

TRAVAUX DIRIGÉS DE PHYSIQUE*Vendredi 06 Mai***Exercice N°1***Champ électrique créé par un anneau uniformément chargé*

On repère l'espace par un système de coordonnées cylindriques d'axe Oz. Dans le plan $z=0$ est fixé un anneau uniformément chargé de rayon R et charge totale Q.

1. Exprimer la charge linéique de l'anneau en fonction de R et Q.
2. On cherche à déterminer le champ électrique **E** créé sur l'axe Oz.
 1. Quel est le champ élémentaire **dE** créé par une portion d'anneau de longueur dl ?
 2. Montrer, en considérant les champs élémentaires créés par des portions élémentaires diamétralement opposées, que le champ **E** total est colinéaire à Oz.
 3. Donner l'expression de E en fonction de z et R.
3. Que peut-on dire de l'expression obtenue lorsque $z \rightarrow \pm\infty$?
4. Que peut-on dire de **E** lorsque $z=0$? Pourquoi ?
5. Tracer **E(z)** pour une même valeur de Q et différentes valeurs de R, commenter.

Exercice N°2*Étude d'une distribution de charge répartie en volume.*

On considère, dans une solution aqueuse, un cation de charge e situé à l'origine O des coordonnées. On repère l'espace avec des coordonnées sphériques, de variable radiale r. La présence de ce cation attire des anions, polarise et oriente les molécules de solvant : cela équivaut à une charge répartie en volume d'expression $\rho(r) = -\rho_0 e^{-\frac{r}{r_0}}$. $r_0; \rho_0$ sont des constantes positives.

1. Quelle est la charge totale $Q(R)$ contenue dans une sphère de rayon R ? On donne $\int_0^{\infty} x^N e^{-x} dx = N!$
2. La solution est globalement électriquement neutre : $\lim_{r \rightarrow \infty} Q(r) = 0$.

En déduire l'expression de ρ_0 en fonction de $Ze; r_0$

3. Tracer $Q(r); \rho(r)$ pour deux valeurs différentes de r_0 et commenter.

Exercice N°3

Mécanique : force créée par des particules chargées

On repère l'espace par les coordonnées cartésiennes (O,x,y,z). Deux charges positives q sont disposées en A(a,0,0) et B(-a,0,0); deux charges négatives -q sont disposées e, C(0,a,0) et D(0,-a,0). Un point matériel M de masse m et charge q subit la force électrostatique de ces quatre charges.

1. Exprimer la force exercée par A sur M, montrer que c'est une force centrale qui dérive de l'énergie potentielle $U_{AM} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 AM}$.
2. Quelle est l'énergie potentielle U correspondant à l'ensemble des forces s'exerçant sur M ?
3. On suppose que M se meut dans le plan Oxy, est au voisinage de O et que $OM \ll a$, donner une expression simplifiée de U. On rappelle que $(1+\epsilon)^{-1} = 1 - \frac{\epsilon}{2} + \frac{3}{8}\epsilon^2$ lorsque $\epsilon \ll 1$.
4. Montrer que le point O est une position d'équilibre instable pour M.

Exercice N°4

Distribution de charges en surface

À la surface d'un conducteur chargé, des électrons de charge -e sont présents. On note n_0 le nombre d'électrons par unité de surface.

1. Quelle est la charge surfacique σ du conducteur ?
2. Par un raisonnement aux dimensions, donner un ordre de grandeur de la distance moyenne d entre électrons.
3. À quelle ordre de grandeur de distance peut-on avoir une vision macroscopique, indépendante de la position particulière de chaque électron, du champ électrique créé par la plaque ?
4. A.N. avec une plaque pour laquelle $\sigma = 10^{-7} C.m^{-2}$.

