

Électromagnétisme – contrôle continu 1

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'électron $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, 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 $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$,
2. le poids $P_e = m_e g$ de l'électron et celui $P_p = m_p g$ du proton, avec $g = 9,8 \text{ N/kg}$,
3. l'amplitude $F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_e q_p}{r^2}$ de la force électrostatique entre ces particules, avec $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.
4. Comparer ces quatre forces.

B - Vecteur force

On considère dans un système 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 $r_{13} = P_1 P_3$ et $r_{23} = P_2 P_3$.
2. Calculer les composantes des vecteurs unitaires \vec{u}_{13} de P_1 vers P_3 et \vec{u}_{23} de P_2 vers P_3 .
3. En déduire les composantes des forces \vec{F}_{13} exercée par q_1 sur q_3 et \vec{F}_{23} exercée par q_2 sur q_3 .

C - Puissance électrique

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

1. Le corps a pour charge $q = 75 \mu\text{C} = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ et pour vitesse $v = 200 \text{ m/s}$ dans un champ électrique d'amplitude $E = 30 \text{ V/m}$ et faisant un angle de 30° avec le vecteur vitesse.
2. Le corps a pour charge $q = 2 \mu\text{C}$ et pour vecteur vitesse $\vec{v} = -85\vec{u}_x - 15\vec{u}_y + 25\vec{u}_z \text{ m/s}$ dans le champ électrique $\vec{E} = 220\vec{u}_x + 220\vec{u}_y \text{ V/m}$.

D - Force magnétique

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