

Chapitre 1 : Interactions et champs

Compétences:

- Interpréter des expériences mettant en jeu l'interaction électrostatique.
- Utiliser la loi de Coulomb.
- Citer les analogies entre la loi de Coulomb et la loi d'interaction gravitationnelle.
- Utiliser les expressions vectorielles :
 - de la force de gravitation et du champ de gravitation ;
 - de la force électrostatique et du champ électrostatique.
- Caractériser localement une ligne de champ électrostatique ou de champ de gravitation.

I. Interaction électrostatique

La matière est électriquement neutre mais elle est composée de particules qui pour certaines sont électriquement chargées.

La charge électrique est notée q et son unité est le Coulomb (C).

La charge élémentaire e vaut $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Un objet chargé électriquement engendre à distance un déplacement de charge à la surface du conducteur placé à proximité. C'est une électrisation par influence.

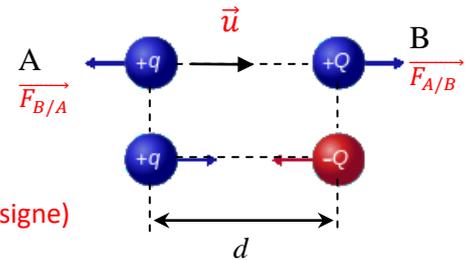
L'influence électrostatique est mise en évidence par la loi de Coulomb.

Soit deux objets de charges électriques q_A et Q_B et distant de d et \vec{u}_{AB} un vecteur unitaire dirigé de A vers B:

$$\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A} = k \times \frac{q_A \times Q_B}{d^2} \vec{u}_{AB}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F \text{ en } N \\ q \text{ et } Q \text{ en } C \\ d \text{ en } m \end{array} \right.$$

avec k une constante de valeur $9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2 \text{ C}^{-2}$



L'interaction électrostatique est :

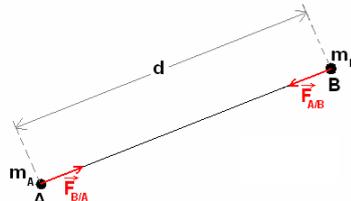
attractive (si charges de signe contraire) **ou répulsive** (si charges de même signe)

Ne pas confondre vecteur et norme !!!

Exemple : Soient deux protons séparés par une distance $d = 3,00 \cdot 10^{-6} \text{ nm}$.

1. Donner la relation vectorielle de la force électrostatique exercée par le proton 1 sur le proton 2. Vous ferez apparaître un vecteur unitaire de votre choix.
2. Donner les caractéristiques de cette force (y compris sa valeur).
3. La représenter sur un schéma à l'aide d'une échelle bien choisie.

II. Analogie entre les forces gravitationnelles et électrostatique

Force de gravitation	Force électrostatique
<p>Elle s'exerce entre tous les objets possédant une masse. Soient deux objets de masses m_A et m_B distant de d :</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px; margin-right: 10px;"> F en N m et m' en kg d en m </div> <div> $\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A} = -G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \vec{u}$ </div> </div> <p>avec G la constante de gravitation universelle ($G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.)</p> <p>L'interaction gravitationnelle est : toujours attractive</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> $\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A}$ </div>  </div>	<p>C'est la même forme mathématique : La valeur est proportionnelle aux masses ou aux charges électriques et inversement proportionnelle au carré de la distance.</p> $\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A} = k \times \frac{q_A \times Q_B}{d^2} \vec{u}$ <p>L'interaction est répulsive ou attractive</p> $\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A}$

III. Les champs en physique

1. La notion de champ.

Un champ représente la cartographie dans l'espace d'une grandeur physique.

On observe deux types de champs.

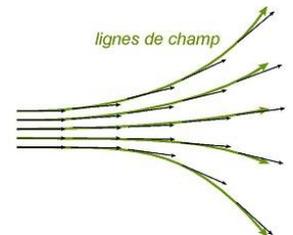
- Un champ scalaire est un champ dont la grandeur physique mesurable est caractérisée par une valeur numérique.
- Un champ vectoriel est un champ dont la grandeur physique mesurable le caractérisant a des propriétés de vecteurs.

2. Lignes de champs

Un objet de par ses propriétés physiques (charges, masse...) modifie les propriétés de l'espace, il en résulte un champ autour de lui.

Un champ est une grandeur physique associée à chaque point de l'espace.

Cartographier un champ signifie, déterminer les caractéristiques en plusieurs points de l'espace puis le représenter. On utilise des lignes de champ : ce sont des courbes tangentes au champ et dans le même sens.



3. Champ de gravitation

Toute masse crée autour d'elle un champ de gravitation noté \vec{G} qui exerce sur une particule (ou plusieurs) de masse m une force attractive F . Son unité est en newton par kilogramme.

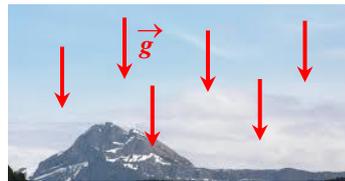
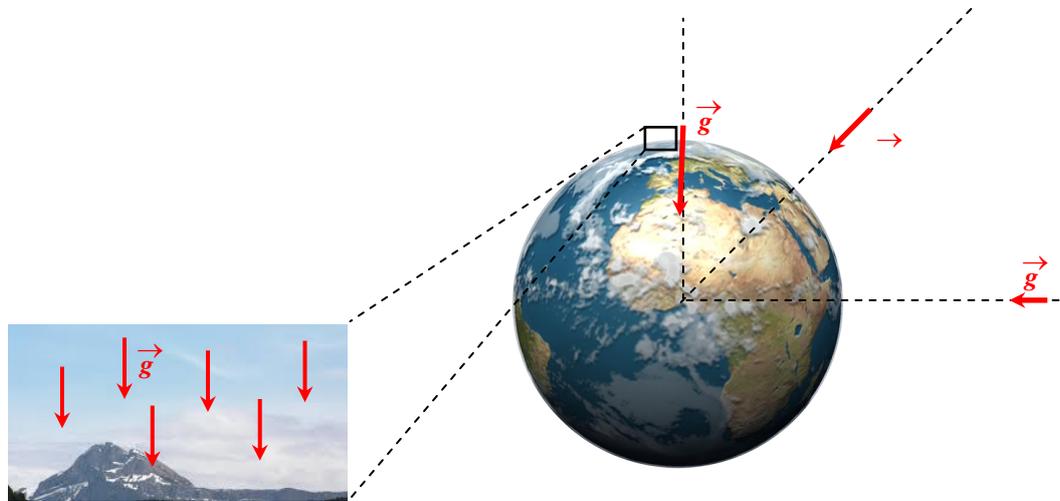
Il sera noté \vec{G} : $\vec{G} = \frac{\vec{F}}{m}$ ou encore $\vec{F} = m \vec{G}$

Un objet de masse M subit le champ de gravitation donc : $\vec{F} = -G \times \frac{m \times M}{d^2} \times \vec{u}$

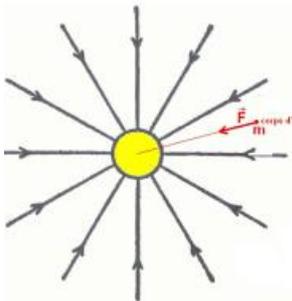
On en déduit que : $\vec{G} = -G \times \frac{M}{d^2} \times \vec{u}$

Cas particulier du champ de pesanteur :

Si on considère un objet sur Terre et que la distance entre l'objet et le centre de la Terre n'est que le rayon de la Terre alors on nomme la force : le poids et le champ de gravitationnel \vec{g} vient le champ de pesanteur terrestre g . On retrouve ainsi la relation que vous connaissez : $\vec{P} = m \vec{g}$



Représentation des lignes de champs



4. Champ électrostatique

Un objet ayant une charge électrique modifie les propriétés de l'espace autour de lui, cela se modélise par un champ vectoriel appelé champ électrostatique noté \vec{E} .

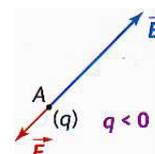
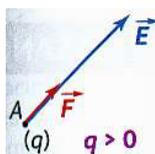
La force électrostatique F qui s'exerce sur un corps de charge q placé dans un champ électrostatique est : $\vec{F} = q \times \vec{E}$

Les vecteurs E et F ont même direction et le sens de F dépend du signe de la charge q : attention norme/*vecteur

$$F = |q|E$$

Si $q > 0$, E et F sont de même sens.

Si $q < 0$, E et F sont de sens opposé.



Le champ électrostatique E a pour sens de la charge positive vers la charge négative et l'unité est le $V.m^{-1}$.

Représentation des lignes de champs :

Lignes de champs

- › Les lignes de champ représente l'orientation du champ électrique la densité représente $|\mathbf{E}|$.

