

Champs électriques



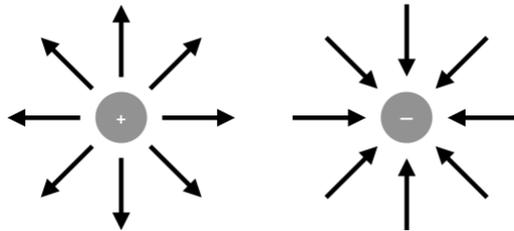
Description

Une charge électrique modifie, de part sa présence, l'espace autour d'elle. Cette modification, appelée champ électrique est proportionnelle à l'intensité de la charge. L'intensité du champ électrique diminue rapidement avec la distance.

Une charge électrique qui se trouve dans un champ électrique subit une force électrique.

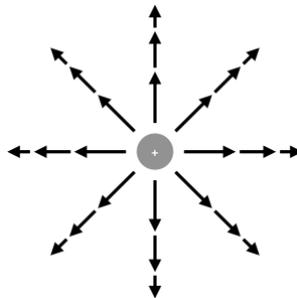
Direction

La direction d'un champ électrique dépend du signe de la charge électrique qui l'engendre : si la charge est positive alors les vecteurs représentant le champ sont centrifuges. Si la charge est négative alors les vecteurs représentant le champ sont centripètes :



Intensité

Le champ électrique généré par une charge électrique est proportionnel à l'intensité de la charge. Il diminue rapidement avec la distance (Il est inversement proportionnel au carré de la distance).



En d'autres termes si on multiplie la charge par deux, le champ est deux fois plus intense. Si on réduit la distance de moitié alors le champ est quatre fois plus intense (*formulaire CRM p. 145*).

$$E = \frac{Q}{r^2} C$$

E = Champ électrique (unité: N/C ou V/m)

Q = Charge électrique (unité: C)

r = Distance entre la charge et l'endroit où on mesure le champ (unité: m)

C = Constante de Coulomb ($9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

Une charge électrique q plongée dans un champ électrique subit une force proportionnelle au champ et à l'intensité de la charge.
Cette force est de même nature que la force électrique.

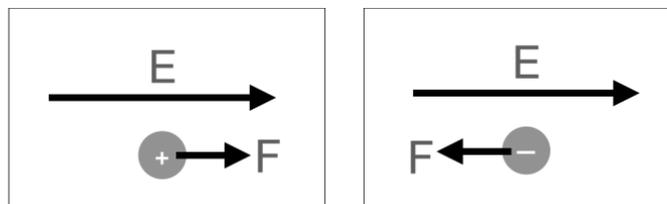
$$F = qE$$

F = Force électrique (unité: N)

E = Champ électrique (unité: N/C)

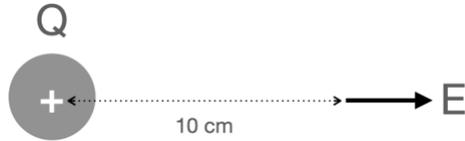
q = Charge électrique qui subit le champ (charge témoin) (unité: C)

Une charge électrique positive plongée dans un champ électrique subit une force de même direction et de même sens que le champ. Une charge électrique négative plongée dans un champ électrique subit une force de même direction mais de sens opposée au champ :



Exercices

1. Soit une charge ponctuelle Q de $5 \mu\text{C}$.
 a. Calculer l'intensité du champ électrique à 10 cm de cette charge.



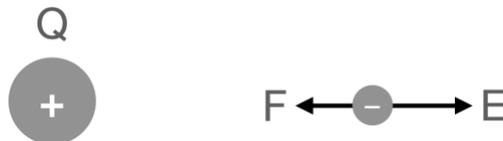
$$E = \frac{Q}{r^2} \cdot C = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{0,1^2} \cdot 9 \cdot 10^9 = 4,5 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

- b. Calculer la force subit par une charge de $1 \mu\text{C}$ se trouvant à 10 cm de cette charge.



$$F = qE = 10^{-6} \cdot 4,5 \cdot 10^6 = 4,5 \text{ N}$$

- c. Calculer la charge électrique (intensité et signe) d'un objet se trouvant à 10 cm de cette charge et subissant une force électrique de 1 N dirigée vers Q .



La force est de sens opposée à $E \rightarrow$ la charge de l'objet est négative.

$$F = qE \Rightarrow q = -\frac{F}{E} = -\frac{1}{4,5 \cdot 10^6} = -2,22 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

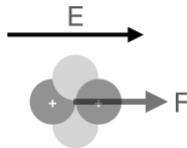
2. Un électron se trouve dans un champ électrique de 100 N/C .
 a. Calculer la force électrique exercée sur l'électron.

$$F = qE = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 100 = 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ N}$$

- b. Calculer l'accélération de l'électron.

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-17}}{9,11 \cdot 10^{-31}} = 1,76 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$$

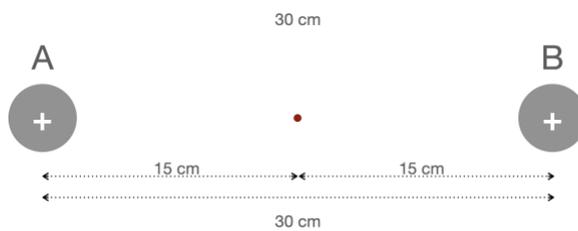
3. Une particule alpha se trouve plongé dans un champ électrique de 10^5 N/C. Calculer la force électrique subit par la particule alpha.



$$F = qE \quad q = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$F = 3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 10^5 = 3,2 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

4. Deux charges ponctuelles A ($+1 \mu\text{C}$) et B ($+4 \mu\text{C}$) sont distant de 30 cm.
- Quelle est l'intensité du champ électrique généré par A à mi-distance entre A et B ?

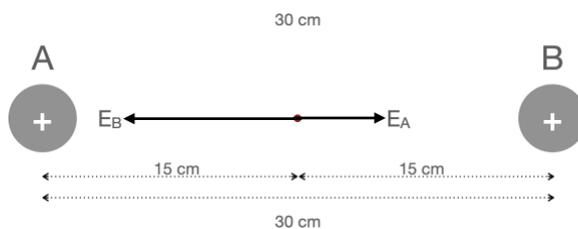


$$E_A = \frac{10^{-6}}{0,15^2} \cdot 9 \cdot 10^9 = 4 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

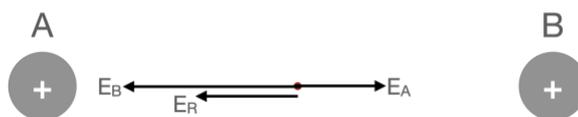
- Quelle est l'intensité du champ électrique généré par B à mi-distance entre A et B ?

$$E_B = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{0,15^2} \cdot 9 \cdot 10^9 = 1,6 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

- Représenter ces champs sur le schéma.

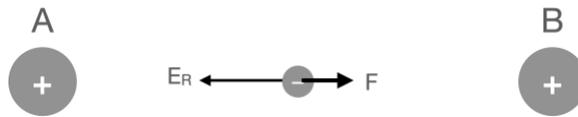


- Quelle est l'intensité du champs électrique résultante à mi-chemin entre A et B ?



$$E_R = E_B - E_A = 1,6 \cdot 10^6 - 4 \cdot 10^5 = 1,2 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

- e. Quelle est l'intensité et la direction de la force électrique subit par une charge de $-3 \mu\text{C}$ qui se trouve à mi-chemin entre A et B.



$$F = qE = 3 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2 \cdot 10^6 = 3,6 \text{ N}$$

5. Deux charges ponctuelles A ($+1 \mu\text{C}$) et B ($+4 \mu\text{C}$) sont distant de 30 cm. Il existe un point M sur la droite reliant A à B où le champs électrique est nulle.
- a. Calculer la distance de A à M.



$$E_A = E_B \Rightarrow \frac{10^{-6}}{d^2} \cdot 9 \cdot 10^9 = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{(0,3-d)^2} \cdot 9 \cdot 10^9 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{d^2} = \frac{4}{(0,3-d)^2} \Rightarrow 4d^2 = (0,3-d)^2$$

$$\Rightarrow 4d^2 = 0,09 - 0,6d + d^2 \Rightarrow 3d^2 + 0,6d - 0,09 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = 0,6^2 - 4 \cdot 3 \cdot (-0,09) = 1,44$$

$$d = \frac{-0,6 \pm \sqrt{1,44}}{6} \Rightarrow d_1 = 0,1 \text{ m} \quad d_2 = -0,3$$

Quelle est l'intensité de la force subit par une charge électrique se trouvant au point M ?

$$F = qE = 0 \text{ N}$$