

## Cours 1 : particules, ondes et atomes



Un **rayonnement ionisant** est électromagnétique ou particulaire et peut **produire** directement ou indirectement des **ionisations** sur les atomes lors de leur traversée de la matière. Ces effets biologiques servent notamment pour les **explorations médicales**. On va les étudier pour voir leurs effets sur la santé.

### I/ Masse et énergie :

#### A- Masse en mécanique classique (kg dans le SI)

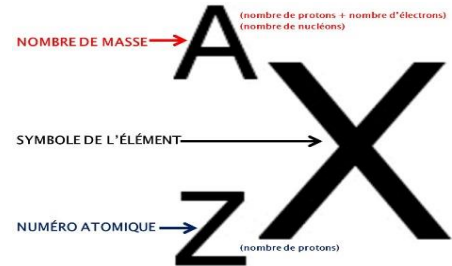
La masse chiffre la **quantité de matière d'un corps**. Mais avec le kg et le gramme (chimie) sont inadaptées à la masse de l'atome.

#### B- Masse molaire atomique (g)

Elle est définie par la **masse d'une mole d'atome**. Elle concerne beaucoup d'atomes et est utilisée en chimie.

Une mole d'atome est définie par N qui est le **nombre d'Avogadro** choisi de façon qu'une mole de carbone 12 soit égale à 12 grammes.

Donc **N = 6.02.10<sup>23</sup> atomes**.



On choisit alors le **nombre de masse A** comme l'**entier le plus proche de la masse atomique** en gramme.

#### C- L'unité de masse atomique

On l'utilise pour manipuler les atomes individuellement. C'est une unité hors SI, utilisée en physique. Elle correspond à **1/12<sup>ème</sup> de la masse d'un atome de carbone 12**.

**1u = 0,166.10<sup>-23</sup> g**.

Elle est égale à la masse molaire atomique mais en u.

Exemple :

Masse	Nombre de masse A	Mole d'atome	1 atome	Atome en g
<sup>16</sup> / <sub>8</sub> O	16	N atomes = 15,994 g	15,994 u	15,994/N = 2,657. 10 <sup>-23</sup>

**Application QCM :** On vous demandera principalement de trouver :

- ♥ Le **nombre de masse** = A, sans unité, entier supérieur le plus proche de la masse molaire atomique en g ou la masse d'un atome en u
- ♥ La **masse molaire atomique** = masse de N atomes en g
- ♥ La **masse d'un seul atome en u** (qui est égale à la masse molaire atomique)
- ♥ La **masse d'un atome (en g)**. Pour trouver la masse d'un seul atome vous devez diviser la masse d'une mole par le nombre d'Avogadro.

#### D- Relation masse énergie

Elle est définie en mécanique **classique** comme la **résistance à l'accélération**.

En mécanique **quantique**, Einstein décrit la masse comme une **forme d'énergie** grâce à E=mc<sup>2</sup>. La **masse** d'une particule n'est **pas constante** dans toutes les situations et peut être considérée comme

**relativiste**. Tout objet projeté avec une certaine énergie verra cette **énergie transformé en masse**. *v<sup>2</sup> est la vitesse de la particule au <sup>2</sup>, c<sup>2</sup> est la célérité de la lumière au <sup>2</sup>*. Plus la vitesse est proche de la célérité plus la masse augmente.

$$m(\text{nouvelle}) = \frac{m_0(\text{initiale})}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

## II/ Particules matérielles :

Particule	Electron = négaton, e-, rayonnement cathodique, $\beta^-$	Proton	Neutron
Masse au repos (g)	$9,109 \cdot 10^{-28}$		
Masse au repos (u)	$1/2000u = 0,5 \cdot 10^{-3}$	1,007	1,009
Est-elle relativiste ?	OUI	NON	NON
Charge (Coulomb)	$-e = -1,602 \cdot 10^{-19}$	$+e = +1,602 \cdot 10^{-19}$	0
Equivalence masse/énergie	$0,511 \text{ MeV}/c^2$	$938,28 \text{ MeV}/c^2$	$939,56 \text{ MeV}/c^2$
Stabilité hors du noyau	/	OUI	NON

- ♥ La charge de l'électron permet de définir une unité hors SI : l'**électron volt**. Elle permet d'**exprimer** l'énergie de manière adaptée aux **énergies mises en jeu dans l'atome**.

**L'électronvolt** : énergie cinétique acquise par un électron sans vitesse initiale sous l'effet d'une différence de potentiel de 1 Volt.  $1\text{eV} = E_c = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

- ♥ On peut définir alors l'**équivalence masse énergie** comme :  $1\text{u} = \frac{m_{\text{electron}} \cdot c^2}{1\text{eV en Joule}} = 931 \text{ MeV}/c^2$
- ♥ Lorsque le proton est hors du noyau il est stable.
- ♥ Cependant le **neutron se désintègre** spontanément en un **proton, un électron et un antineutrino** avec un surplus d'énergie de **0,78 MeV**.

Pour les autres particules :

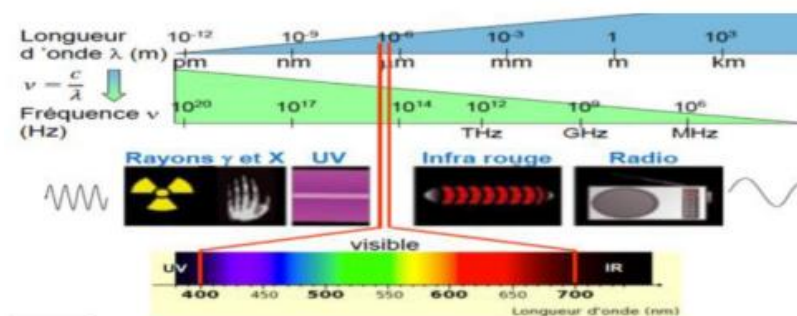
Particule	Positon $\beta^+$	Neutrino et antineutrino	Alpha
Définition	C'est l'antiparticule de l'électron.	Ils expliquent la radioactivité $\beta^+$ et $\beta^-$	Formée de 4 nucléons : 2 protons+2neutrons. C'est le noyau de l'atome d'hélium
Masse	$0,5 \cdot 10^{-3} u = e^-$	Quasi nulle	$4,0015u$ (< à la masse de 2 protons et 2 neutrons)
Charge	$1,602 \cdot 10^{-19} = +1\text{eV}$	Quasi nulle	$3,204 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 2^+e^+$

## III/ Rayonnement électromagnétique (REM) :

### A- Représentation classique :

Une onde EM est définie comme les **perturbations d'un champs électromagnétique** qui se **propagent** dans le vide à la **vitesse de la lumière**. Tous les REM se déplacent à la vitesse de la lumière dans le vide. Ils **résultent de la propagation d'un champ électrique** et d'un **champ magnétique** qui vibrent en **phase perpendiculaires** l'un par rapport à l'autre.

On définit la longueur d'onde  $\lambda$  comme la plus petite longueur séparant 2 points dans un même état. La fréquence  $\nu$  en Hertz se calcule par  $c/\lambda$ . La **fréquence et la longueur d'onde sont inversement proportionnelles et décrivent le spectre des OEM** qui est large. Les fréquences très élevées sont les REM ionisants.



## B- Représentation quantique :

Une **OEM** ne cède ou ne gagne de l'**énergie** que par **quantités discontinues** qui sont des **multiples de  $E=hf$**  ( $h$ = constante de Planck  $6,62 \cdot 10^{-34}$ ).

Ces paquets d'énergies sont nommés **quantum de Planck** et sont calculés de 2 façons.

(ATT. Bien manier les formules et connaître les unités correspondantes).

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{20 \cdot 10^{-26}}{\lambda} \text{ Joule}$$

$$E = \frac{1240}{\lambda} \text{ eV}$$

(HORS SI) c'est la relation de Duane et Hunt. ATT  $\lambda$  en nm.

## IV/ Dualité onde-particule :

On considère les **OEM** comme des **objets particuliers** depuis Einstein : les photons. Les ondes sont donc considérées comme des corpuscules avec une **masse exclusivement dynamique**

que l'on calcule  $m = \frac{h}{\lambda c}$

Louis De Broglie associe à toute particule une **représentation ondulatoire**. On peut donc associer à toute particule (possédant une masse et une vitesse) une onde qu'on nomme **onde de matière** :

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Récap :

- ♥ **Einstein** : les ondes ont une masse
- ♥ **De Broglie** : les particules possédant une masse en mouvement ont une longueur d'onde

## V/ Structure électronique :

Il y a 2 modèles :

Rutherford (1911)	Bohr (1913)
Grâce à l'expérience de la feuille d'or, la majorité des particules ne sont pas déviées donc la <b>matière est pleine de vide</b> . Il détermine le <b>modèle planétaire</b> de Rutherford avec un noyau chargé positivement de $10^{-15}$ m et des charges négatives autour formant un ensemble à $10^{-10}$ m.	Conséquence directe de la <b>dualité onde-particule</b> . Il prédit que <b>seules certaines orbites sont possibles pour les électrons</b> . Il faut que la taille de l'orbite soit compatible avec sa nature ondulatoire. « l » doit être un multiple de la longueur d'onde : $l = 2\pi r = n\lambda$ . L'intensité des liaisons des e- dépend de r

### A- Conséquences du modèle de Bohr sur l'énergie de l'électron :

On peut alors calculer l'**énergie d'une orbitale n** par  $W_n = -13,6 \frac{1}{n^2} \text{ eV}$ .

**L'énergie de l'électron est alors toujours négative**, dans l'atome, contrairement à l'énergie de liaison.

**L'énergie de liaison** est l'énergie qu'il faut apporter pour **arracher un électron** de l'édifice atomique. Elle est **toujours positive** et est la **valeur absolue de W**.

L'énergie de l'électron et celle de liaison sont des **énergies discontinues** en fonction de n. On peut alors calculer le rayon d'un orbite par  $r_n = n^2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ .

**L'électron de la couche K possède le W le plus faible et l'énergie de liaison la plus forte.**

### B- Généralisation à n'importe quel électron :

Dans un atome possédant plusieurs électrons, ces derniers vont se gêner et subir l'influence du **nuage électronique : effet écran  $\sigma$** . On doit en tenir compte dans le calcul de l'énergie :

$Z \rightarrow$  numéro atomique

$\sigma \rightarrow$  effet écran

$n \rightarrow$  couche électronique  $\geq 1$

$$W_n = -13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} \text{eV.}$$

### C- Conclusion :

- ♥ Les atomes sont construits selon le modèle de Bohr avec  $2n^2$  électrons par couche.
- ♥ Les électrons de la couche K sont les plus fortement liés
- ♥ Les électrons de la couche la plus externe sont les moins fortement liés
- ♥ **Si les premières couches sont complètes l'atome est dans son état fondamental**
- ♥ **Si ce n'est pas le cas il a un excès d'énergie et est dans un état excité.**

*Voilà c'est la fin de ce premier cours assez simple. La fiche est presque complète, je vous la complèterai une fois que le cours sortira à la fac avec tous les détails pour que la fiche soit parfaite. Courage à vous pour ce semestre vraiment croyez en vous et ça va le faire.*

*Encore dédicace à Oscar (je veux mes ferrero), dédicace à mes fillottes : Sophie (j'te love), Yousra et Maureen. Dedicace à mon Co-tut du love, clairement le meilleur les gars cherchez pas il est incroyable.*



*Et dédicace au tuto gang.*



LA BIOPHY VOUS AIME

Emiliepothèse

Pour vous servir.