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

Partiel 2 de Physique

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés.
Réponses exclusivement sur le sujet

Exercice 1 **Distribution continue de charges** (Sur 5 points)

On considère un fil infini, chargé avec une densité linéaire λ constante et positive. On montre à l'aide des règles de symétrie que le vecteur champ électrique est porté par (Ox) et que le champ élémentaire $dE_x(M)$ créé par une charge élémentaire dQ, en un point M extérieur au fil est : $dE_x(x) = \frac{k.\lambda}{x}\cos(\alpha)d\alpha$ (figure 1). On pose : OM = x.

1- Utiliser l'expression donnée ci-dessus pour exprimer le champ total E(M) créé par le fil **infini, en fonction de k, λ et x.**

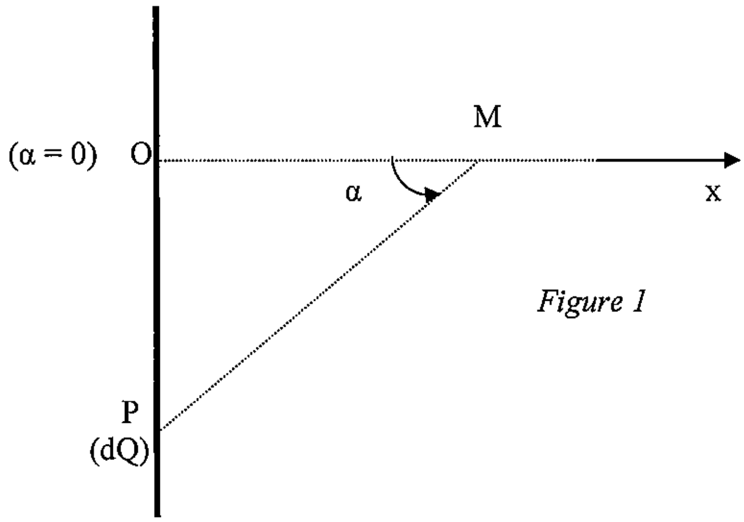


Figure 1

2- Soit un fil fini de longueur AB = a, chargé uniformément avec une densité linéaire λ positive. Le point O est le centre de AB et M un point de la médiatrice au fil, tel que OBM = β = π/6.

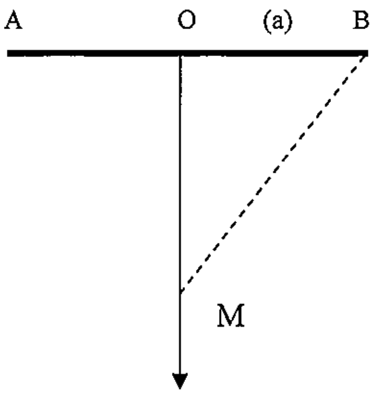


Figure 2

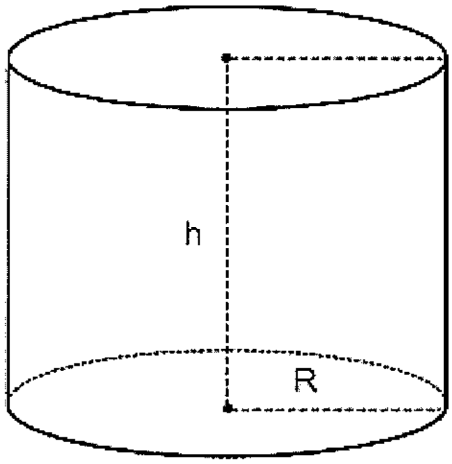
a- Utiliser l'expression du champ élémentaire en fonction de α (donnée plus haut), pour exprimer l'intensité du champ électrique créé par le segment AB, au point d'observation M. (en fonction de k, λ et a)

b- Représenter le champ $\vec{E}_{AB}(M)$ sur la figure 2.

Exercice 2 : *Théorème de Gauss*

Partie A (Sur 5 points)

Un cylindre creux d'axe Oz, de rayon R, de longueur infiniment grande h est chargé en surface latérale avec une densité σ constante et positive.



1- a. Utiliser les règles de symétrie pour trouver la direction du champ électrique $\vec{E}$.

b- Utiliser les invariances pour déterminer les variables de dépendance du champ E.

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

b. Le champ $E(r)$ est-il continu en $r = R$? Justifier votre réponse.

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

4- On suppose maintenant le cylindre chargé en volume avec une densité $\rho(r)$.

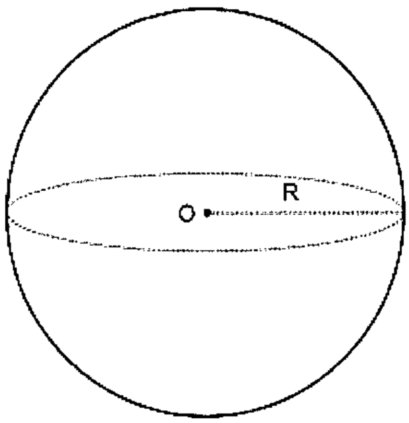
On montre que le champ électrique produit par ce système à l'extérieur ($r > R$) est de la forme :

$$E(r) = (\frac{\rho_0 . R^2}{3\varepsilon_0}).\frac{1}{r}$$ (Où ρ_0, ε_0 et R sont des constantes).

Retrouver l'expression de la charge Q_{int} (charge totale du cylindre), en fonction de ρ_0, h et R.

<u>Partie B</u> (Sur 3 points)

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



1- a. Utiliser les règles de symétrie pour trouver la direction du champ électrique.

b. Utiliser les invariances pour déterminer les variables de dépendance du champ E.

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

Exercice 3 : ***Electrocinétique*** (Sur 4 points)

Un conducteur en cuivre, de conductivité $\gamma = 10^8\ \Omega^{-1}.m^{-1}$, de longueur L = 1m, de section $S = 10^{-6} m^2$, est traversé par un courant I de densité $\vec{J}$ uniforme de valeur I = 16 A.

Calculer :

1- L'intensité du vecteur densité de courant $\vec{J}$ traversant le conducteur.

2- Le champ électrique à l'intérieur du conducteur. Représenter les grandeurs I, $\vec{J}$ et $\vec{E}$.

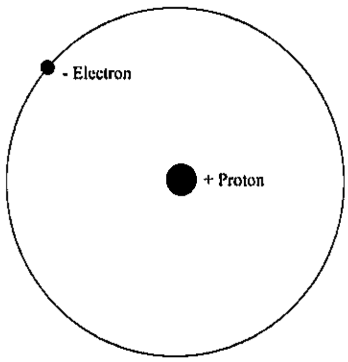
3- La différence de potentiel U entre les bornes du conducteur.

4- La résistance R du conducteur.

5- La vitesse moyenne des charges sachant que : $q_{e-} = -1.6.10^{-19} C$ et $n_{e-} = 10^{26} m^{-3}$.

Partie Cours Magnétostatique (Sur 3 points).

L'électron est animé d'un mouvement de rotation autour du proton de l'atome d'hydrogène. On suppose que l'électron tourne dans le sens trigonométrique.



On montre qu'une particule de charge q et de vitesse V crée un champ $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} . \frac{q\vec{V} \wedge \vec{PM}}{PM^3}$

1- Exprimer le module du champ magnétique créé au niveau du proton en fonction de V, e, μ_0 et R. (R : rayon de l'atome, $|q_{e-}| = e$).

2- Représenter le vecteur champ magnétique $\vec{B}(M)$

Formulaire

1- Théorème de Gauss

$$\Phi(\vec{E}) = \oiint_{Sg} \vec{E}.d\vec{S} = \frac{Q_{\text{int}}}{\varepsilon_0}$$

2- Elément de surface latérale en coordonnées cylindriques

$$dS_{lat} = r d\theta dz \qquad 0 \le \theta \le 2\pi$$

3- Elément de surface en coordonnées sphériques

$$dS = r^2 \sin(\theta) d\theta . d\varphi \qquad 0 \le \theta \le \pi \qquad 0 \le \varphi \le 2\pi$$

4- Charge répartie en surface

$$Q = \iint_S \sigma . dS$$

5- Les composantes du gradient en coordonnées cylindriques

$$\vec{grad} = \begin{pmatrix} \dfrac{\partial}{\partial r} \\ \dfrac{1}{r} . \dfrac{\partial}{\partial \theta} \\ \dfrac{\partial}{\partial z} \end{pmatrix}$$