

Physique Générale A

Série d'exercices 9: Electrostatique I 13 janvier 2025

Remarque : les exercices au format QCM devraient être réalisables en 2 minutes environ. Des exercices plus longs sont proposés afin d'approfondir vos connaissances. Ceux-ci font toutefois partie du champ de l'examen.

1.) QCM A, Poids d'une sphère

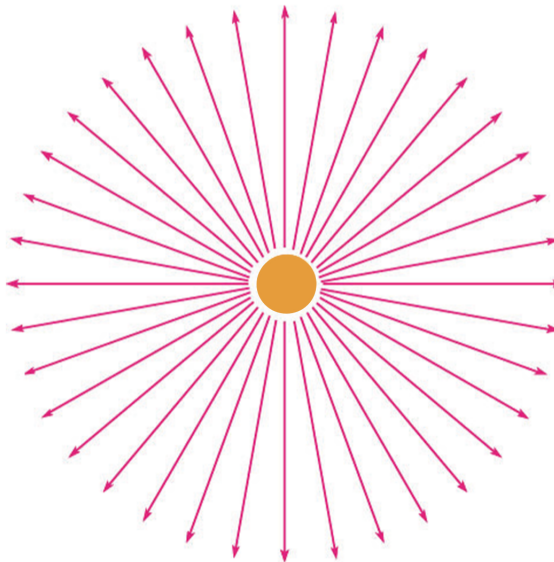
Quelles sont la norme et le sens du champ électrique nécessaires pour équilibrer le poids d'une sphère en plastique de 1,0 g portant une charge de $-3,0 \text{ nC}$?

- A. $3,3 \times 10^9 \text{ N/C}$, dirigé vers le bas
- B. $3,3 \times 10^9 \text{ N/C}$, dirigé vers le haut
- C. $3,3 \times 10^6 \text{ N/C}$, dirigé vers le bas
- D. $3,3 \times 10^6 \text{ N/C}$, dirigé vers le haut
- E. $3,3 \text{ N/C}$, dirigé vers le bas

2.) QCM K', Lignes de champ 1

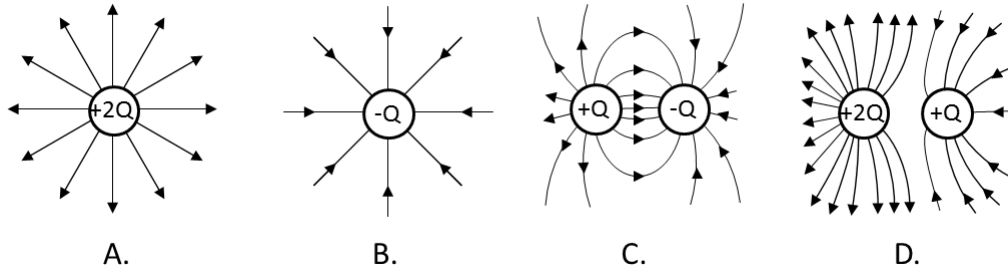
Le schéma suivant montre les lignes de champ dues à une charge électrique au repos. On peut affirmer que :

- A. La charge est positive.
- B. Le nombre de lignes de champ indique la valeur de la charge.
- C. Le long d'une ligne de champ, le potentiel électrique est constant.
- D. Si on approche une charge négative de cette charge, alors les deux charges se repoussent.



3.) QCM K', Lignes de champ 2

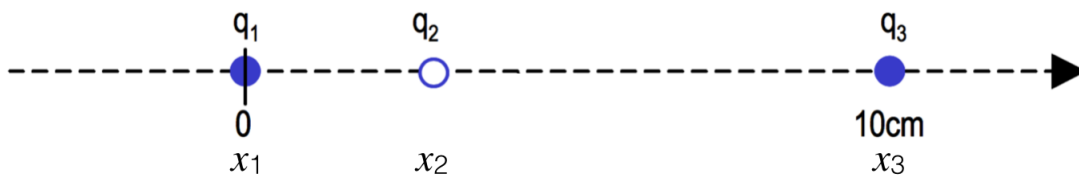
On peut affirmer que les schémas où les lignes de champ sont correctement représentées sont:



- A. Le schéma A.
- B. Le schéma B.
- C. Le schéma C.
- D. Le schéma D.

4.) QCM K' : Charges ponctuelles

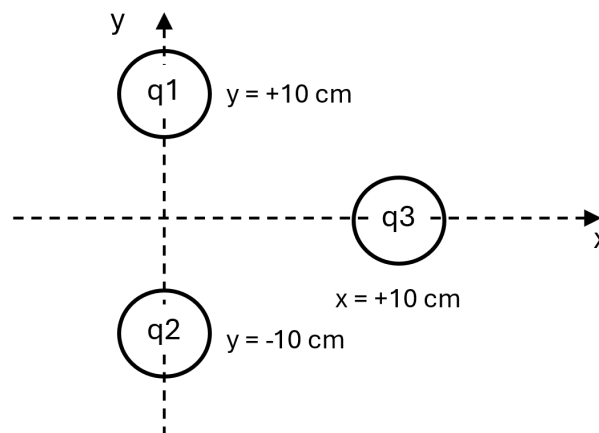
Trois charges positives ponctuelles sont alignées sur une droite orientée selon l'axe x . q_1 et q_3 sont des charges fixes placées en $x_1 = 0$ et $x_3 = 10$ cm, respectivement, alors que q_2 ne peut se déplacer que suivant l'axe x . On peut affirmer que :



- A. A l'équilibre, le champ électrique ressenti par q_2 est nul.
- B. Pour $q_1 = q_3$, la position d'équilibre x_2 sera $x_2 = 5$ cm.
- C. Si $q_1 > q_3$ alors la position d'équilibre est plus proche de q_3 .
- D. La position d'équilibre dépend de la charge de q_2 .

5.) QCM A : Force de Coulomb

Trois charges ponctuelles $q_1 = +4$ C, $q_2 = +4$ C, et $q_3 = +5$ C sont disposées comme indiqué sur le schéma ci-dessous. L'axe z sort de la feuille. La masse des charges est négligeable et la gravité peut être négligée. On peut affirmer que q_3 subit :



- A. Une force totale orientée selon $+y$.
- B. Une force totale orientée selon $-x$.
- C. Une force totale orientée selon $-y$.
- D. Une force totale orientée selon $+x$.
- E. Une force totale avec une composante non nulle en x et en y .

6.) **QCM A, Force gravitationnelle vs force électrique**

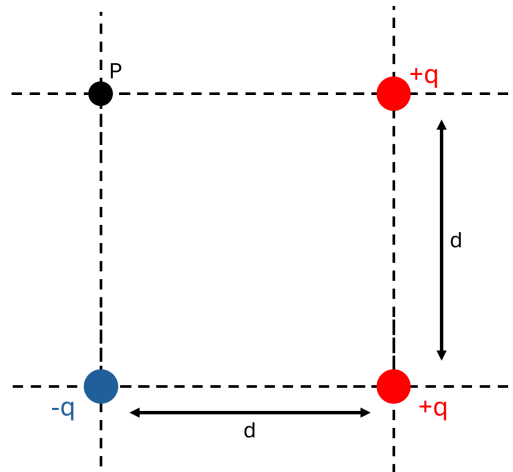
Quel est l'ordre de grandeur du rapport entre la force électrique et la force gravitationnelle entre deux électrons ?

Charge de l'électron, $-e = -1.6 \times 10^{-19}$ C ; masse de l'électron, $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg

- A. 10^{42}
- B. 10^{39}
- C. 10^{32}
- D. 10^{-13}
- E. Elles sont comparables

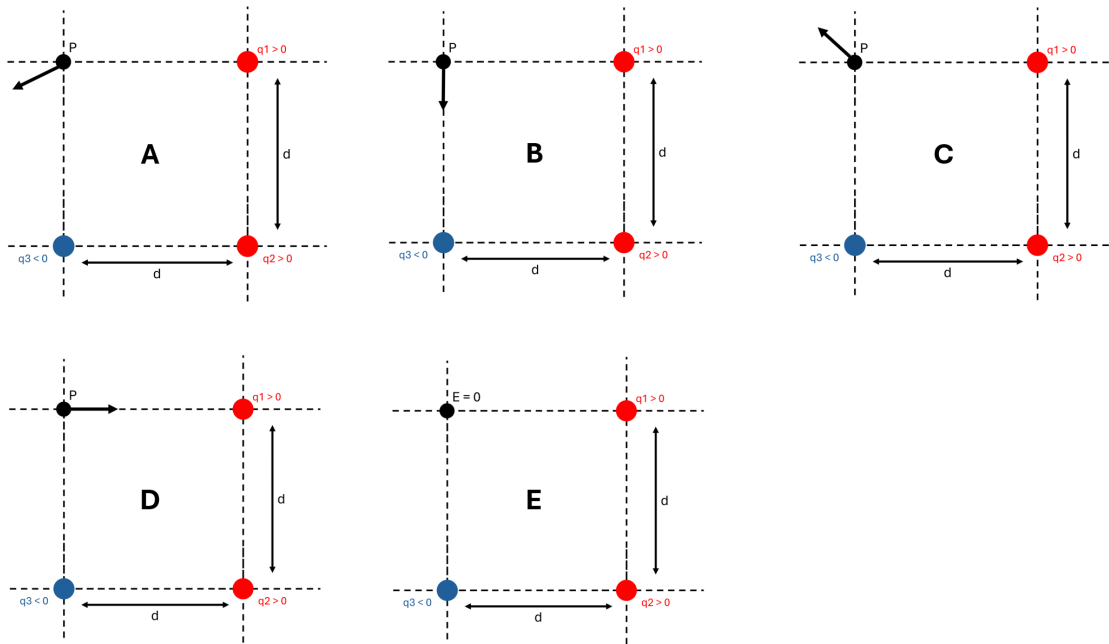
7.) **QCM A : 3 charges ponctuelles**

Trois charges ponctuelles sont disposées à 3 des 4 sommets d'un carré comme indiqué sur ce schéma :



Lequel des schémas ci-dessous décrit correctement le champ électrique au point P ?

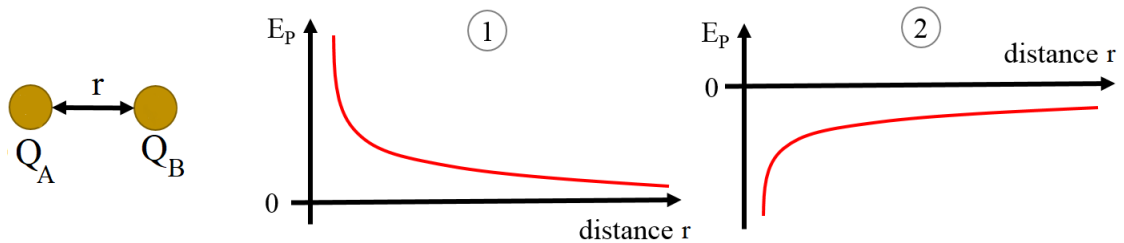
- A. Schéma A.
- B. Schéma B.
- C. Schéma C.
- D. Schéma D.
- E. Schéma E.



8.) QCM K', Energie potentielle :

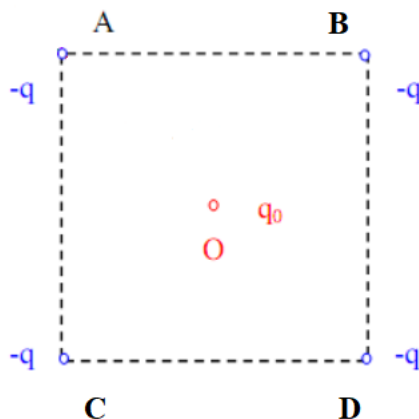
Les graphiques 1 et 2 représentent deux configurations distinctes de l'énergie potentielle électrique en fonction de la distance r qui sépare deux charges sphériques Q_A et Q_B . Dans les deux cas, on pose le potentiel $V = 0$ pour une distance infinie. On peut affirmer que:

- A. Dans le graphique 2, la charge $|Q_A|$ est plus grande que la charge $|Q_B|$.
- B. Dans le graphique 2, le travail nécessaire pour amener la charge Q_B de l'infini vers la charge Q_A est positif.
- C. Dans le graphique 2, si les deux charges correspondent aux ions Fe^{2+} et S^{2-} , et que l'énergie potentielle électrique est $E_p = -15.4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, alors la distance qui les sépare est de 5 nm.
- D. Les charges correspondant au graphique 1 ont le même signe.



9.) **Exercice d'approfondissement: Champ et force électrostatique créés par 5 charges**

Quatre charges ponctuelles identiques $-q$ ($q > 0$) sont fixées aux sommets A, B, C et D d'un carré de côté a . Une cinquième charge $q_0 > 0$ est maintenue fixe au centre O du carré.

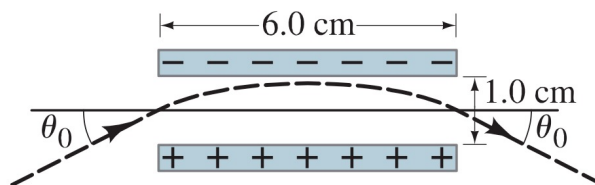


- Déterminer la valeur du champ électrostatique ressenti par la charge q_0 au point O. En déduire la force électrostatique subie par la charge q_0 .
- Déterminer l'expression du champ ressenti par la charge au point A et généré par les charges en B, C, D, et O en fonction du vecteur \vec{OA} . En déduire l'expression de la force électrostatique subie par la charge en A.
- Déterminer la valeur de q_0 en fonction de q pour que la force électrostatique totale qui s'exerce sur chacune des cinq charges soit nulle.

10.) **Exercice d'approfondissement, trajectoire d'un électron**

Un électron avec une vitesse initiale v_0 pénètre un champ électrique uniforme entre deux plaques. En raison du champ électrique, le trajet de l'électron est courbé de telle manière qu'il quitte le volume entre les plaques sous le même angle, θ_0 , avec lequel il est entré (voir la figure). Le trajet de l'électron est donc symétrique. L'électron entre et sort exactement au milieu des deux plaques, et évite juste la plaque supérieure au point le plus haut de sa trajectoire. Les plaques ont une longueur de 6 cm et sont séparées de 1 cm comme indiqué sur la figure. Nous supposons que l'effet de la gravité peut être négligé. Ainsi, la seule force agissant sur l'électron est celle du champ électrique entre les deux plaques.

Le but est de déterminer l'angle θ_0 avec lequel les électrons entrent et sortent du champ électrique.



- Supposez que l'électron pénètre d'abord entre les plaques au moment $t = 0$ s. Écrivez une expression pour la position horizontale $x(t)$ de l'électron en fonction du temps.
- Écrivez une expression pour la position verticale $y(t)$ et la vitesse verticale $v_y(t)$ de l'électron en fonction du temps entre les deux plaques.

- C. Combinez le résultat de (B) pour éliminer l'accélération, et obtenir une expression de la position verticale y qui dépend uniquement du temps t , de la vitesse initiale $v_{y,0}$ et de la vitesse à l'instant t , $v_y(t)$.
- D. Évaluez les deux équations pour la position $x(t)$ et $y(t)$ de l'électron au point le plus élevé de la trajectoire.
- E. En utilisant le résultat de (D), résolvez pour l'angle d'incidence de l'électron.

Réponses:

- 1.) C.
- 2.) Vrai, Faux, Faux, Faux.
- 3.) Vrai, Vrai, Vrai, Faux.
- 4.) Vrai, Vrai, Vrai, Faux
- 5.) D.
- 6.) A.
- 7.) A
- 8.) Faux, Faux, Faux, Vrai
- 9.) A. $\vec{F}(O) = q_0 \vec{E}(O) = \vec{0}$
 B. $\vec{F}(A) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^3} (q(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}) - 2\sqrt{2}q_0) \vec{OA}$
 C. $q_0 = q(\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{4})$
- 10.) A. $x(t) = x_0 + v_{x,0} \times t$
 B. $y(t) = y_0 + v_{y,0} \times t + \frac{1}{2} \times a_y \times t^2$, et $v_y(t) = v_{y,0} + a_y \times t$
 C. $y(t) = y_0 + \frac{1}{2} \times v_y(t) \times t + \frac{1}{2} \times v_{y,0} \times t$
 D. $x(t_{\max}) = v_{x,0} \times t_{\max} = 0,03 \text{ m}$, et $y(t_{\max}) = \frac{1}{2} \times v_{y,0} \times t_{\max} = 0,005 \text{ m}$
 E. $\theta_0 = 18.4 \text{ degrés}$

s