EPITA / S3 Décembre 2017

NOM : .... PRENOM :.. GROUPE :........

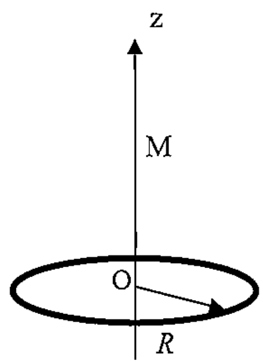
Partiel 1 de Physique (Durée:1h30)

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés.

Exercice 1 (7 points)

Un anneau de rayon R, d'axe Oz est chargé avec une densité linéaire λ constante et **positive.**

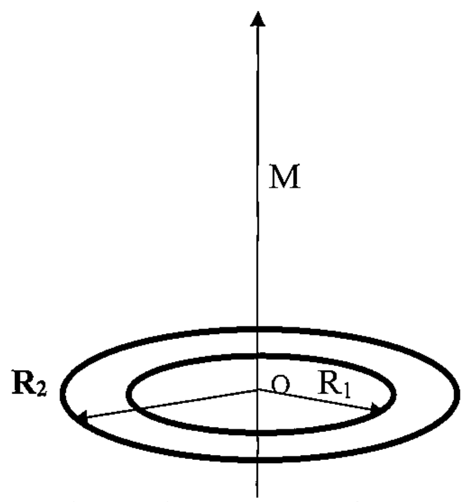
1- Utiliser les règles de symétrie pour trouver la direction du champ électrique créé par l'anneau, en un point M quelconque de l'axe Oz. Représenter $\vec{E}(M)$.



2- Exprimer le champ élémentaire dE(M) créé au point M de l'axe (Oz), par une charge dQ d'un élément de longueur ($d\ell$=R.dθ) de l'anneau, en déduire la composante dE_z en fonction de R, k, λ, z, θ.

3- Montrer que le champ total au point M est d'expression : $E(z) = 2\pi.k\lambda R.\frac{z}{(z^2+R^2)^{3/2}}$.

4- On considère maintenant deux anneaux de même centre O, de même axe (Oz) et de rayons respectifs R_1 et R_2. L'anneau de rayon R_1 est chargé avec une densité λ constante et positive, l'anneau de rayon R_2 est chargé avec une densité $-\lambda$, constante et négative.



a) Utiliser la relation de la question 3 pour exprimer **les normes** des champs électriques créés par les 2 anneaux au point M,
b) Représenter ces vecteurs sur le schéma ci-dessus.

c) En déduire la norme du champ électrique total au point M

Exercice 2 : *Théorème de Gauss* (7 points)

Une sphère **creuse** de centre O, de rayon R est chargée en surface avec une densité σ, constante et positive.

1- Utiliser les symétries et les invariances pour trouver la direction du champ électrique $\vec{E}$ ainsi que les variables de dépendance.

2- a) A l'aide du théorème de Gauss, exprimer le champ électrique, dans les régions $r < R$ et $r > R$.

b) Donner l'allure de la courbe E(r) en fonction de r. Commenter cette courbe au niveau de r = R.

3- En déduire le potentiel V(r) pour (r < R et r > R). (Ne pas calculer les constantes d'intégration).

$$\vec{grad}_{Sph} = \left(\frac{\partial}{\partial r}; \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial \theta}; \frac{1}{r.\sin(\theta)}\frac{\partial}{\partial \varphi} \right)$$

4- On considère maintenant une sphère de rayon R, chargée en **volume** avec une densité constante ρ_0.

a) Retrouver à l'aide du théorème de Gauss, les expressions du champ électrique dans les régions $r < R$ et $r > R$. Le champ étant radial et dépendant de la variable r.

b) Donner l'allure de la courbe E(r) en fonction de r, commenter cette courbe au niveau de $r = R$.

c) En déduire les expressions du potentiel électrique V(r) dans les régions r < R et r > R.

Exercice 3 Les questions I et II sont indépendantes (6 points)

I- On considère un conducteur cylindrique d'axe $O\vec{z}$ et de rayon R, traversé par un courant I de densité variable $J(r) = J_0 \dfrac{r}{R}$, où J_0 et R sont des constantes.

1- Exprimer le courant total I traversant le conducteur en fonction de R et J_0. (dS = r.dr.dθ)

2- Faire le calcul pour $J_0 = 2.10^5$ A.m^{-2} et R = 2mm.

II- Un fil conducteur de longueur L = 1m et de section $S = 3.10^{-6}\ m^2$ est placé dans un champ électrique uniforme $E = 0,5\ V.m^{-1}$

Calculer

1) La tension aux bornes du conducteur.
2) La résistance R du fil, sachant que le courant qui le traverse est : I = 5 A.
3) La résistivité ρ, ainsi que la conductivité γ de ce conducteur.
4) La densité de courant J.
5) La vitesse moyenne des électrons. On donne : $n_e = 10^{24}\, m^{-3}$ et $|q_{e-}| = 1{,}6.10^{-19}\, c$