LP 203 Année 2010 – 2011

Contrôle continu – Épreuve du 2 novembre 2010

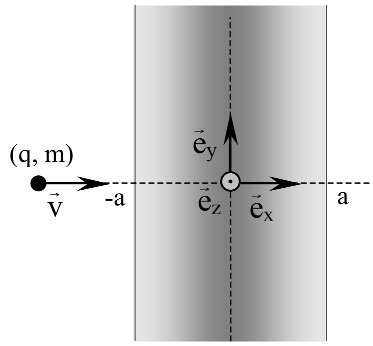
Durée : 1h30 Calculatrice et documents non autorisés

Exercice 1

On considère une couche infinie comprise entre les plans d'équations $x = -a$ et $x = +a$ contenant une densité de charge positive dépendant de x : $\rho(x) = \rho_0\,(1 + x/a)$ pour $x < 0$

$\rho(x) = \rho_0\,(1 - x/a)$ pour $x > 0$

Une particule de charge q ($q > 0$) et de masse m arrive en $x = -a$ avec la vitesse $\vec{v} = v\,\vec{e}_x$ perpendiculairement à cette couche en indiquant les points remarquables.



1.1 Analyser **<u>en détail</u>** les symétries de la distribution de charges. En déduire les caractéristiques du champ $\vec{E}$.

1.2 Représenter sur un graphe l'allure de $\rho(x)$.

1.3 Calculer le champ électrique en tout point de l'espace.

1.4 Calculer le potentiel en tout point de l'espace avec la condition $V(-a) = V(a) = 0$.

1.5 Tracer sur un même graphe l'allure de $E(x)$ et $V(x)$ en précisant les valeurs remarquables.

1.6 Calculer la vitesse minimale que doit avoir la charge pour pouvoir traverser cette couche chargée.

Exercice 2

Une sphère de centre O et de rayon a possède une densité volumique de charges $\rho(r)$ de la forme :

$$\rho(r) = \rho_0\left(1 - \frac{r^2}{a^2}\right) \qquad \text{avec } \rho_0 \text{ positif}$$

2.1 Analyser **<u>en détail</u>** les symétries de la distribution de charges. En déduire les variables dont dépendent $\vec{E}$ et V ainsi que la direction de $\vec{E}$.

2.2 Tracer l'allure de ρ(r).

2.3 Quelle est la charge élémentaire dq comprise entre deux sphères concentriques de centre O et de rayons respectifs r et $r + dr$?

2.4 Pour quelle valeur de r trouve-t-on un maximum de charges Δq dans une couche sphérique fine d'épaisseur donnée Δr ?

2.5 Quelle est la charge totale Q_T contenue dans la sphère ?

2.6 Calculer l'expression du champ électrique en tout point à l'extérieur de la sphère.

2.7 Calculer l'expression du champ électrique en tout point à l'intérieur de la sphère.

2.8 Calculer le potentiel en tout point de l'espace.

2.9 Montrer que $|\vec{E}(r)|$ passe par un maximum dans le domaine $[0, a]$.

2.10 Le champ est-il continu en $r = a$?

2.11 Tracer l'allure de $E(r)$.

2.12 Quelle est la valeur approximative (arrondie à l'entier le plus proche) du nombre de charges dans cette sphère ?

A.N. : $\rho_0 = 4\cdot10^{25}$ C m^{-3} ; $a = 4\cdot10^{-15}$ m : $e = 1.6\cdot10^{-19}$ C ; $\sqrt{5} \approx 2.25$