

Partie 2 – Chapitre 1 : structure de l'univers et interactions fondamentales

« La science remplace du visible compliqué par de l'invisible simple. »

Jean Perrin, prix Nobel de physique en 1926

1. Quelles sont les structures principales de l'univers ?

- La matière est principalement structurée en édifices organisés correspondant à **5 domaines de tailles**.

Echelle	Nucléaire	Nanométrique ou atomique	Micrométrique	Humaine	Astronomique
Exemple d'objet	Noyau atomique	Atome ou molécule	Cellule vivante	Voiture	Système solaire, galaxie
Ordre de grandeur de la taille (m)	10^{-15}	10^{-10} 10^{-9}	10^{-6} 10^{-5}	1 10^1	$> 10^{12}$

- Les domaines nucléaires et atomiques sont souvent regroupés sous le nom « **d'échelle microscopique** ».
- Les autres domaines sont regroupés sous le nom « **d'échelle macroscopique** »

2. Qu'appelle-t-on « particules élémentaires » ?

- Les phénomènes observés au niveau macroscopique** se décrivent en considérant la façon dont **les constituants élémentaires** de la matière **interagissent entre eux au niveau microscopique**.
- Dans le domaine de compétences du lycée, la matière, de l'échelle du noyau atomique jusqu'à celle des galaxies, peut être modélisée par les interactions de **trois particules élémentaires**.

Ces particules sont les constituants de l'atome.

- Le terme de charge élémentaire signifie qu'il s'agit de la plus petite charge électrique possible.
- Tout charge électrique **est un multiple de la charge élémentaire**.

	proton	neutron	électron
Masse (kg)	$1,7 \cdot 10^{-27}$	$1,7 \cdot 10^{-27}$	$9,1 \cdot 10^{-31}$
Charge (C)	Charge élémentaire positive : $e - 1,6 \cdot 10^{-19}$	0	Charge élémentaire négative : $-e = - 1,6 \cdot 10^{-19}$

3. Les interactions fondamentales.

- Les mouvements des particules élémentaires et leurs assemblages sont régis par quatre interactions fondamentales

3.1. L'interaction faible.

- L'interaction faible existe entre toutes les particules, cependant sa portée est extrêmement faible : elle n'intervient qu'à l'échelle sub-nucléaire.

Partie 2 – Chapitre 1 : structure de l'univers et interactions fondamentales

3.2. L'interaction forte.

- L'interaction forte est une interaction **attractive entre les nucléons** et sa portée n'excède pas les dimensions du noyau atomique.
- L'interaction forte augmente avec la distance et **son influence cesse en dehors du noyau atomique**.
- **L'interaction forte explique la cohésion du noyau atomique.**

3.3. L'interaction électromagnétique.

- L'interaction électromagnétique existe entre les charges électriques. Elle peut être attractive ou répulsive :
 - **des charges de même signe se repoussent,**
 - **des charges de signes contraires s'attirent.**
- Sa portée est **infinie**.
- Lorsque les charges électriques sont immobiles ou très lentes, l'interaction électromagnétique se résume à **l'interaction électrostatique** qui se calcule par **la loi de Coulomb**.
- Les deux forces attractives, ou répulsives, résultant de l'interaction entre les deux charges A et B peuvent être décrites vectoriellement par une seule relation.
- Chaque force s'exprime vectoriellement en fonction d'un vecteur unitaire, qui donne la direction et le sens de la force, et dont la norme vaut 1.

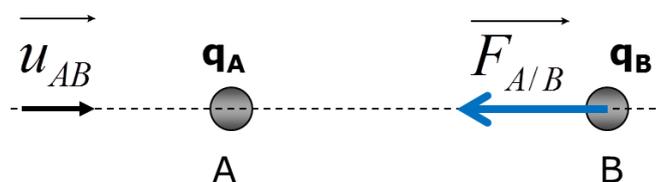
Entre deux charges électriques q_A et q_B (en C) distantes de AB (en m), la valeur de l'interaction électrostatique est :

$$F_E = k \frac{|q_A \times q_B|}{AB^2}$$

k est une constante qui vaut $9,0 \cdot 10^9$ S.I.

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

Exemple : si les deux charges sont de signe contraire, on représente la force coulombienne de A sur B de la façon suivante :



3.4. L'interaction gravitationnelle.

- Cette interaction existe entre tous les objets et elle est toujours **attractive**.
- Sa portée est **infinie**.
- Pour des objets de vitesse relativement faible devant celle de la lumière, l'interaction gravitationnelle est décrite par **la loi de la gravitation de Newton**.
- Les deux forces attractives résultant de l'interaction entre les deux masses A et B sont décrites vectoriellement par une unique relation.

Entre deux masses m_A et m_B (en kg) distantes de AB (en m), la valeur de l'attraction mutuelle est :

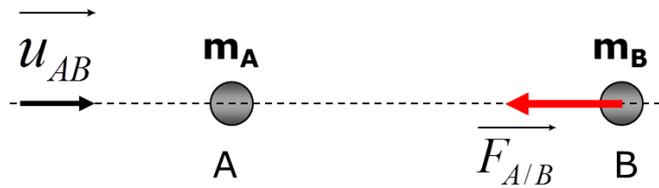
$$F_G = G \frac{m_A \times m_B}{AB^2}$$

G est une constante valant $6,67 \cdot 10^{-11}$ S.I.

Partie 2 – Chapitre 1 : structure de l'univers et interactions fondamentales

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

Exemple :



4. Quelles sont les interactions prédominantes aux différentes échelles ?

Echelle	Interaction dominante
Nucléaire	Forte
Nanométrique	Electromagnétique
Micrométrique	
Humaine	Gravitationnelle et électromagnétique
Astronomique	Gravitationnelle

