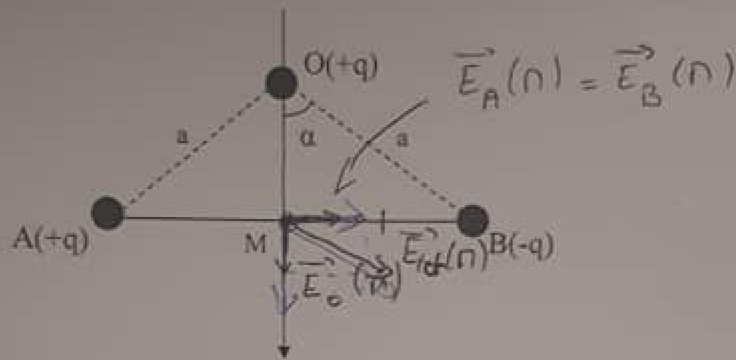
Partiel 1 de Physique (Durée:1h30) CORRIGÉ

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés.

Exercice 1 Distribution discrète (5 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 donne OA = OB = a.



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 : $E(M)$.

b) On peut écrire directement que $E_A(M) = E_B(M)$

et $E_A(M) = k\dfrac{q}{AM^2} = \boxed{k\dfrac{q}{a^2\sin^2\alpha}} = E_B(M)$

. Par ailleurs, $E_0(M) = k\dfrac{q}{OM^2} = \boxed{k\dfrac{q}{a^2\cos^2\alpha}}$

. Dès lors, comme $\vec{E}_A + \vec{E}_B$ et $\vec{E}_0$ sont orthogonaux, on trouve directement

$$E(M) = \left((2E_A)^2 + E_0^2\right)^{1/2} = \boxed{\left(\frac{kq}{a}\right)\left(\frac{4}{\sin^2\alpha} + \frac{1}{\cos^2\alpha}\right)^{1/2}}$$

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

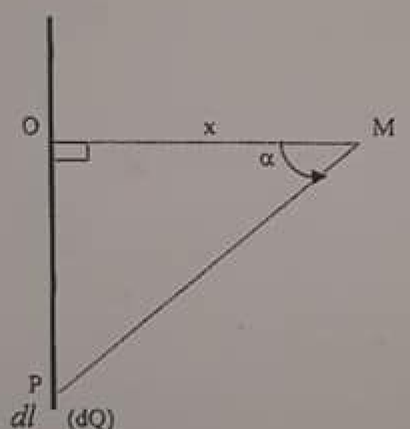
Comme $V(M) = V_O(M) + V_A(M) + V_B(M)$ et $q_A = -q_B$

on a $V(M) = V_O(M)$

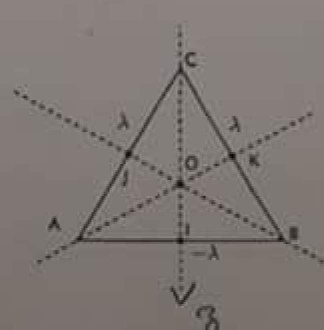
$= \boxed{k \dfrac{q}{a \cos \alpha}}$

Exercice 2 ***Distribution continue*** (3 points)

On rappelle ici qu'un élément de longueur de charge dQ situé au point P d'un fil de charge linéique λ 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 $\overrightarrow{E_{AC}}(O)$, $\overrightarrow{E_{CB}}(O)$ et $\overrightarrow{E_{BA}}(O)$ créés respectivement par la distribution continue de charges suivantes au centre O. Représenter ces vecteurs.



où ABC est un triangle équilatéral de côté 2a. Les segments [AC] et [BC] portent une densité linéique de charges λ et [AB] une densité négative $-\lambda$.

On a fait les calculs sur les normes :

$$dE_{AC}(O) = \frac{k\lambda}{JO}\cos\alpha\, d\alpha \quad \text{et} \quad JO = AJ.\tan\frac{\pi}{6} = a/\sqrt{3}$$

$$\Rightarrow E_{AC}(O) = \int_{-\pi/3}^{\pi/3} \frac{k\lambda\sqrt{3}}{a}\cos\alpha\, d\alpha$$

$$= k\lambda\frac{\sqrt{3}}{a}.\,2\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = \boxed{\frac{k\lambda}{a}.\,3}$$

$$= E_{CB}(O) = E_{BA}(O)$$ (calcul des normes).

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

. Plusieurs méthodes. J'en présente une avec les projetés.

$$\vec{E}_{AC}(O) + \vec{E}_{CB}(O) = 2\cos\left(\frac{\pi}{3}\right).\,E_{AC}\,\vec{u_z}$$

$$= E_{AC}\,\vec{u_z}$$

. Parallèlement, $\vec{E}_{AB}(O) = +E_{AB}(O)\,\vec{u_z}$

norme ≥ 0

. Donc le champ total $\vec{E}(O)$ s'écrit $\boxed{\vec{E}(O) = 6\frac{k\lambda}{a}\vec{u_z}}$

Exercice 3 *Théorème de Gauss* (6 points)