.0 points) Générateur électrique.**

Une bobine d'aire  $0.10 \text{ m}^2$  tourne à  $60 \text{ tr/s}$  avec son axe de rotation perpendiculaire à un champ magnétique de  $0.20 \text{ Tesla}$ . (a) S'il y a  $1000$  enroulements dans la bobine, quel est le voltage maximum induit dans la bobine? (b) Pour quelle orientation du plan de la bobine par rapport au champ magnétique le voltage induit passe-t-il par sa valeur maximale?



**Question 8. (Maximum de 3.0 points) Moteur électrique et force contre-électromotrice.**

La vitesse angulaire normale d'un moteur est  $\omega = 1000 \text{ rad/s}$ . Mis sous une tension de  $120 \text{ V}$ , ce moteur requiert alors un courant de  $3 \text{ A}$ . (a) Sachant qu'un courant de  $30 \text{ A}$  est requis lorsque le moteur vient juste d'être mis en marche, calculez la résistance associée au moteur. (b) Quelle est la valeur de la force contre-électromotrice  $\mathcal{E}_{\text{back}}$  du moteur en mode normal d'opération?

(c) Le moteur tire combien de courant lorsque sa vitesse angulaire vaut  $\omega = 600 \text{ rad/s}$ ?

**Question 9. (Maximum de 4.0 points)** *Inductance mutuelle.*

Deux bobines sont enroulées autour du même axe, la bobine 2 (rayon  $R_2 = 3 \text{ mm}$ ) étant située à l'intérieur de la bobine 1 (rayon  $R_1 = 1.2 \text{ cm}$ ). La bobine 1 est un solénoïde ayant une densité de  $n_1 = 15$  enroulements par cm. La bobine 2 est une boucle comptant  $N_2 = 8$  tours. (a) Exprimez l'inductance mutuelle  $M$  pour le flux dans la bobine 2 dû au courant dans la bobine 1, en fonction de  $\mu_0$ ,  $n_1$ ,  $N_2$ ,  $R_1$  et  $R_2$ . (b) Calculez la valeur numérique de  $M$ .

**Question 10. (Maximum de 2.0 points)** *Transformateurs.*

Supposez que la puissance requise pour faire fonctionner le tube cathodique d'une télévision soit de 95 Watts et provienne de la bobine secondaire d'un transformateur. Un courant de 5.3 mA circule dans la bobine secondaire et la bobine primaire est branchée à une tension de 120 V. Quel est le rapport du nombre d'enroulements de la bobine secondaire à la bobine primaire  $\frac{N_S}{N_P}$ ?

**Question 11. (Maximum de 2.5 points)** *Énergie de liaison nucléaire.*

Soit l'isotope de carbone  $^{12}_6\text{C}$ . (a) Combien d'électrons contient un atome neutre de cet isotope? (b) Combien de neutrons compte l'isotope? (c) Calculez l'énergie de liaison en MeV, sachant que

$$m_p = 1.007825 \text{ u}, \quad m_n = 1.008665 \text{ u}, \quad m_{^{12}_6\text{C}} = 12 \text{ u}.$$

(d) Que vaut l'énergie de liaison par nucléon, en MeV?

**Question 12. (Maximum de 3.5 points)** *Radioactivité.*

Le 19 septembre 1991, un touriste allemand fit la découverte du *Iceman*, aussi appelé *Ötzi*, dans les Alpes tyroliennes de la frontière Autriche-Italie. Supposez que la matière constituant les restes (figure ci-dessous) avait une activité de carbone 14 égale à 0.121 Bq par gramme de carbone au moment de la découverte. Sachant que l'activité de carbone 14 chez un être vivant est de 0.23 Bq par gramme de carbone et que la demi-vie du  $^{14}\text{C}$  est de 5730 années, déterminez l'âge du spécimen.



**Question 13. (Maximum de 4.0 points) Dosimétrie.**

Pour traiter une tumeur de 170 grammes, on la bombarde d'un faisceau de particules ayant chacune une énergie de 130 MeV, au rythme de  $9.2 \times 10^7$  particules par seconde. Si le taux d'impact biologique (i.e. *relative biological effectiveness*, RBE) est égal à 14, pendant combien de temps la tumeur doit-elle être exposée à la radiation pour que la dose biologique équivalente soit de 180 rem?

**Bonnes vacances!**

