

# CHAPITRE 11 : COHÉSION DU NOYAU ET INTERACTIONS FONDAMENTALES

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Mars 2014

# I. Constitution de la matière

## 1. Atomes et particules élémentaires

- Le proton :

masse :  $m_p = 1,67262 \cdot 10^{-27}$  kg

charge électrique :  $q_p = e = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C

notation :  ${}_1^1\text{H}$  ou  ${}_1^1\text{p}$

## I. Constitution de la matière

### 1. Atomes et particules élémentaires

- Le neutron :

masse :  $m_n = 1,67494 \cdot 10^{-27}$  kg

charge électrique :  $q_n = 0$  C

notation :  ${}_0^1n$

# I. Constitution de la matière

## 1. Atomes et particules élémentaires

- L'électron :

masse :  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  kg

charge électrique :  $q_e = -e = -1,602 \cdot 10^{-19}$  C

notation :  ${}^0_{-1}e$

remarque :  $m_e \simeq \frac{m_{nuc}}{2000}$

## I. Constitution de la matière

### 2. Structure de l'atome

- La masse de l'atome est concentrée dans son noyau ( $m_{\text{atome}} \simeq m_{\text{noyau}}$ )
- Le noyau est environ 100 000 fois plus petit que l'atome
- La structure d'un atome est donc lacunaire (95% de vide en volume)
  - ⇒ le noyau concerne la physique nucléaire
  - ⇒ les électrons de cœur concernent la physique subatomique
  - ⇒ les électrons externes concernent la chimie

## II. Interactions fondamentales

### 1. Interaction gravitationnelle

#### a. Nature de l'interaction

- ⇒ elle s'exerce entre corps massifs
- ⇒ elle est toujours attractive

## II. Interactions fondamentales

### 1. Interaction gravitationnelle

#### b. Loi de Newton

Soient  $A$  et  $B$  deux corps de masse  $m_A$  et  $m_B$ , à répartition sphérique de masse, et dont les centres sont séparés par une distance  $d$ . Alors le corps  $A$  exerce sur le corps  $B$  une force  $\overrightarrow{F_{A/B}}$  telle que :

- ⇒ point d'application : le centre de  $B$
- ⇒ direction : la droite  $(AB)$  reliant les centres des deux corps
- ⇒ sens : de  $B$  vers  $A$

- ⇒ Intensité : 
$$F_{A/B} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

## II. Interactions fondamentales

### 1. Interaction gravitationnelle

#### b. Loi de Newton

- $G$  est la constante de gravitation universelle et vaut  
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$
- Les masses sont exprimées en kilogrammes kg
- La distance est exprimée en mètres m
- Réciproquement, le corps  $B$  exerce sur le corps une force de même intensité, même direction mais de sens opposé : 
$$\overrightarrow{F_{B/A}} = -\overrightarrow{F_{A/B}}$$

## II. Interactions fondamentales

### 1. Interaction gravitationnelle

#### b. Loi de Newton

- Exemple d'application : calculer l'intensité de la force d'interaction gravitationnelle  $F_{p/n}$  exercée par un proton sur un neutron considérés comme jointifs dans un noyau sachant que  $m_p = m_n = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg et que le rayon d'un nucléon vaut environ  $r_{nuc} = 1,2 \text{ fm} = 1,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

- $$F_{p/n} = G \times \frac{m_p \times m_n}{(2r_{nuc})^2} = G \times \frac{m_{nuc}^2}{4 \times r_{nuc}^2}$$

$$F_{p/n} = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{(1,67 \cdot 10^{-27})^2}{4 \times (1,2 \cdot 10^{-15})^2} = 3,2 \cdot 10^{-35} \text{ N}$$

- L'intensité de cette force est très faible. Suffit-elle à assurer la cohésion du noyau atomique ?

## II. Interactions fondamentales

### 1. Interaction gravitationnelle

#### c. Remarques

- La portée de l'interaction gravitationnelle est infinie mais l'intensité de la force décroît rapidement quand la distance entre les deux corps augmente
- L'interaction gravitationnelle ne présentera une intensité appréciable que si au moins l'une des deux masses est très importantes (donc surtout à l'échelle cosmique)