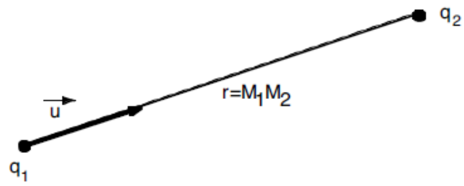
CHAMP ELECTROSTATIQUE

I) INTERACTION COULOMBIENNE : Loi de Coulomb

$$\boxed{\overrightarrow{F_{1/2}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\vec{u}}$$

- l'action de (1) sur (2)entre deux charges **ponctuelles immobiles** est
- les charges de même signe se repoussent, celles de charge opposée s'attirent. On notera que: $1/4\pi\,\varepsilon_0 = 9\ 10^9$ S.I

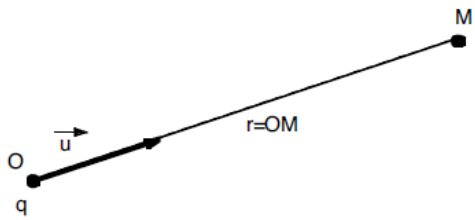


II) CHAMP ELECTROSTATIQUE

$\boxed{\vec{E} = \dfrac{\vec{F}}{q}}$ Rem : pour « détecter » un champ électrostatique on place dans l'espace une charge test ou exploratrice q > 0.

Ex : champ créé par une charge ponctuelle

$$\boxed{\vec{E}(M) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\vec{u}}$$



Superposition des distributions de charges

Si l'espace contient plusieurs charges, leurs champs s'ajoutent (car la force sur la charge exploratrice est la résultante des forces).

III) POTENTIEL ELECTROSTATIQUE

Définition A tout champ électrostatique est associé un champ scalaire V(M,t) lié à $\vec{E}$ par $\boxed{\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}V}$

Rem : V s'exprime en Volt (V) . L'unité du champ le V/m.

Rem : la définition du gradient repose sur la relation $\boxed{dV = \overrightarrow{\text{grad}}V.\overrightarrow{dOM}}$

Rem : le travail élémentaire de $\vec{F} = q\vec{E}$ qui s'applique à une charge q vaut:

$\delta W = q\,\vec{E}.d\vec{OM} = -q\overrightarrow{grad}\,V.d\vec{OM} = dqV$. Le potentiel a donc un lien avec l'énergie.

IV) ENERGIE POTENTIELLE D'UNE CHARGE q DANS UN CHAMP EXTERIEUR

$\boxed{E_{pelec} = qV(M,t)}$ 'énergie potentielle électrostatique pour une charge placée dans une distribution qui crée le potentiel V(M,t).

Travail de la force électrostatique $\boxed{W = -\Delta E_{pelec} = -\Delta(qV(M,t))}$

Rem : $\int_A^B \vec{E}.\vec{dl}$ est appelée circulation du champ entre A et B. La circulation pour un contour fermé, elle est notée $\oint \vec{E}.\vec{dl}$ Pour le champ électrostatique elle est nulle.

V) THEOREME DE GAUSS

$$\Phi = \oiint_{\Sigma} \vec{E}(M,t).\vec{n}\,dS = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

Rem: la surface fermée est orientée par sa **normale sortante.**

Rem: le calcul du flux est simple si elle contient des équipotentielles (le champ est, sur l'équipotentielle, orthogonal à la normale).

VI) PROPRIETES DE SYMETRIE

1. Si la distribution de charges électriques est symétrique par rapport à un point, ligne ou plan, le champ électrique à la même symétrie.
2. Si la distribution de charges électriques est antisymétrique par rapport à un point, ligne ou plan, le champ électrique à la même antisymétrie.

Conséquences pratiques

On recherche les plans de symétrie Π^+ (charges symétriques de même signe) et les plans de 'antisymétrie Π^- (charges symétriques de signe contraire).
1. Si M appartient à Π^+, le champ en M est dans Π^+.
2. Si M appartient à Π^-, le champ en M est orthogonal à Π^-.

Rem : on place M et on cherche les plans qui passent par M

VII) TOPOGRAPHIE DU CHAMP ELECTROSTATIQUE

1°) Lignes de champ

Les lignes de champ électrostatique sont les lignes tangentes en chacun de leur point au champ.

Propriétés

1- les lignes de champ ne se referment jamais sur elle-même
2- en présence de charges, elles s'appuient sur la distribution de charge
3- si les lignes de champ convergent vers un point, il porte d'une distribution de charge négative
4- si les lignes de champ divergent d'un point, il porte une distribution de charge positive
5- le champ au voisinage d'une charge permet de l'évaluer (Théorème de Gauss local)
6- dans une région vide de charge, la norme du champ électrostatique :
- augmente le long d'une ligne de champ quand les lignes d'un tube de champ se resserrent
- diminue le long d'une ligne de champ quand les lignes s'écartent

2°) Surfaces équipotentielles

Les équipotentielles sont des surfaces sur lesquelles le potentiel électrostatique a une même valeur.
Rem : l'équipotentielle V = 0 V (Volt) est choisie arbitrairement à l'infini (si à l'infini, il n'y a pas de charge).

Propriétés

1- les lignes de champ sont orthogonales aux équipotentielles
2- le champ électrostatique a le sens des potentiels décroissants
3- le potentiel électrostatique n'a pas d'extremum dans une région vide de charge
4- si le potentiel est maximal en un point, les lignes de champ convergent vers ce point
5- si le potentiel est minimal en un point, les lignes de champ convergent vers ce point
6- si deux équipotentielles voisines, distantes de Δl, présentent une ddp ΔV le champ électrostatique dans leur proximité est donné par $\left\|\vec{E}\right\|\Delta l = -\Delta V$ (sens du champ donné par **2-)**