Partie 2: Cohésion et transformation de la matière (axe: « *comprendre* »)

Chapitre IX: La matière et ses interactions

I/ Les composants élémentaires

1/ Présentation

Les théories actuelles décrivent la matière avec 16 particules élémentaires qui ne peuvent pas être décomposées.

- ➔ Le cours n'en a présenté que 2 : électron et photon
- ➔ animations : « 1S composition noyau » et « 1S composition atome »

Le noyau d'un atome n'est pas une particule élémentaire car il est composé de nucléons, c'est-à-dire de protons et de neutrons.
Les protons et les neutrons sont composés de particules élémentaires : les quarks.
Par conséquent, les nucléons ne sont pas des particules élémentaires.

2/ Description

particule	proton	neutron	électron
localisation dans l'atome	dans le noyau	dans le noyau	autour du noyau
charge électrique (unité : coulomb C)	$e = +1{,}602.10^{-19}$ C	0 C	$-e = -1{,}602.10^{-19}$ C
masse	$m_p = 1{,}673.10^{-27}$ kg	$m_n = 1{,}675.10^{-27}$ kg	$m_e = 9{,}109.10^{-31}$ kg

- ➔ e : c'est la charge électrique élémentaire. N'importe quel édifice chimique chargé contient un nombre entier de charges électriques élémentaires.

On note: $q = n \times e$ ← charge totale ; n → nombre entier

3/ La structure d'un atome : animation « 1S structure_atome »

- ➔ Un atome est composé d'un noyau autour duquel circulent les électrons.
- ➔ Son noyau est constitué de A nucléons : A est appelé le nombre de masse.
- ➔ Les nucléons sont divisés en Z protons et N neutrons : on a $A = Z + N$
  Z est le nombre de protons, qu'on appelle aussi le numéro atomique.
- ➔ Un atome est neutre : il contient autant de protons (+e) que d'électrons (-e).
- ➔ Le symbole du noyau d'un atome:

$^{A}_{Z}X$: A ← nombre total de nucléons ; Z ← nombre de protons ; X → symbole de l'élément

II/ Les interactions fondamentales

➔ **Activité 1 page 132**

1/ Pour Aristote : la matière peut être divisée à l'infini
Pour Démocrite : la matière est constituée de particules petites et indivisibles : les atomes

2 a/ Électrons, protons et neutrons

3/ Quarks issus de collisions de protons avec des neutrons ou des électrons

4 a/ $1000000 \times 1000000000 \times 1000000000 \times 1000000000 = 10^{33}$
La force électromagnétique est 10^{33} fois plus intense que la force gravitationnelle

4 b/ C'est l'interaction forte qui maintient les quarks ensemble

➔ La cohésion de la matière est assurée par 4 interactions fondamentales.
On parle d'interaction entre 2 systèmes A et B lorsque :
A exerce une force $\vec{F}$ sur B et que B exerce la force $-\vec{F}$ sur A.

1/ L'interaction forte : simulateur « 1S interactions fondamentales »
C'est une interaction attractive qui s'exerce entre les protons du noyau.
Cette interaction permet d'expliquer pourquoi les protons restent liés dans le noyau sans se repousser.
L'interaction forte est très intense mais elle n'agit qu'à très courte distance : 2.10^{-15} m.

2/ L'interaction faible : simulateur « 1S interactions fondamentales »
C'est une interaction qui n'agit que dans les noyaux et qui est associée à la radioactivité.
L'interaction faible est moins intense que l'interaction forte et sa portée est d'environ 10^{-17} m.

3/ L'interaction électromagnétique : simulateur « 1S interactions fondamentales »
2 édifices chimiques A et B possédant les charges électriques q_A et q_B exercent une interaction:
- attractive si les charges sont de signe opposé (+ et -)
- répulsive si les charges sont de même signe [(+ et +) ou (– et -)]

On modélise cette interaction par 2 forces appelées forces électrostatiques ayant la même intensité F: *figure 4 page 136.*

formule: $$F = k \times \frac{|q_A| \times |q_B|}{d^2}$$

avec:
- k : constante de Coulomb $k = 9{,}0.10^9$ N.m^2.C^{-2}
- $|q_A|$ et $|q_B|$: charges électriques de A et B, exprimées en coulombs (C)
- d_{AB} : distance entre A et B, exprimée en m
- F : force électrostatique exprimée en newtons (N)

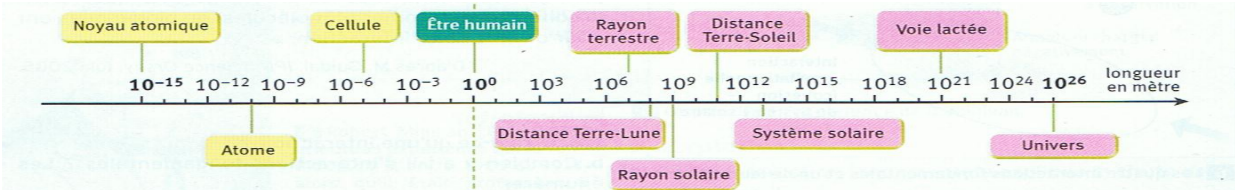
4/ L'interaction gravitationnelle : simulateur « 1S force gravitationnelle »
2 corps A et B de masse m_A et m_B et séparés par la distance d_{AB} exercent l'un sur l'autre une force attractive appelée force gravitationnelle : *figure 3 page 136.*

formule: $$F = F_{A/B} = F_{B/A} = G \times (m_A \times m_B) / d_{AB}^2$$

avec:
- G : constante de gravitation universelle $G = 6{,}67.10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2}
- m_A et m_B : masses de A et B exprimées en kg
- d_{AB} : distance entre A et B, exprimée en m
- F : force gravitationnelle, exprimée en N

III/ Les champs d'action des interactions fondamentales

1/ Les ordres de grandeur (en mètre) des structures organisées



2/ La prédominance des interactions fondamentales

Les 4 interactions fondamentales ne présentent ni la même intensité, ni la même portée.

exemple: dans le noyau, l'interaction forte est environ 100 fois plus intense que l'interaction électromagnétique mais la portée de l'interaction électromagnétique dépasse la taille du noyau donc dans le noyau on ne considère que l'interaction forte et hors du noyau on ne considère que l'interaction électromagnétique.

dimension	10^{-15} m	10^0 = 1 m	10^{21} m
intéraction	forte et faible	électromagnétique	gravitationnelle
échelle	noyau	corps humain	espace