

Exercice 2 (7 points)

Deux charges ponctuelles q_1 et q_2 sont fixées aux points A et B tels que $OA = OB = a/2$ (voir figure 3).

- Déterminer le champ électrique \vec{E}_M créé par ces charges au point M en fonction de q , a et $K = 1/4\pi\epsilon_0$. On donne $q_1 = q$, $q_2 = 3q/4$ et $OM = r = 3a/2$.
- On libère la charge q_2 sans vitesse initiale. Déterminer son énergie cinétique au point M en fonction de q , a et K .

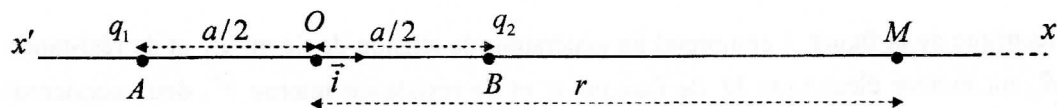


Figure 3

- On suppose que les charges q_1 et q_2 forment un dipôle électrique de moment dipolaire $\vec{p} = qa\vec{i}$, où $q_1 = -q$ et $q_2 = q$ ($q > 0$). Dans l'approximation $r \gg a$, un dipôle électrique $(-q, q)$ situé au point O crée en tout point M sur l'axe $x'Ox$, un champ électrique $\vec{E}_M = 2K\vec{p}/r^3$ où $OM = r$. On considère trois dipôles identiques $(-q, q)$ distants de $r \gg a$ (voir figure 4).

- Déterminer le champ électrique \vec{E}_O créé par les dipôles \vec{p}_1 et \vec{p}_2 au point O en fonction de \vec{p} , r et K .
- En déduire la valeur de l'énergie potentielle E_{pO} du dipôle \vec{p}_0 soumis au champ \vec{E}_O . On donne $p = 10^{-30} \text{ Cm}$, $K = 910^9 \text{ USI}$ et $r = 10^{-10} \text{ m}$.
- Déterminer l'expression de la force exercée par le dipôle \vec{p}_1 sur le dipôle \vec{p}_0 en fonction de q , a , r et K . L'interaction entre les dipôles est-elle attractive ou répulsive ? Justifier votre réponse.

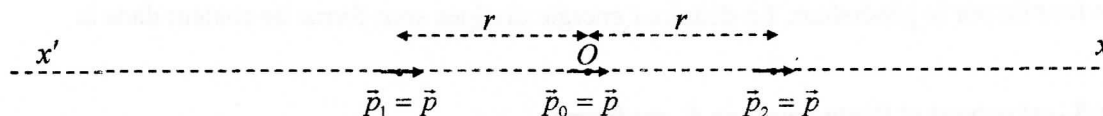


Figure 4

Exercice 3 (3 points)

La figure 5a représente dans le plan (Ox, Oy) vertical, un long fil parcouru par un courant d'intensité I_1 et une spire rectangulaire rigide $ABCD$, parcourue par un courant d'intensité I_2 . Le fil crée en un point M de l'espace un champ magnétique $\vec{B}_1 = -\frac{\mu_0 I_1}{2\pi y} \vec{k}$ où y est la distance entre M et le fil.

- Le fil et la spire sont fixes et la somme des forces magnétiques (de Laplace) qui s'exercent sur la spire est $\vec{F} = \vec{F}_{AB} + \vec{F}_{CD}$ où \vec{F}_{AB} et \vec{F}_{CD} sont les forces qui s'appliquent sur les côtés AB et CD , respectivement. Déterminer l'expression de \vec{F} en fonction de a , b , d , μ_0 , I_1 et I_2 .
- On considère une bobine plate constituée de N spires $ABCD$ de masse négligeable. On la fixe à une masse m (voir figure 5b). On suppose que le système masse-bobine est en équilibre dans le plan (Ox, Oy) sous l'effet de son poids et de la force magnétique. Calculer la masse m sachant que $I_1 = 100 \text{ A}$, $I_2 = 100 \text{ A}$, $a = 15 \text{ m}$, $b = 0,2 \text{ m}$, $d = 0,01 \text{ m}$, $N = 5000$ et $g = 10 \text{ m/s}^2$. On donne $\mu_0/4\pi = 10^{-7} \text{ USI}$.

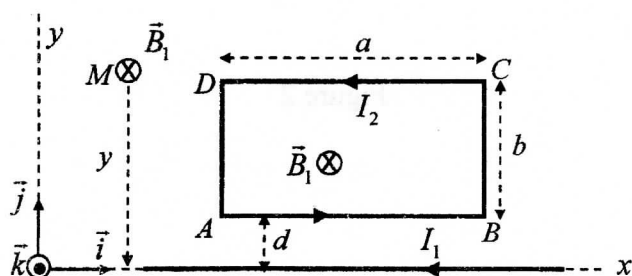


Figure 5a

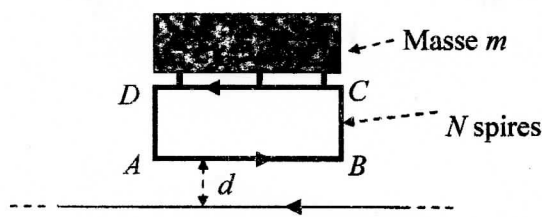


Figure 5b