NOM : .... Prénom : .... Groupe : ....

Partiel de physique : (1h30)

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif.
Réponses exclusivement sur le sujet. Si vous manquez de place, vous pouvez utiliser le verso des pages.

QCM (6 points – pas de points négatifs pour le QCM)

Choisissez la ou les bonnes réponses :

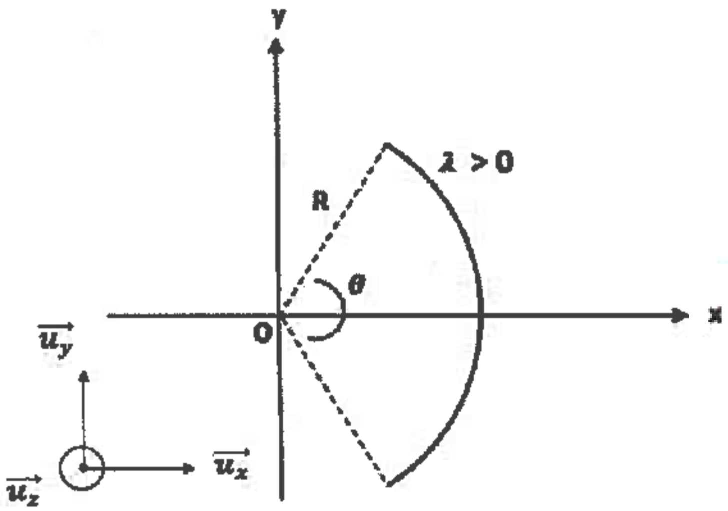
Q1. Si une charge q crée en un point M un champ de norme $\|\overrightarrow{E(M)}\|$, alors une charge $\frac{q}{2}$ crée en M un champ de norme :

a. $2\|\overrightarrow{E(M)}\|$
b. $4\|\vec{E}(M)\|$
c. $\frac{\|\overrightarrow{E(M)}\|}{2}$
d. $\|\vec{E}(M)\|$

Q2. La norme de la force électrique entre deux charges distantes de d est notée $\|\vec{F}\|$. Si la distance est divisée par deux (d'= d/2), alors la norme de la force est :

a. $2\|\vec{F}\|$
b. $4\|\vec{F}\|$
c. $\frac{\|\vec{F}\|}{2}$
d. $\frac{\|\vec{F}\|}{4}$

Q3. Dans la situation suivante, où l'on étudie $\overrightarrow{E(O)}$ le champ électrique créé en O par un arc de cercle de charge linéique constante positive λ, on peut dire que :

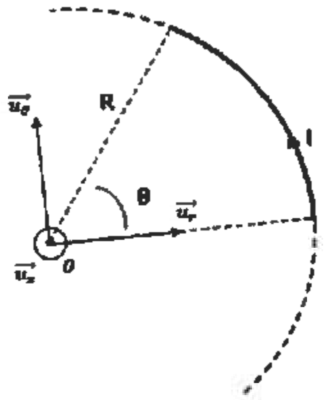


a. (O, $\overrightarrow{u_x}$, $\overrightarrow{u_y}$) est un plan de symétrie de la distribution de charges
b. (O, $\overrightarrow{u_y}$, $\overrightarrow{u_z}$) est un plan de symétrie de la distribution de charges
c. (O, $\overrightarrow{u_x}$, $\overrightarrow{u_z}$) est un plan de symétrie de la distribution de charges
d Le projeté $\overrightarrow{E(O)}.\overrightarrow{u_x}$ est positif

Q4. Dans la situation suivante, où l'on étudie $\overrightarrow{E(M)}$ le champ électrique créé en $M \in (O_z)$ par une spire de rayon R située dans le plan xOy, de charge linéique constante positive λ, on peut dire que :

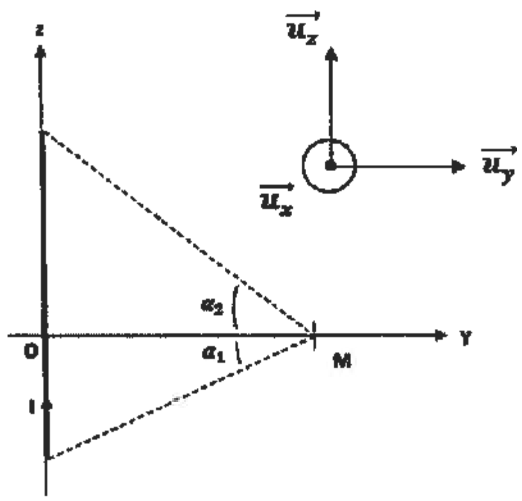
a. $(O, \overrightarrow{u_x}, \overrightarrow{u_y})$ étant un plan de symétrie de la distribution de charges, $\overrightarrow{E(M)}$ est compris dans ce plan.
b. $E_z(M) = 0$
c. $\overrightarrow{E(-z)} = \overrightarrow{E(z)}$
d. $\overrightarrow{E(-z)} = -\overrightarrow{E(z)}$

Q5. On étudie la distribution suivante : un arc de courant d'intensité I constante, suivant le tracé d'un cercle de centre O et de rayon R. Le reste de la spire étant masqué par une gaine, on peut négliger le champ magnétostatique créé par la partie en pointillés. En utilisant la loi de Biot et Savart, on peut dire que :



a. $\overrightarrow{B(O)}$ le champ total au point O est dans le plan $(O, \overrightarrow{u_r}, \overrightarrow{u_\theta})$
b. $\overrightarrow{B(O)}$ le champ total au point O est porté par le vecteur $\overrightarrow{u_r}$
c. $\overrightarrow{B(O)}$ le champ total au point O est porté par le vecteur $\overrightarrow{u_\theta}$
d. $\overrightarrow{B(O)}$ le champ total au point O est porté par le vecteur $\overrightarrow{u_z}$

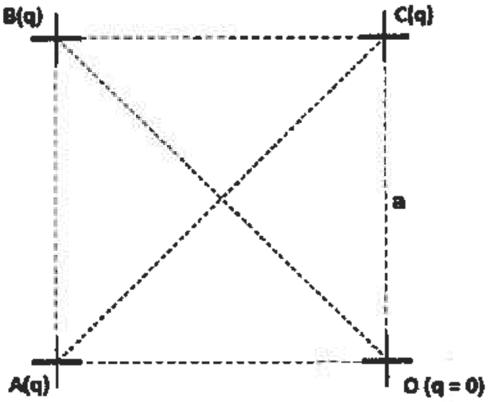
Q6. On étudie la distribution de courant suivante : un fil parcouru par un courant d'intensité constante I. Une gaine permet de négliger le champ magnétique créé pour des angles hors de $[\alpha_1; \alpha_2]$ On s'intéresse au champ $\overrightarrow{B(M)}$ créé au point M, situé dans le feuille. En utilisant la loi de Biot et Savart, on peut affirmer que :



a. Le champ total $\overrightarrow{B(M)}$ est porté par le vecteur $\overrightarrow{u_x}$, dans la direction des x croissants
b. Le champ total $\overrightarrow{B(M)}$ est porté par le vecteur $\overrightarrow{u_x}$, dans la direction des x décroissants
c. Le champ total $\overrightarrow{B(M)}$ est porté par le vecteur $\overrightarrow{u_z}$, dans la direction des x croissants
d. Le champ total $\overrightarrow{B(M)}$ est porté par le vecteur $\overrightarrow{u_z}$, dans la direction des x décroissants

Exercice 1. **Champ créée par une distribution de charges discrète**

On considère la distribution de charges suivante (voir schéma ci-dessous) formée par trois charges positives (+q) aux sommets A, B et C d'un carré ABCO de côté a. Le sommet O ne comporte **aucune charge.**



Dans un premier temps, on cherche à déterminer le champ électrostatique **créé au sommet O** par la distribution de charges.

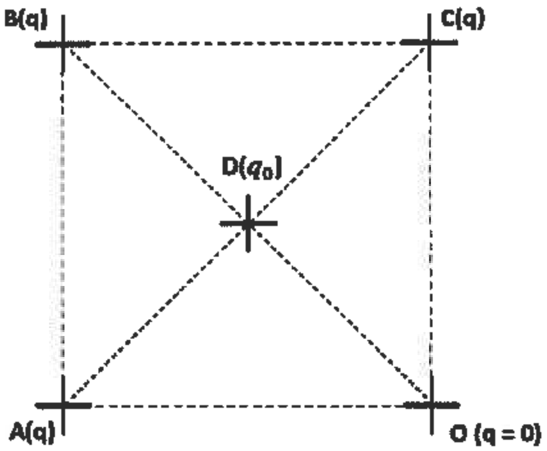
1. Schématiser les champs $\overrightarrow{E_A(0)}$, $\overrightarrow{E_B(0)}$ et $\overrightarrow{E_C(0)}$ crées en O respectivement par les charges en A, B et C. Schématiser le champ total $\overrightarrow{E(O)}$ résultant de ces trois contributions.

2. Etablir l'expression vectorielle des champs $\overrightarrow{E_A(0)}$, $\overrightarrow{E_B(0)}$ et $\overrightarrow{E_C(0)}$ en fonction de la constante de Coulomb k, de la charge q, et de la distance a.

3. Calculer la norme de chacun de ces champs.

4. Etablir l'expression vectorielle et la norme du champ total $\overrightarrow{E(O)}$.

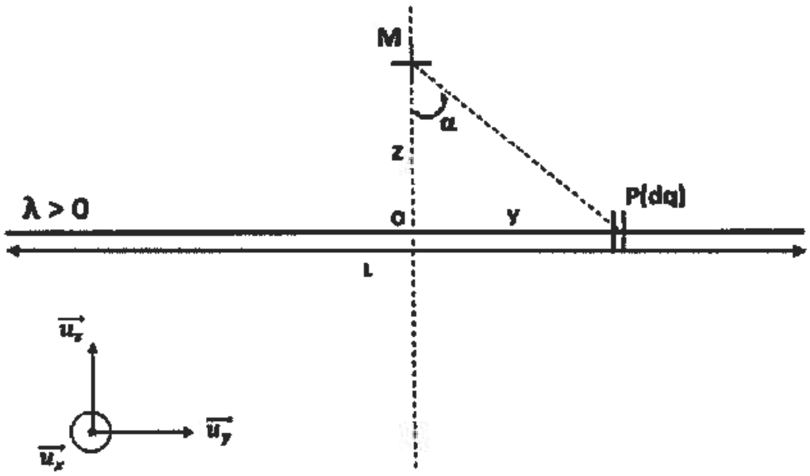
On place ensuite une charge q_0 au point D, centre du carré ABCO.



5. Etablir l'expression de q_0 telle que $\overrightarrow{E(O)} = \vec{0}$, en fonction de la charge q.

Exercice 2. **Champ électrostatique créé par une distribution continue**

On étudie la distribution de charge suivante (voir schéma) : un fil chargé linéiquement avec une charge linéique $\lambda > 0$, de longueur L **finie**. On cherche à calculer par intégration le champ électrique total créé par la distribution de charges en un point M(z) situé sur la médiatrice du segment.



1. Etudier les symétries de la distribution de charges pour déterminer la direction du champ $\overrightarrow{E(M)}$.

2. Utiliser la loi de Coulomb pour exprimer le champ infinitésimal $\overrightarrow{dE}$ créé en M par un élément de charge dq situé en P sur le fil, en fonction de la constante de Coulomb k, de la charge linéique λ, du vecteur $\overrightarrow{PM}$ et de sa norme, ainsi que de l'élément d'intégration dl = dy.

3. Sur quelle direction faut-il projeter $\overrightarrow{dE}$ pour obtenir la composante infinitésimale à intégrer pour obtenir la norme du champ total en M ? Calculer ce projeté et donner l'expression de l'intégrale, en fonction de k, λ, PM, dy et z.

Nous allons procéder à un changement de variable pour que la variable d'intégration soit l'angle α.

4. Utiliser la trigonométrie pour exprimer la longueur PM en fonction de l'angle α et de la longueur z.

5. Utiliser la trigonométrie pour exprimer la longueur y en fonction de l'angle α et de la longueur z.

6. Utiliser la question 5. pour exprimer dy en fonction de dα.

7. Utiliser les questions 4. et 6. pour exprimer l'intégrale en fonction de k, λ, z, et de l'angle α.

8. Terminer le calcul de la norme du champ électrique total en M, en intégrant l'expression obtenue entre deux angles extrêmes $-\alpha_{MAX}$ et $+\alpha_{MAX}$. Donner le résultat en fonction de k, λ, z et α_{MAX}. Donner l'expression vectorielle du champ électrique total.

9. Utiliser la trigonométrie pour exprimer le résultat en fonction de k, λ, z et L la longueur du fil.