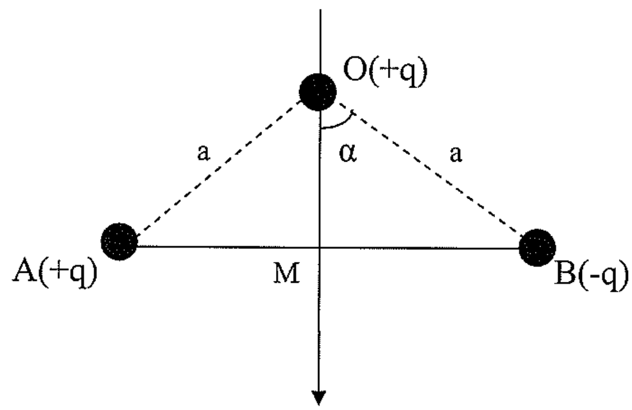
NOM : .... PRENOM :.. GROUPE :.........

Partiel 1 de Physique (Durée:1h30)

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés.

Exercice 1 **Distribution discrète** (4 points)

On considère trois charges ponctuelles +q, +q et –q, placées respectivement aux points O, A et B. Le point M appartient à la médiatrice du segment AB. On pose OA = OB = a et l'angle α = (OM,OB).



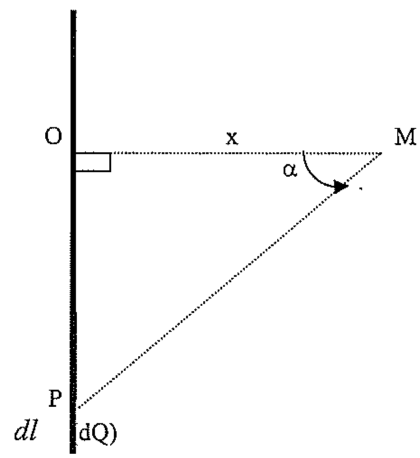
1-a) Représenter sur le schéma ci-dessus les vecteurs champs électrostatiques créés par les trois charges au point M, ainsi que le champ total $\vec{E}(M)$.

b) Exprimer les normes $E_O(M)$, $E_A(M)$ et $E_B(M)$, en fonction de k, q, a et α, ainsi que celle du vecteur champ total : $E(M)$.

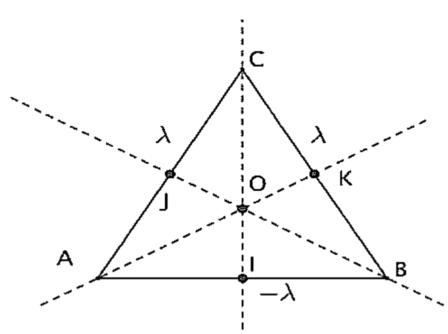
2- Exprimer le potentiel électrique V(M) créé au point M, en fonction de k, q, a et α.

Exercice 2 ***Distribution continue*** (4 points)

On rappelle ici qu'un élément de longueur de charge dQ situé au point P d'un fil de charge linéique constante, crée un champ électrique élémentaire $dE_x(M) = \frac{k.\lambda}{x}\cos(\alpha)d\alpha$ où α est tel qu'indiqué ci-dessous.



1-En utilisant ce résultat calculer les normes des vecteurs $\vec{E}_{AC}(O)$, $\vec{E}_{CB}(O)$ et $\vec{E}_{BA}(O)$, créés au centre O par la distribution continue de charges suivante. Représenter ces vecteurs.



Où ABC est un triangle équilatéral de côté 2a. Les segments [AC] et [BC] portent une charge de densité constante positive λ et [AB] porte une charge de densité constante négative $-\lambda$.

2) En déduire l'expression du champ total créé au point O en fonction de k, λ et a

Exercice 3 ***Théorème de Gauss*** (6 points)

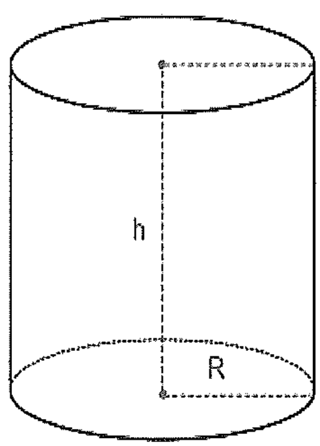
Un fil de longueur **infiniment grande h**, porte une charge Q positive répartie avec une densité constante.

1- Utiliser les symétries et invariances pour donner la direction du vecteur champ électrique créé par le fil en un point M extérieur au fil. On place le fil sur un axe (Oz).

2- A l'aide du théorème de Gauss, exprimer le champ électrique E(r) créé au point M extérieur au fil.

3- On couvre le fil de charge Q par **un cylindre creux** de même axe (Oz), de même hauteur h, de rayon R, chargé en surface latérale avec une densité σ constante et positive.

a) Donner les expressions du champ électrique E(r) dans les régions $r < R$ et $r > R$.



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

Exercice 4 *Electrocinétique* *Partie A* (3 points)

On considère un conducteur cylindrique d'axe $O\vec{z}$ et de rayon R, traversé par un courant I de densité variable $J(r) = J_0 \frac{r^2}{R^2}$, où J_0 et R sont des constantes.

1- Exprimer le courant total I traversant le conducteur en fonction de R et J_0. Faire le calcul pour $J_0 = 10^6$ A/m^2 et R = 3mm. On pose $\pi \approx 3$

2- Exprimer en fonction de r le courant I' qui traverse une section de rayon r < R.

Partie B (3 points)

Un fil conducteur en cuivre, de conductivité $\gamma = 10^8\,\Omega^{-1}.m^{-1}$, de longueur L = 1m et de rayon R=1 mm est traversé par un courant I de densité $\vec{J}$ uniforme de valeur $J = 2.10^7$ A/m^2.

Calculer :

1- La valeur du courant I traversant le conducteur. On pose $\pi \approx 3$

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 densité électronique n_{e-}, sachant que la vitesse moyenne des charges est : $V_{moy} = 0{,}2ms^{-1}$.
On donne : $q_{e-} = -1.6.10^{-19}C$.

<u>*Formulaire*</u>

1- Théorème de Gauss :

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

2- Elément de surface latérale d'un cylindre de rayon r et de hauteur h :

$$dS_{lat} = rd\theta.dz$$

3- Composantes du gradient en coordonnées cylindriques

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