

Champs et flux électriques

Force de Coulomb entre 2 charges électriques Q_1 et Q_2 : $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{r^2}$, où

- F est la force exprimée en Newton (N);
- ϵ_0 est la constante électrique ou permittivité du vide: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$
 $\Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9$;
- Q_1 et Q_2 sont les 2 charges électriques exprimées en Coulombs (C);
- r est la distance entre Q_1 et Q_2 (à leurs centres) exprimée en mètre (m).

Champ électrique: Le champ électrique est la force par unité de charge: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$,
où - \vec{E} est le champ électrique dont l'intensité E est exprimée en N/C;
- \vec{F} est la force dont l'intensité F est exprimée en N;
- q est la charge test (charge mise dans le champ électrique pour pouvoir mesurer \vec{E}) exprimée en C.

Force subie par une charge électrique Q placée dans un champ électrique \vec{E} : $\vec{F} = Q\vec{E}$.

Principe de superposition de 2 champs électriques: Si on a 2 charges électriques générant les champs électriques \vec{E}_1 et \vec{E}_2 , alors le champ électrique total engendré par l'ensemble des 2 charges est $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$.

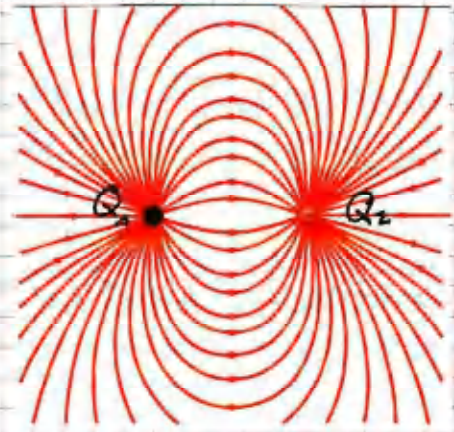
Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique: $\vec{a} = \frac{q}{m} \vec{E}$, avec

- \vec{a} est l'accélération de la particule exprimée en m/s^2 ;
- q est la charge de la particule exprimée en C;
- m est la masse de la particule exprimée en kg;
- \vec{E} est le champ électrique exprimé en N/C.

Une fois l'accélération déterminée, si on est dans le cas de champ électrique uniforme (d'intensité toujours égale), comme elle est constante, les équations du MKUA (mouvement rectiligne uniforme) permettent de déduire la vitesse et la position de la charge.

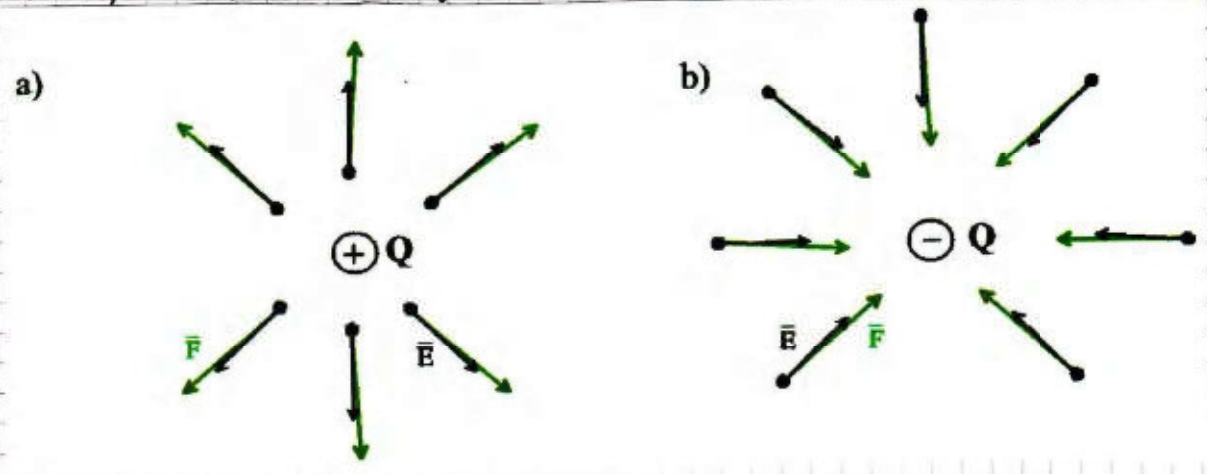
Lignes de champ électrique d'un dipôle:

Si on a 2 charges électriques de charges opposées, on peut symboliser les lignes du champ électrique (trajet que suivrait une particule) entre les 2 charges de la manière suivante:

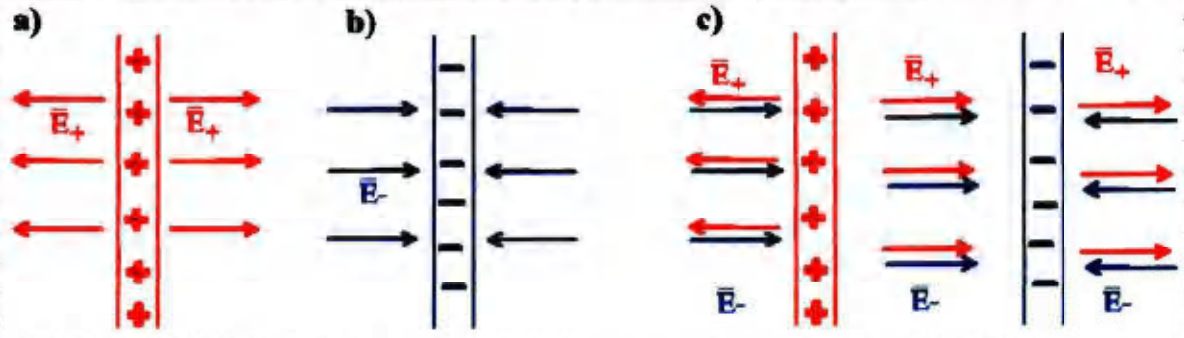


où Q_1 a une charge positive et Q_2 une charge négative.

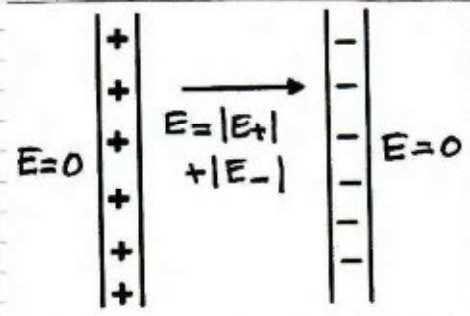
Lignes du champ électrique d'une charge:



Lignes du champ électrique entre 2 plans infinis de charges opposées:



et, donc, en utilisant le principe de superposition:

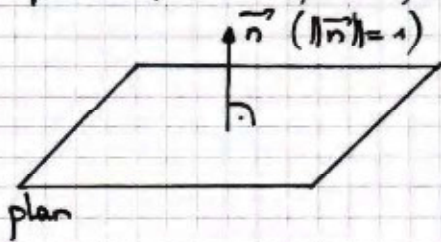


Intensité du champ électrique créé par une charge ponctuelle: $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 d^2}$,
 où d est la distance considérée à la charge ponctuelle q .

(3)

Intensité du champ électrique créé par un fil long et uniformément chargé: $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d}$,
 où d est la distance considérée au fil et
 $\lambda = \frac{Q}{L}$, où Q est la charge électrique d'une portion de fil de longueur L .

Champ électrique créé par un plan infini uniformément chargé: $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \vec{n}$, où



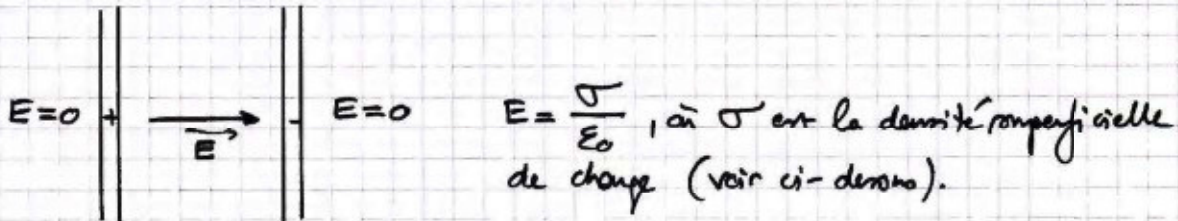
σ est la densité superficielle de charge.
 Si la densité superficielle de charge est uniforme (autrement dit si la charge est répartie uniformément sur toute la surface), on a alors $\sigma = \frac{Q}{S}$, où Q est la charge électrique totale et S la surface totale.

L'intensité d'un tel flux est: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$.

Si le plan est chargé positivement, le champ électrique s'éloigne du plan.

Si le plan est chargé négativement, le champ électrique se dirige vers le plan.

Champ électrique entre 2 plans parallèles uniformément chargés de charges opposées:



Flux électrique: C'est le flux à travers une surface du champ électrique.

Si \vec{E} est le champ électrique et S la surface, le flux électrique au travers la surface S est $\int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$ et il est noté ϕ_E . Son unité est $V \cdot m$.

Si \vec{E} est indépendant de $d\vec{S}$ (par exemple si le champ est partout perpendiculaire à la surface), on a $\phi_E = \vec{E} \cdot \vec{S}$.

Flux électrique à travers une surface plane et un champ uniforme:

$\phi_E = SE \cos \theta$, où S est la surface concernée, E l'intensité du champ électrique et θ l'angle entre les lignes de champ électrique et la normale à la surface.

Théorème de Gauss:

Si la surface S considérée est fermée, on a

$$\phi_E = \frac{Q}{\epsilon_0}, \text{ où } Q \text{ est la charge électrique contenue dans le volume que la surface } S \text{ délimite.}$$