

Électromagnétisme – contrôle continu 1

Année universitaire 2016-17

Pas de documents - calculatrices *collège* autorisées et même recommandées - durée 1h30

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 $r = 53 \text{ pm} = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$.

- (1 point) Quelle est l'unité de la charge électrique dans le Système International ?
- (1 point) Préciser q_p la charge électrique du proton et q_e la charge électrique de l'électron en fonction du quantum de charge $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- (1 point) Calculer l'énergie potentielle électrostatique $\mathcal{E}_p = \frac{q_e q_p}{4\pi\epsilon_0 r}$ de l'électron en orbite autour du proton, avec $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ la constante de Coulomb.
- (1 point) Ces deux corps chargés s'attirent-ils ou se repoussent-ils ? Faire le lien avec l'énergie potentielle électrostatique.
- (1 point) Quelle quantité d'énergie \mathcal{E} faut-il apporter à l'atome pour contrer la force de Coulomb et libérer l'électron de l'emprise électrostatique du proton ?

B - Accélérateur

Une particule alpha est constituée de deux protons et de deux neutrons. Sa masse est de $m_\alpha = 6,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

- (1 point) Donner la charge q_α en coulombs d'une particule alpha. On rappelle le quantum de charge $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- (2 points) Calculer la variation d'énergie cinétique $\Delta\mathcal{E}_p$ d'une particule alpha qui passe du repos à une vitesse de $v = 100 \text{ m/s}$.
- (2 points) Quelle différence de potentiel U permet une telle variation d'énergie cinétique ?

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 :

- (2 points) Le corps a pour charge $q = 175 \mu\text{C} = 1,75 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ et pour vitesse $v = 100 \text{ m/s}$ dans un champ électrique d'amplitude $E = 20 \text{ V/m}$ et faisant un angle de 45° avec le vecteur vitesse.
- (2 points) Le corps a pour charge $q = 5 \mu\text{C}$ 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 - Vecteur force

On considère dans un système de coordonnées cartésiennes (x, y, z) centré sur l'origine O trois particules chargées $q_1 = 20 \text{ nC} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, $q_2 = -30 \text{ nC}$ et $q_3 = +40 \text{ nC}$ localisées respectivement aux points $P_1 = (1 \text{ cm}, 1 \text{ cm}, 1 \text{ cm})$, $P_2 = (5 \text{ cm}, 0 \text{ cm}, 3 \text{ cm})$ et $P_3 = (7 \text{ cm}, 1 \text{ cm}, -2 \text{ cm})$.

1. (2 points) Déterminer les distances $r_{13} = P_1P_3$ et $r_{23} = P_2P_3$.
2. (2 points) 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. (2 points) 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 .