

CHAPITRE 11 : COHÉSION DU NOYAU ET INTERACTIONS FONDAMENTALES

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Mars 2017

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

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 $r_{nuc} = 1,2$ fm $= 1,2 \cdot 10^{-15}$ 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)