

# Électromagnétisme pour la Chimie

## Contrôle continu

Vendredi 22 novembre 2013

Pas de documents - calculatrices *collège* autorisées

Le candidat veillera à écrire lisiblement, soigner la rédaction de sa copie, faire des schémas clairs, mentionner le nom des théorèmes et lois utilisés, définir les grandeurs introduites et préciser leur unité. On utilisera pour valeurs numériques  $\varepsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi}$  F/m et  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  H/m.

### A - Système de trois charges ponctuelles

On considère trois charges ponctuelles placées aux sommets d'un triangle équilatéral de côté  $a$ . Le sommet  $A$  porte une charge  $2q > 0$  et les sommets  $B$  et  $C$  une charge  $-q$ .

- (2 points) Déterminer les positions  $P$  et  $N$  des barycentres des charges positives et négatives, et la distance  $d$  qui les sépare.
- (2 points) En déduire l'amplitude  $p$  du vecteur moment dipolaire électrique ainsi que sa direction et son sens.
- (2 points) Donner l'expression des potentiels  $V_A(C)$  et  $V_B(C)$  créés au point  $C$  par les charges en  $A$  et  $B$ . On utilise comme référence le potentiel nul à l'infini.
- (2 points) En déduire l'énergie de liaison  $\mathcal{E}_\ell$  pour la charge en  $C$ , égale au travail à fournir pour déplacer cette charge depuis  $C$  jusqu'à l'infini.
- (2 points (bonus)) Faire les applications numériques pour  $a = 1$  cm et  $q = 1$   $\mu$ C.

### B - Quatre cables électriques parallèles

Quatre cables électriques rectilignes infinis de rayon  $a$  et parcourus par des courants d'intensité  $I$  sont placés en carré de côté  $c > 2a$ .

- (2 points) Préciser l'unité de l'intensité du courant  $I$  et l'expression de la section  $S$  d'un cable en fonction de  $a$ . En supposant le courant uniformément répartie sur la section, donner l'expression de la densité volumique de courant  $j$  et son unité.
- (2 points) Énoncer le théorème d'Ampère, et en déduire l'amplitude  $B$  du champ magnétique créé par un cable électrique à une distance  $r > a$  de son axe.

3. (3 points) Pour les trois cas suivants, représenter sur un schéma les quatre vecteurs champ magnétique au centre des fils.



4. (2 points (bonus)) Calculer  $j$ , et  $B$  au centre des fils pour  $I = 10 \text{ A}$ ,  $a = 2 \text{ mm}$  et  $c = 1 \text{ cm}$ .

## C - Propagation

Un générateur produit dans un circuit électrique une onde de telle sorte que le courant soit sinusoïdal d'intensité  $i(x,t) = I_0 \sin(\omega t - kx)$  à l'instant  $t$  et à la position  $x$  du circuit.

- (2 points) Préciser l'unité de la pulsation  $\omega$  et du nombre d'onde  $k$ , et les relier à la période  $T$ , à la longueur d'onde  $\lambda$  et à la célérité  $v$  de l'onde.
- (2 points) Donner la condition nécessaire sur la longueur  $L$  du circuit pour pouvoir supposer que l'intensité à un instant  $t$  donné est la même en tout point du circuit.
- (1 point) Le circuit crée un champ magnétique; calculer le retard à la propagation  $t_p$  à une distance  $r \gg \lambda$  du circuit.
- (2 points (bonus)) Calculer  $T$ ,  $k$  et  $t_p$  pour  $\lambda = 30 \text{ cm}$ ,  $v = 1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$  la vitesse de la lumière dans le vide et  $r = 500 \text{ m}$ .