

Électromagnétisme – contrôle continu 1

Lundi 7 octobre 2013

Pas de documents - calculatrices *collège* autorisées - durée 1h30

Les vecteurs sont notés en **gras** et les autres grandeurs en *italique*. Le candidat veillera à écrire lisiblement, soigner la rédaction de sa copie, faire des schémas clairs, préciser les unités des grandeurs et indiquer les vecteurs par une flèche surmontant leur symbole. On utilisera pour valeurs numériques $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ SI pour la constante de Coulomb, et $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C et $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg pour l'électron.

A - Question de cours

Donner l'expression de la force de Coulomb s'exerçant sur deux charges ponctuelles au repos, et préciser son amplitude, sa direction et son sens. Définir toutes les grandeurs introduites.

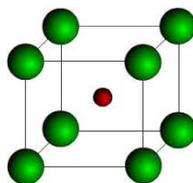
B - Exercices

- On considère une charge $q = 20$ nC positionnée au point M . Cette charge interagit avec trois autres, qui créent en M des champ électriques

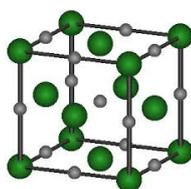
$$\mathbf{E}_1 = \begin{pmatrix} -13 \text{ V/m} \\ 47 \text{ V/m} \\ 39 \text{ V/m} \end{pmatrix} \quad \mathbf{E}_2 = \begin{pmatrix} 27 \text{ V/m} \\ 77 \text{ V/m} \\ -23 \text{ V/m} \end{pmatrix} \quad \mathbf{E}_3 = \begin{pmatrix} -14 \text{ V/m} \\ -24 \text{ V/m} \\ -16 \text{ V/m} \end{pmatrix}$$

dans un système de coordonnées cartésiennes. Calculer le vecteur résultante des forces de Coulomb qui s'exercent sur q , et donner son amplitude, sa direction et son sens.

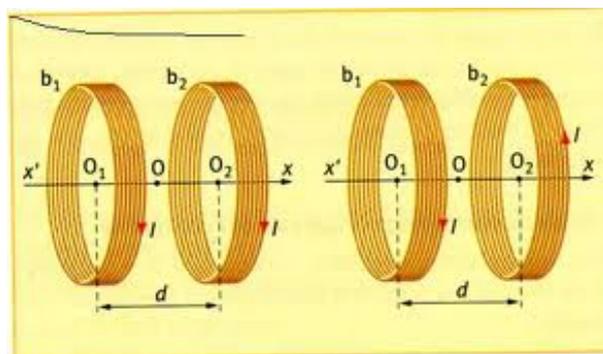
- Le chlorure de césium cristallise pour former un système cubique centré. Dans un cristal au repos, chaque ion césium Cs^+ est positionné au centre d'un cube de côté $a = 205$ pm formé par 8 ions Cl^- . Quelle est la résultante des forces de Coulomb qui s'exerce sur chaque ion césium ? sur chaque ion chlorure ?



- Même question pour un cristal de chlorure de sodium, un système cubique face centrée de paramètre de maille $a = 256$ pm ?



4. Trois petites boules de charges $Q_1 = 10 \text{ nC}$, $Q_2 = 20 \text{ nC}$ et $Q_3 = 30 \text{ nC}$ sont placées sur un plan aux points P_1 , P_2 et P_3 de coordonnées $(x_1 = 8 \text{ mm}, y_1 = 6 \text{ mm})$, $(x_2 = 4 \text{ mm}, y_2 = -2 \text{ mm})$ et $(x_3 = -6 \text{ mm}, y_3 = 5 \text{ mm})$. Calculer les trois distances OP_1 , OP_2 et OP_3 .
5. Calculer les trois forces de Coulomb \mathbf{F}_1 , \mathbf{F}_2 et \mathbf{F}_3 exercées sur une charge $Q = 25 \text{ nC}$ placée à l'origine O du plan.
6. Calculer enfin leur résultante \mathbf{F} .
7. Quelle est l'accélération d'un électron dans un champ électrique de 100 kV/m ?
8. Un électron est accéléré dans un canon à électron par une différence de potentiel de $U = 200 \text{ V}$. Calculer l'énergie apportée à l'électron (égale en valeur absolue au travail de la force de Coulomb). En déduire sa vitesse v_s en sortie du canon s'il y est entrée avec une vitesse de $v_e = 100 \text{ m/s}$.
9. A partir de quelle tension accélératrice U la vitesse de sortie devient-elle relativiste?
10. Donner l'amplitude maximale de la force magnétique subie par un électron de vitesse 500 m/s dans un champ magnétique de 200 mT .
11. Un électron plongé dans un champ magnétique suit une trajectoire circulaire uniforme, de rayon $R = 20 \text{ mm}$ et de période $T = 20 \text{ ns}$. Calculer la vitesse v de l'électron et, sachant que l'accélération vaut $a = v^2/R$, l'amplitude B du champ magnétique.
12. Calculer le travail de la force magnétique sur un tour.
13. Le vecteur vitesse de l'électron n'est plus orthogonal au champ magnétique. Quel est alors le mouvement de l'électron?
14. On considère deux bobines plates à spires circulaires de nombres de spire $N_1 = 100$ et $N_2 = 500$, de rayons $R_1 = 75 \text{ mm}$ et $R_2 = 40 \text{ mm}$, traversées par des courants $I_1 = 20 \text{ mA}$ et $I_2 = 25 \text{ mA}$. Calculer la valeurs des moments dipolaires magnétiques m_1 et m_2 des deux bobines.
15. On considère deux bobines plates à spires circulaires identiques.



Faire deux schémas, le premier pour le cas où les deux courants sont dans le même sens et le second pour le cas où les courants sont en sens opposés. Y porter le vecteur moment dipolaire magnétique des bobines. Indiquer dans quel cas les bobines s'attirent et dans quel cas elles se repoussent.