Révisions 7

Electrostatique

Exercice 1

Données : $G = 6,67.10^{-11}$; $\varepsilon_0 = 8,85.10^{-12}$ F · m^{-1} ; $M_T = 6.10^{24}$ kg ; $R_T = 6,38.10^3$ km.

1. Exprimer la force gravitationnelle $F_{1/2}$ exercée par une masse ponctuelle m_1 sur une masse ponctuelle m_2. En déduire le champ gravitationnel $\overrightarrow{\mathcal{G}}$ créé par une masse ponctuelle m.

2. Dresser un tableau présentant les analogies entre les grandeurs électrostatiques et les grandeurs gravitationnelles. En déduire le théorème de Gauss pour le champ gravitationnel créé par une distribution de masse quelconques.

3. La Terre est une sphère de centre O de rayon R_T et de masse M_T uniformément répartie dans tout le volume. Déterminer le champ gravitationnel $\overrightarrow{\mathcal{G}}_T$ en tout point M de l'espace. Représenter son module en fonction de r.

4. Calculer $G_0 = \left\|\overrightarrow{\mathcal{G}}_T\right\|$ en surface de la Terre.

Exercice 2

Calculer le champ au voisinage d'un conducteur parfait avec une charge surfacique σ uniforme en surface.

Exercice 3

Déterminer la distribution de charge nécessaire pour avoir un champ électrique radial d'intensité constante à l'intérieur d'une sphère de rayon R.

Exercice 4

Dans le modèle de Thomson, l'atome d'hydrogène est modélisé par une charge $+e$ répartie uniformément dans une sphère de rayon a_0, et une charge $-e$ ponctuelle.

1. Calculer la charge volumique associée au noyau et le champ créé.

2. On écarte l'électron d'une distance r (avec $r < a_0$) du centre. A quelle force est-il soumis ? Calculer sa valeur pour $r = a_0$.

3. L'atome étant placé dans un champ électrique extérieur uniforme $\vec{E_0}$, montrer qu'il existe une valeur limite pour ce champ en deçà de laquelle la position d'équilibre de l'électron est caractérisée par une distance r_0.

4. Calculer le moment dipolaire de l'atome qui en résulte. On définit la polarisabilité α de l'atome par $\vec{p} = \alpha\vec{E_0}$. Quelle est la dimension de α ? Calculer sa valeur numérique.

Exercice 5

On imagine un condensateur de géométrie cylindrique : deux armatures sphériques de rayons R_1 et R_2 et de hauteur h séparées par du vide. Calculer sa capacité.

Exercice 6

On considère une distribution de charges constituée de deux nappes planes infinies d'épaisseur b, leurs milieux étant distants de a. Elles comportent des charges volumiques uniformes ρ et $-\rho$. Calculer le champ et le potentiel.

Exercice 7

Une boule, de centre O et de rayon a, est chargée avec la densité volumique variable :
$\rho(u) = \rho_0 \left(1 - \frac{u^2}{a^2}\right)$ pour $u \leq a$ et $\rho(u) = 0$ pour $u >$ a avec $u = OP$ (le point P décrit la charge)

a. Déterminer la direction et les variables du champ électrostatique $\vec{E}$ en tout point M de l'espace avec $\overrightarrow{\mathrm{OM}} = r\vec{e}_r$.

b. Déterminer la charge $Q(r)$ intérieure à la sphère de centre O et de rayon r.

Attention, r est la variable de la fonction Q et u est la variable de la fonction ρ. Lors du calcul d'intégration, u doit disparaître et r peut apparaître.

c. Déterminer l'expression du champ $\vec{E}$ créé par cette boule chargée puis celle du potentiel électrostatique V en tout point M de l'espace.

Exercice 8

Déterminer le champ $\vec{E}$ et le potentiel V électrostatiques créés par un cylindre droit, infini d'axe Oz, de rayon R, portant une densité de charges linéique λ en un point M extérieur au cylindre. En déduire la différence de potentiel entre deux conducteurs cylindriques, de rayons R et R ', dont les axes parallèles sont distants de $d\,(d >> R$ et $R')$, portants respectivement les densités de charges linéiques λ et $-\lambda$ puis la capacité linéique Γ de cette ligne bifilaire.

Cas particulier où $R = R'$.