

ULP
UFR de SCIENCES PHYSIQUES

SESSION D'EXAMEN DE JANVIER 2007
Module " ELECTROMAGNETISME 1" de L2 S3
Calculatrice règlementaire autorisée
Tout document est interdit

EXERCICE I

Quatre protons sont placés au sommet d'un carré de côté a .

1. Déterminer le champ électrostatique \mathbf{E} , dû à ces protons, en un point quelconque d'un axe Ox perpendiculaire au carré et passant par son centre confondu avec O .
2. Un cinquième proton se trouve initialement au point $x = a$ de Ox , avec une vitesse orientée vers le centre du carré et d'intensité v_0 . Calculer, en fonction des données, la valeur minimale de v_0 nécessaire pour que ce proton atteigne le centre du carré (la pesanteur est négligée par rapport à la force électrique).

Application numérique des deux questions: $\epsilon_0 = 10^{-9}/36\pi$; $q = 1,6 \times 10^{-19}$ C; $a = 2 \times 10^{-9}$ m et masse du proton = $1,67 \times 10^{-27}$ kg.

EXERCICE II

On considère une sphère, de rayon R , portant une charge Q distribuée uniformément dans son volume.

1. Calculer le champ électrostatique \mathbf{E} dû à cette sphère (on utilisera le théorème de Gauss) en un point M distant de r du centre de la sphère (on envisagera le cas $r < R$ et le cas $r > R$).
2. En déduire le potentiel électrostatique V et représenter graphiquement V en fonction de r .
3. Montrer que l'énergie électrostatique propre W de cette sphère chargée est:
 $W = (3/5) Q^2 / 4\pi\epsilon_0 R$.

EXERCICE III

Un proton du rayonnement cosmique, animé de la vitesse v , entre dans le champ magnétique terrestre \mathbf{B} suivant une direction perpendiculaire à celui-ci.

1. Calculer l'intensité F de la force magnétique agissant sur le proton.
2. Calculer le rapport F/P où P est l'intensité de la force de pesanteur à la quelle est soumis le proton.

Application numérique des deux questions: $v = 10^7$ m/s; $B = 1,3 \times 10^{-7}$ T; $q = 1,6 \times 10^{-19}$ C;

$g = 9,8$ m/s² et masse du proton = $1,67 \times 10^{-27}$ kg.

EXERCICE IV

On considère un courant I circulant dans un cylindre droit, de section transversale circulaire (rayon a) et de longueur infinie; I est distribué uniformément dans la section du conducteur.

Calculer le champ magnétique \mathbf{B} , dû à I , en tout point M de l'espace (on notera r la distance de M à l'axe du cylindre; on distinguera les cas $r < a$ et $r > a$).