

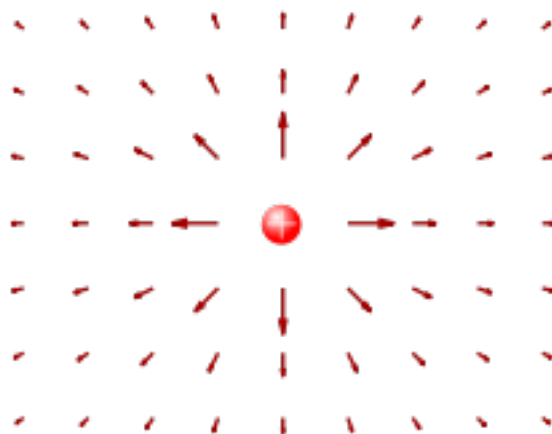


## Spécialité 1ère

# P1

# Interactions et notion de champ

- I. Interactions
- II. Champs gravitationnel et électrostatique



# P1 - INTERACTIONS ET NOTION DE CHAMP

## I. Interactions

### 1. Force de gravitation - Rappel 2nde

Tous les corps qui ont **une masse s'attirent** les uns les autres : ce phénomène est appelé **gravitation**. Ces actions sont réciproques, on parle d'**interaction gravitationnelle**.

G est la constante d'interaction gravitationnelle :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ .

Un corps **A** de masse  $m_A$  exerce sur un corps **B**, de masse  $m_B$ , situé à la distance  $d$  du corps **A**, une force  $\vec{F}_{A/B}$  appelée **force de gravitation**. Cette force est exprimée par la relation vectorielle :

$G$  en  $\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

$m$  en  $\text{kg}$

$$\vec{F}_{A/B} = -G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \vec{u}_{A \rightarrow B}$$

Valeur en N

$d$  en m

Vecteur unitaire orienté de A vers B

### 2. Force électrostatique : Loi de Coulomb

#### Histoire de l'électromagnétisme

William GILBERT	Charles-Augustin COULOMB	Hans Christian OERSTED	André-Marie AMPÈRE	Mickael FARADAY	James Clerk MAXWELL

Tous les corps possédant **une charge électrique s'attirent ou se repoussent** de manière réciproque. La force modélisant ces actions est appelée **force électrostatique**, elle est décrite par la **loi de Coulomb** :

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

Un corps **A**, de charge  $q_A$  exerce sur un corps **B**, de charge  $q_B$  situé à la distance  $d$  du corps **A**, une **force électrostatique**  $\vec{F}_{A/B}$ . L'expression de cette force est définie par la **loi de COULOMB** :

$k$  en  $\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

$q$  en C

$$\vec{F}_{A/B} = k \times \frac{q_A \times q_B}{d^2} \vec{u}_{A \rightarrow B}$$

Valeur en N

$d$  en m

Vecteur unitaire orienté de A vers B

A et B ont des charges de même signe

A et B ont des charges de signes opposés

Remarques :

- Les deux objets s'attirent lorsque leurs charges sont de signes opposés et ils se repoussent lorsque leurs charges sont de même signe.
- Il est possible d'électriser un corps électriquement neutre en lui arrachant ou en lui apportant des électrons par frottement ou par contact par exemple (voir TP6).

3. Analogie entre les interactions gravitationnelle et électrostatique

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

Application :

- On utilise une sphère isolée de masse  $m_1 = 10\text{g}$  possédant une charge électrique  $q_1 = +125 \text{ nC}$  et une seconde sphère de masse  $m_2 = 5\text{g}$  ayant une charge électrique  $q_2 = +0,80 \mu\text{C}$ . On suspend ces deux sphères par des fils de masse négligeable. Au début de l'expérience, les deux sphères sont distantes de  $d = 50 \text{ cm}$ .
  - Calculer les intensités des forces électrostatique et gravitationnelle qui existent entre ces deux sphères.
  - Quelle est la force prépondérante ? En déduire si les sphères vont se rapprocher ou s'éloigner l'une de l'autre.
  - Si on rapproche les 2 sphères, comment vont évoluer les intensités des forces mises en jeu ?
  - Le rapport des forces va-t-il évoluer ?

II. Champs gravitationnel et électrostatique

1. Notion de champ

☝ Un champ est une grandeur physique (température, vitesse, masse, charge ...) associée à chaque point de l'espace.

☝ On définit deux types des champs :

- **les champs scalaires** dont la grandeur associée est scalaire, c'est à dire définie par une valeur (ex : champs de température et de pression)
- **les champs vectoriels** dont la grandeur est vectorielle, c'est à dire définie par une direction, un sens et une valeur (ex : champs de vitesse (vent), gravitationnel et électrostatique)

## 2. Champ gravitationnel

Un objet de masse  $m_A$  placé dans l'espace, va créer un champ gravitationnel autour de lui.

Le symbole de ce champ gravitationnel est :  $\vec{g}$

Ce champ gravitationnel exercera une influence gravitationnelle sur tout autre corps placé dans ce champ. Ainsi, un autre objet de masse  $m_B$ , placé dans le champ de gravitation subit une force de gravitation :

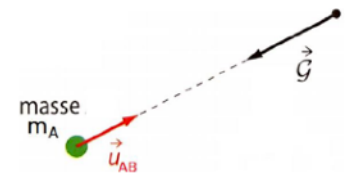
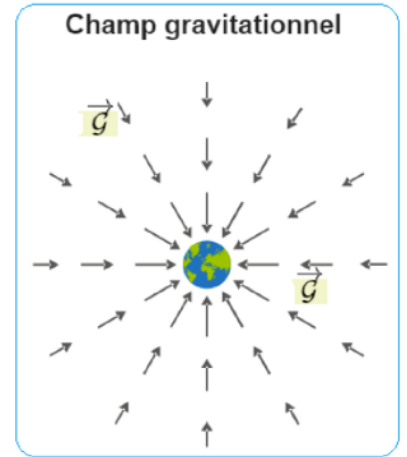
$$\vec{F}_{A/B} = m_B \times \vec{g}$$

$F_{A/B}$  : Force d'interaction gravitationnelle de A sur B en N  
 $m_B$  : masse de l'objet B en kg  
 $\vec{g}$  : Champ gravitationnel en  $N \cdot kg^{-1}$

Or la force de gravitation exercée par la masse source  $m_A$  sur l'objet de masse  $m_B$  s'écrit aussi :  $\vec{F}_{A/B} = -G \cdot \frac{m_A \times m_B}{d^2} \cdot \vec{u}_{AB}$

Par identification, on obtient l'expression du champ de gravitation créé par  $m_A$  :

$$\vec{g} = -G \cdot \frac{m_A}{d^2} \cdot \vec{u}_{AB}$$



### Application :

- Donner les caractéristiques du champ gravitationnel s'exerçant à la surface terrestre.
- Quel nom donne-t-on à ce champ particulier ?

Données :  $M_{Terre} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$  ;  $R_{Terre} = 6371 \text{ kms}$

## 3. Champ électrostatique

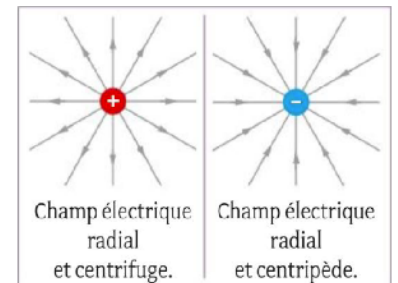
Une particule ponctuelle de charge électrique  $q_A$  crée dans l'espace autour d'elle un champ électrostatique noté :  $\vec{E}$

Soit un corps de charge  $q_B$  se plaçant dans le champ  $\vec{E}$  précédent.

La charge  $q_B$  va subir une force électrostatique :

$$\vec{F}_E = q_B \times \vec{E}$$

$F_E$  : Force d'interaction électrostatique en N  
 $q_B$  : Charge de la particule B en C  
 $\vec{E}$  : Champ électrostatique en  $N \cdot C^{-1}$



En utilisant la loi de Coulomb, on peut écrire également :  $\vec{F}_E = \vec{F}_{E_{A/B}} = k \times \frac{q_A \times q_B}{d^2} \times \vec{u}_{AB}$

Par identification, on obtient l'expression du champ électrostatique créé par  $q_A$  :

$$\vec{E} = k \times \frac{q_A}{d^2} \times \vec{u}_{AB}$$

### Application :

- Donner les caractéristiques du champ électrostatique créé par le noyau d'Hélium sur les électrons de sa couche 1s.
- Dans quel sens est la force électrostatique subit par les électrons ?

Données :  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  ;  $R_{He} = 128 \text{ pm}$

#### 4. Cartographier un champ (Voir TP6)

- ☛ Cartographier un champ consiste à déterminer les caractéristiques de ce champ en plusieurs points de l'espace et à en donner une représentation.
- ☛ Une ligne de champ vectoriel est une ligne tangente en chacun de ses points au vecteur champ. Elle est orientée par une flèche dans le même sens que celui du champ.

	Champ de gravitation	Champ électrostatique
Corps source du champ	corps A de masse $m_A$	corps A de charge $q_A$
Système placé dans le champ	corps B de masse $m_B$ situé à la distance $d$ de A	corps B de charge $q_B$ situé à la distance $d$ de A
Force subie par le système placé dans le champ dû au corps source	$\vec{F}_g = m_B \vec{G}$	$\vec{F}_e = q_B \vec{E}$
Autre expression vectorielle de la force	$\vec{F}_g = -G \times \frac{m_B \times m_A}{d^2} \vec{u}_{A \rightarrow B}$	$\vec{F}_e = k \times \frac{q_B \times q_A}{d^2} \vec{u}_{A \rightarrow B}$
Expression du champ obtenue par identification entre les deux expressions des forces	$\vec{G} = -G \times \frac{m_A}{d^2} \vec{u}_{A \rightarrow B}$ <p>G en <math>N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}</math>      <math>m</math> en kg  Valeur en <math>N \cdot kg^{-1}</math> ou <math>m \cdot s^{-2}</math>      <math>d</math> en m</p>	$\vec{E} = k \times \frac{q_A}{d^2} \vec{u}_{A \rightarrow B}$ <p>k en <math>N \cdot m^2 \cdot C^{-2}</math>      <math>q</math> en C  Valeur en <math>N \cdot C^{-1}</math> ou <math>V \cdot m^{-1}</math>      <math>d</math> en m</p>
Lignes de champ		