

Chapitre 8 « Interactions fondamentales et introduction à la notion de champ »

Les compétences à acquérir...

- 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.
 - Force de gravitation et champ de gravitation. / Force électrostatique et champ électrostatique.
 - 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.
- Illustrer l'interaction électrostatique. Cartographier un champ électrostatique.*



	<p>Le phénomène de l'électrisation d'un corps est connu depuis longtemps. Dès l'antiquité, Thalès (VII^e siècle avant J.-C.) avait constaté que l'ambre attire après frottements des corps légers. Cette expérience est reproduite de nos jours avec une simple règle en plastique frottée avec de la laine et de petits morceaux de papier ou un pendule constituée d'une sphère en polystyrène recouverte d'aluminium. (Activité 1)</p> <p><i>Un objet chargé électriquement engendre, à distance, un déplacement de charge à la surface d'un conducteur placé à proximité ou par contact un transfert de charge.</i></p>	
--	--	--

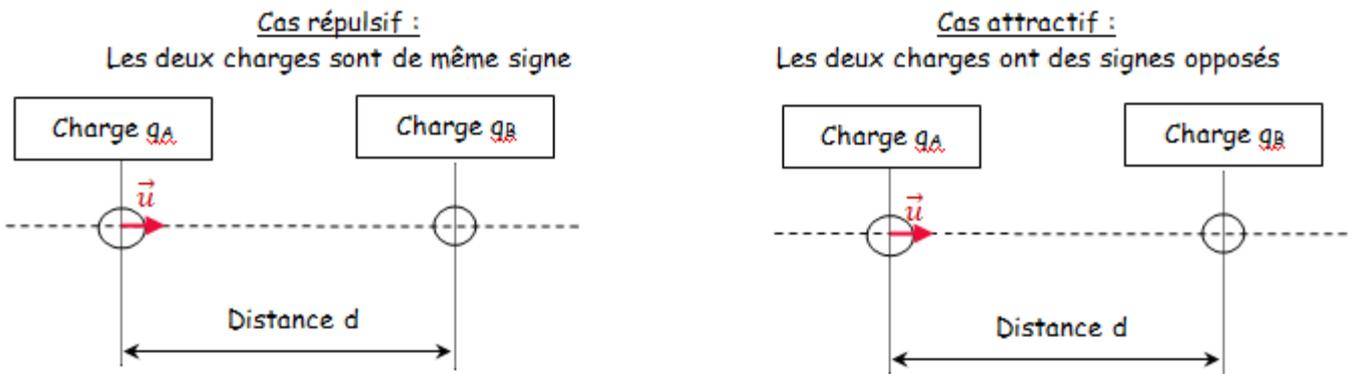
I- Interactions électrostatiques et gravitationnelles :

1- Interactions électrostatiques et loi de Coulomb :

a- Loi de Coulomb : Expression des forces électriques

Deux objets A et B chargés de charges électriques q_A et q_B , séparés par une distance d exercent l'un sur l'autre une interaction appelée interaction

Cette interaction est soit soit



Représenter sans souci d'échelle les vecteurs forces $\vec{F}_{B/A}$ (force exercée par B sur A) et $\vec{F}_{A/B}$ (force exercée par A sur B) dans les 2 cas. \vec{u} est un vecteur unitaire.

Relation entre ces 2 vecteurs et expression de leur intensité

$\vec{F}_{A/B} = \dots \vec{F}_{B/A} =$ $\mathbf{F}_{A/B} = \mathbf{F}_{B/A} =$ <p>$k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ la constante de Coulomb.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - les points d'applications des forces sont respectifs les - la direction est la droite liant le centre des deux objets, - leurs sens sont - Les forces sont de intensité :
--	--

Remarque : Retrouvez l'unité de la constante de Coulomb k

b- La charge électrique q :

Il existe une charge notée e qui correspond à la plus petite charge électrique portée par une particule.

$e = \dots\dots\dots$

La charge portée par un électron est :

$q_e = \dots\dots = \dots\dots\dots$

La charge portée par un proton est :

$q_p = \dots\dots = \dots\dots\dots$

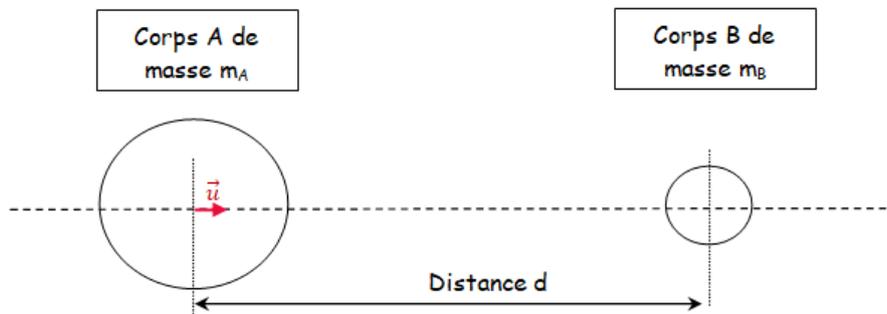
Au niveau macroscopique, toute charge électrique q associée à un objet est un multiple de cette charge élémentaire :

$q = \dots\dots\dots$ avec $n \in \mathbb{Z}$

Exercice : Calculer la valeur de la force électrique s'exerçant entre l'électron et le proton d'un atome d'hydrogène de diamètre $d_H = 2,4 \text{ fm}$

2- Interactions gravitationnelles et force de gravitation universelle :

Deux corps A et B (à répartition sphérique de masse) de masses m_A et m_B , séparés par une distance d exercent l'un sur l'autre des forces **toujours** et de **même intensité**



Représenter sans souci d'échelle les vecteurs forces $\vec{F}_{B/A}$ (force exercée par B sur A) et $\vec{F}_{A/B}$ (force exercée par A sur B). \vec{u} est un vecteur unitaire.

Relation entre ces 2 vecteurs et expression de leur intensité

$\vec{F}_{A/B} = \dots \vec{F}_{B/A}$

$F_{A/B} = F_{B/A} =$

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ la constante de la gravitation universelle

- les points d'applications des forces sont respectifs les des objets A et B,
- la direction est la droite liant le des deux objets,
- leurs sens sont
- Les forces sont de intensité

Remarque : Attention aux unités :

- la longueur d est en mètre (m),
- les masses m_A et m_B sont
- la force F est en newtons (N).

Exercice : Calculez la force exercée par la terre sur vous $F_{T/vous}$?

Masse de la terre
 $M_T = 5,9722 \times 10^{24} \text{ kg}$
Rayon de la terre
 $R_T = 6\,371 \text{ km}$

Quelle est l'intensité de la force que vous exercee sur la terre ?

Quel est le « petit nom » que l'on donne à cette force exercée par la terre sur vous ?

3- Analogie entre les forces électrostatiques et les forces de gravitations interactions électrostatiques et gravitationnelles :

	Caractéristique de la particule qui crée le champ	Schéma	Expression vectorielle	norme
Interaction gravitationnelle				F_g : en newtons (N) $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ m : en kilogrammes (kg) d : en mètres (m)
Interaction électrostatique		<p>q_A et q_B de signes opposés</p> <p>q_A et q_B de même signe</p>		F_e : en newtons (N) $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ q : en Coulombs (C) d : en mètres (m)

Remarque :

.....

II- Champs électrostatique et champ gravitationnelle :

1-Définition d'un champ en physique :

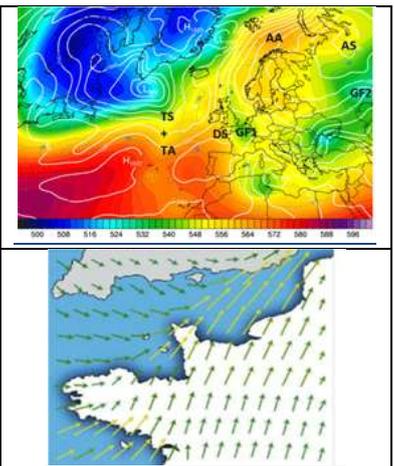
Un champ est une propriété physique définie en tout point de l'espace, modélisée soit :

- par une grandeur physique (un nombre) . On parle alors de champ
- par un vecteur. On parle alors de champ

Exemples :

-

 -



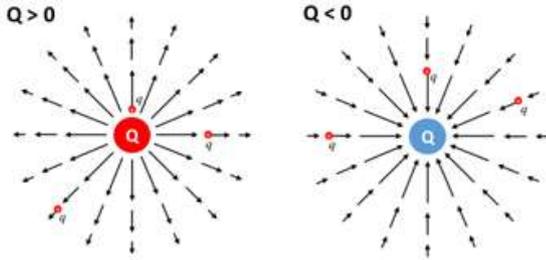
2- Champs électrostatique et champ gravitationnelle :

Champ électrostatique

Toute particule chargée q entrant dans un champ électrostatique subit une force

$$\vec{F}_e =$$

où \vec{E} est le champ électrique



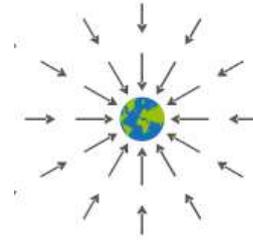
Le lien avec la loi de coulomb

champ gravitationnelle

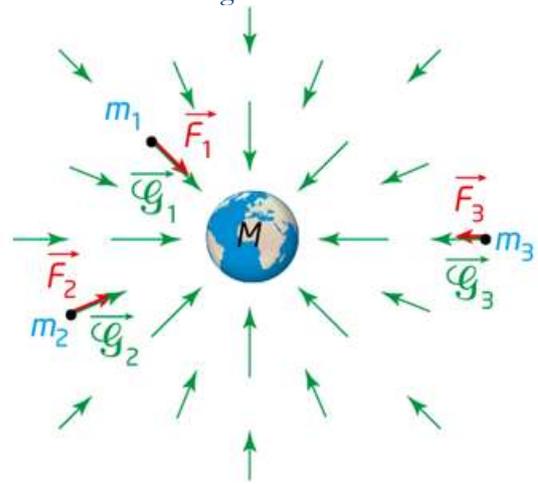
Tout objet de masse m entrant dans un champ de gravitationnel subit une force

$$\vec{F}_g =$$

où \vec{G} est le champ gravitationnel

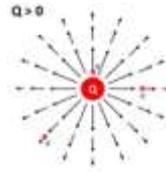
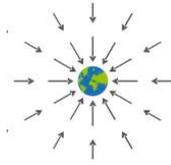


Le lien avec la force de gravitation universelle



3- Ligne de champ :

Les **lignes de champ** sont les courbes aux vecteurs du champ électrostatique ou champ gravitationnel



4- Superposition de 2 champs :

Exercice résolu EN AUTONOMIE

26 Lignes de champ

Deux charges électriques $q_1 = 500 \mu\text{C}$ et $q_2 = 50 \mu\text{C}$, distantes d'une longueur $d = 4,0 \text{ cm}$, engendrent deux champs électriques qui se **superposent**.

Donnée : constante de Coulomb : $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

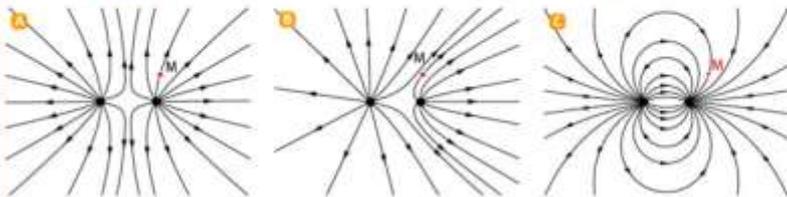
1. **Modéliser**, à l'échelle, chaque charge électrique par un point.
2. Placer un point M respectivement à $4,5 \text{ cm}$ de q_1 et à $2,0 \text{ cm}$ de q_2 .
3. **Calculer l'intensité** des vecteurs champs électriques \vec{E}_1 et \vec{E}_2 au point M respectivement engendrés par les charges électriques q_1 et q_2 .
4. Tracer les vecteurs champs électriques \vec{E}_1 et \vec{E}_2 au point M en prenant pour échelle : $1,0 \text{ cm} \leftrightarrow 1,0 \times 10^3 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$.
5. Le champ électrique produit est la superposition des deux champs électriques. Tracer le vecteur résultant \vec{E} .
6. Les trois figures ci-dessous représentent un ensemble de lignes de champ générées par deux charges électriques. Laquelle correspond à la situation de l'exercice ? **Justifier**.

LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

La **superposition** signifie somme vectorielle des deux champs électrostatiques au point M.

LES QUESTIONS À LA LOUPE

- Modéliser : proposer une représentation de la situation.
- Calculer l'intensité : trouver par le calcul la valeur du vecteur.
- Justifier : Montrer par un raisonnement qu'une affirmation ou qu'un résultat est correct.



Exercice résolu EN AUTONOMIE

28 Champ de gravitation Terre - Lune

La Terre et la Lune sont dans une position où ils sont distants de $392\,000 \text{ km}$. On veut étudier l'impact de la **superposition** des champs gravitationnels des deux astres en un point à leur voisinage.

Données : masse de la Lune : $M_L = 7,36 \times 10^{22} \text{ kg}$;

masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$;

constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.

1. a. **Modéliser** la Terre et la Lune par un point T et un point L. La distance entre les deux astres sera représentée en utilisant l'échelle suivante : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 50\,000 \text{ km}$.
b. Placer un point noté P à une distance $d_1 = 400\,000 \text{ km}$ de la Terre et $d_2 = 70\,000 \text{ km}$ de la Lune.
2. a. **Calculer l'intensité** G_L du vecteur champ de gravitation engendré par la Lune au point P. Effectuer le même calcul pour connaître l'intensité du champ terrestre G_T .
b. Tracer les vecteurs \vec{G}_L et \vec{G}_T au point P en respectant l'échelle donnée : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1,0 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
c. Le vecteur champ de gravitation résultant \vec{G} est obtenu en effectuant la superposition des deux champs. Tracer ce vecteur.
d. **En déduire** l'intensité du champ G résultant.
3. Un objet de masse $m = 400 \text{ kg}$ est placé au point P.
a. Calculer la valeur de la force F qui modélise l'action mécanique qui agit sur l'objet.
b. Tracer le vecteur sur la figure, sans souci d'échelle.
c. Vers quel astre l'objet est-il attiré ? Ce résultat était-il prévisible ?

LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

Cela signifie qu'il faudra additionner les vecteurs champs gravitationnels en ce point.

LES QUESTIONS À LA LOUPE

- Modéliser : proposer une représentation de la situation.
- Calculer l'intensité : trouver par le calcul la valeur.
- En déduire : utiliser la réponse de la précédente question pour répondre.

