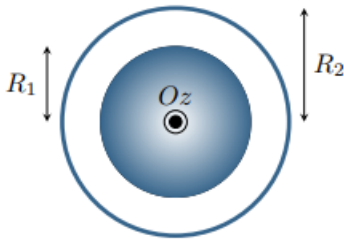


Questions de cours : Electrostatique

- 1) Rappeler l'expression du champ électrostatique créé par une charge ponctuelle. Déterminer par le calcul l'expression du potentiel électrostatique associé en le définissant nul pour un rayon infini.
- 2) Définir les notions de surfaces équipotentielles et de lignes de champ. Illustrer par un schéma d'une charge ponctuelle positive et négative. Tracer $V=f(r)$ dans les deux cas.
- 3) Préciser le lien entre les symétries du champ électrostatique et les symétries de la distribution de charge. Illustrer votre propos en réalisant un schéma. (Prendre deux charges ponctuelles situées en P et P' le symétrique de P par rapport à un plan de symétrie de la distribution de charge et tracer qualitativement le champ électrostatique en un point M, en M' le symétrique de M et en Ms un point contenu dans le plan de symétrie. Faire de même pour une antisymétrie.)
- 4) Enoncer le théorème de Gauss. Appliquer la méthode associée pour déterminer le champ électrostatique créé par un cylindre uniformément chargé en volume de rayon R et de densité volumique de charge rho.
- 5) Enoncer le théorème de Gauss pour la gravitation. En déduire l'expression du champ gravitationnel créé par une sphère de rayon R et de masse volumique rho.
- 6) Soit un condensateur plan constitué de deux armatures conductrices de surface S, séparées par la distance d (avec $\sqrt{S} \gg d$) et portant respectivement un densité surfacique de charge sigma et - sigma. Déterminer la capacité du condensateur.

Exercices : Electrostatique

1) Deux cylindres concentriques



On considère une distribution de charge constituée de deux cylindres concentriques infinis de même axe Oz . Le premier cylindre, de rayon R_1 , est un cylindre plein chargé en volume par une densité de charge $\rho(r) = -\alpha r$ ($\alpha > 0$, $r \leq R_1$). Le second cylindre, de rayon $R_2 > R_1$ est un cylindre creux chargé uniquement sur son pourtour extérieur avec une densité surfacique de charge $\sigma > 0$.

- 1 - Calculer le champ électrique créé par cette distribution.
- 2 - Étudier la continuité de $\vec{E}$ en $r = R_1$ et $r = R_2$. Commenter.
- 3 - Représenter sa composante non nulle en fonction de r .

2) Champ gravitationnel créé par le Soleil

On modélise le Soleil par une boule de rayon R et de masse volumique μ_0 uniforme. On cherche à déterminer le champ gravitationnel $\vec{G}$ créé par le Soleil en tout point de l'espace.

- 1 - Déterminer la direction de $\vec{G}$ et les variables dont il dépend.
- 2 - En raisonnant sur l'analogie formelle entre force de gravitation et force de Coulomb, retrouver le théorème de Gauss gravitationnel.
- 3 - En déduire l'expression de $\vec{G}$.
- 4 - Calculer la force gravitationnelle que vous subissez de la part du Soleil, connaissant sa masse $M_S = 2,0 \cdot 10^{30}$ kg et la distance Terre-Soleil $D = 1,5 \cdot 10^{14}$ m. Comparer à la force gravitationnelle que vous subissez de la part de la Terre.

3) Puissance transportée par un éclair

On modélise l'ensemble Terre-ionosphère par un condensateur sphérique. La Terre, de rayon $R = 6,4 \cdot 10^3$ km, se comporte comme un conducteur parfait de potentiel nul et porte une charge négative $-Q$ uniformément répartie à sa surface. L'ionosphère est représentée par une surface équipotentielle sphérique de rayon $R + h$ ($h = 60$ km) porteuse d'une charge $+Q$. Les propriétés électromagnétiques de l'air sont assimilées à celles du vide.

- 1 - Exprimer le champ électrique entre les deux sphères.
- 2 - Calculer le potentiel de l'ionosphère.
- 3 - Déterminer la capacité de ce condensateur.
- 4 - Simplifier son expression compte tenu des valeurs numériques et commenter le résultat obtenu. La calculer numériquement.
- 5 - Un éclair correspond à un courant moyen de 30 kA pendant 25 ms. Quelle est sa puissance ?

4) Charge en surface d'un semi-conducteur

Dans le domaine $x > 0$ se trouve un semi-conducteur chargé en volume selon une densité $\rho(x)$ et en surface selon une densité σ_0 uniforme. Le champ électrique dans ce semi-conducteur s'écrit $\vec{E} = E_0 e^{-x/\ell} \vec{u}$ avec $E_0 > 0$, $\ell > 0$ et $\vec{u}$ un vecteur unitaire. Le champ électrique est nul dans le domaine $x < 0$.

- 1 - Déterminer la direction $\vec{u}$ du champ électrostatique.
- 2 - Déterminer la densité volumique de charge $\rho(x)$ dans les deux domaines $x < 0$ et $x > 0$.
- 3 - Énoncer le théorème de Gauss. En déduire l'expression de σ_0 .
- 4 - Déterminer le potentiel électrostatique en $x = 0$. On le supposera nul pour $x \rightarrow \infty$.