Électromagnétisme – contrôle continu 1
Correction

Lundi 20 octobre 2014

Pas de documents - calculatrices *collège* autorisées et même recommandées - durée 2h

Le candidat veillera à écrire lisiblement, soigner la rédaction de sa copie, préciser les unités des grandeurs et indiquer les vecteurs par une flèche surmontant leur symbole.

A - Interactions fondamentales

Suivant le modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène, l'électron décrit autour du proton une orbite circulaire de rayon $r_0 = 53\,\text{pm} = 5{,}3 \cdot 10^{-11}\,\text{m}$. On donne la masse de l'éclectron $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\,\text{kg}$, celle du proton $m_p = 1{,}7 \cdot 10^{-27}\,\text{kg}$ et la valeur du quantum de charge $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,\text{C}$. Calculer :

1. l'amplitude $F_g = G\frac{m_e m_p}{r^2}$ de la force gravitationnelle, avec $G = 6{,}7\ 10^{-11}\,\text{Nm}^2/\text{kg}^2$,

$$F_g = 3{,}7 \cdot 10^{-47}\,\text{N}$$

2. le poids $P_e = m_e g$ de l'électron et celui $P_p = m_p g$ du proton, avec $g = 9{,}8\,\text{N/kg}$,

$$P_e = 8{,}9 \cdot 10^{-30}\,\text{N} \qquad P_p = 1{,}7 \cdot 10^{-26}\,\text{N}$$

3. l'amplitude $F_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|q_e q_p|}{r^2}$ de la force électrostatique entre ces particules, avec $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9\,\text{Nm}^2/\text{C}^2$.

$$F_e = 8{,}2 \cdot 10^{-8}\,\text{N}$$

4. Comparer ces quatre forces.

$$F_g \ll P_e \ll P_p \ll F_e$$

B - Vecteur force

On considère dans un sytème de coordonnées cartésiennes (x,y,z) centré sur l'origine O trois particules chargées $q_1 = 10\,\text{nC} = 10^{-8}\,\text{C}$, $q_2 = -30\,\text{nC}$ et $q_3 = +50\,\text{nC}$ localisées respectivement aux points $P_1 = (1\,\text{cm},1\,\text{cm},1\,\text{cm})$, $P_2 = (1\,\text{cm},0\,\text{cm},2\,\text{cm})$ et $P_3 = (3\,\text{cm},1\,\text{cm},2\,\text{cm})$.

1. Déterminer les distances $r_{13} = P_1P_3$ et $r_{23} = P_2P_3$.

$$r_{13} = r_{23} = 2{,}2 \cdot 10^{-2}\,\text{m}$$

2. Calculer les composantes des vecteurs unitaires $\vec{\mathbf{u}}_{13}$ de P_1 vers P_3 et $\vec{\mathbf{u}}_{23}$ de P_2 vers P_3.

$$\vec{\mathbf{u}}_{13} = 0{,}89\,\vec{\mathbf{u}}_x + 0{,}45\,\vec{\mathbf{u}}_z \qquad \vec{\mathbf{u}}_{23} = 0{,}89\,\vec{\mathbf{u}}_x + 0{,}45\,\vec{\mathbf{u}}_y$$

3. En déduire les composantes des forces $\vec{\mathbf{F}}_{13}$ exercée par q_1 sur q_3 et $\vec{\mathbf{F}}_{23}$ exercée par q_2 sur q_3.

$$\vec{\mathbf{F}}_{13} = (8{,}0\,\vec{\mathbf{u}}_x + 4{,}0\,\vec{\mathbf{u}}_z) \cdot 10^{-3}\,\text{N} \qquad \vec{\mathbf{F}}_{23} = (-2{,}4\,\vec{\mathbf{u}}_x - 1{,}2\,\vec{\mathbf{u}}_y) \cdot 10^{-2}\,\text{N}$$

C - Puissance électrique

Calculer la puissance $p = \vec{\mathbf{F}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$ de la force de Coulomb $\vec{\mathbf{F}} = q\vec{\mathbf{E}}$ exercée par le champ électrique $\vec{\mathbf{E}}$ sur un corps de charge q et de vitesse $\vec{\mathbf{v}}$ dans les deux cas suivants :

1. Le corps a pour charge $q = 75\,\mu$C$= 7{,}5 \cdot 10^{-5}$ C et pour vitesse $v = 200$ m/s dans un champ électrique d'amplitude $E = 30$ V/m et faisant un angle de 30° avec le vecteur vitesse.

$$p = 0{,}39\,\mathrm{W}$$

2. Le corps a pour charge $q = 2\,\mu$C et pour vecteur vitesse $\vec{\mathbf{v}} = -85\vec{\mathbf{u}}_x - 15\vec{\mathbf{u}}_y + 25\vec{\mathbf{u}}_z$ m/s dans le champ électrique $\vec{\mathbf{E}} = 220\vec{\mathbf{u}}_x + 220\vec{\mathbf{u}}_y$ V/m.

$$p = -4{,}4 \cdot 10^{-2}\,\mathrm{W}$$

D - Force magnétique

Déterminer les trois composantes cartésiennes de la force magnétique $\vec{\mathbf{F}} = q\,\vec{\mathbf{v}} \wedge \vec{\mathbf{B}}$ exercée par le champ magnétique $\vec{\mathbf{B}} = 220\vec{\mathbf{u}}_x + 220\vec{\mathbf{u}}_y$ mT (avec 1 mT$= 10^{-3}$ T) sur la charge ponctuelle $q = 2\,\mu$C de vecteur vitesse $\vec{\mathbf{v}} = -85\vec{\mathbf{u}}_x - 15\vec{\mathbf{u}}_y + 25\vec{\mathbf{u}}_z$ m/s.

$$\vec{\mathbf{F}} = (-1{,}1\,\vec{\mathbf{u}}_x + 1{,}1\,\vec{\mathbf{u}}_y - 3{,}1\,\vec{\mathbf{u}}_z) \cdot 10^{-5}\,\mathrm{N}$$