

Cours 1 : particules, ondes et atomes



Un **rayonnement ionisant** est électromagnétique ou particulaire et peut **produire** directement ou indirectement des **ionisations** lors de leur traversée de la matière. On les utilise par exemple pour les explorations médicales.

I/ Masse et énergie

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

La masse est 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 **$N = 6.02 \cdot 10^{23}$ 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

C'est une unité hors SI adapté à l'échelle atomique, utilisée en physique. Elle correspond à **$1/12^{\text{ème}}$ de la masse d'un atome de carbone 12**. **$1u = 0,166 \cdot 10^{-23} g$** .

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
$^{16}_8O$	16	N atomes=15,994 g	15,994 u	$15,994/N = 2,657 \cdot 10^{-23}$

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 $E=mc^2$. 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

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

énergie transformé en masse. v^2 est la vitesse de la particule au 2 , c^2 est la célérité de la lumière au 2 . Plus la vitesse est proche de la célérité plus la masse augmente.

II/ Particules matérielles :

Particule	Electron = négaton, e-, rayonnement cathodique, β^-	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 : $1u = \frac{m_{\text{electron}} \cdot c^2}{1\text{eV en Joule}} = 931 \text{ MeV}/c^2$

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 :

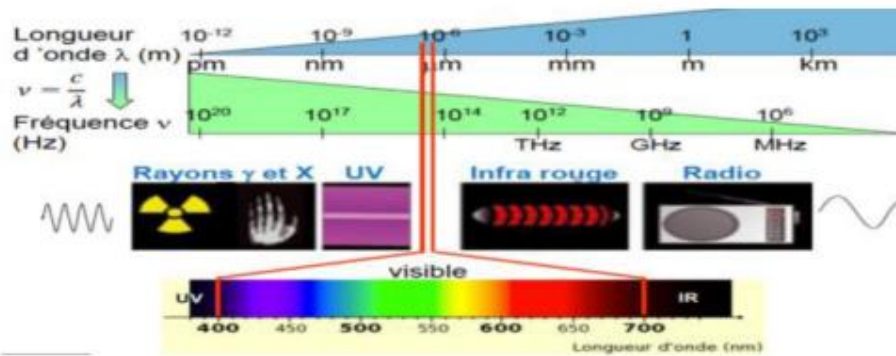
Particule	Positon β^+	Neutrino et antineutrino	Alpha
Définition	C'est l'antiparticule de l'électron.	Ils expliquent la radioactivité β^+ et β^-	Formée de 4 nucléons : 2 protons+2neutrons. C'est le noyau de l'atome d'hélium
Masse	$0,5 \cdot 10^{-3}u = e^-$	Quasi nulle	$4,0015u$ (< à la masse de 2 protons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

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 λ comme la plus petite longueur séparant 2 points dans un même état. La fréquence ν en Hertz se calcule par c/λ . 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 $E=h\nu$** (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).

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

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

(HORS SI) c'est la relation de Duane et Hunt. ATT λ 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 matière est pleine de vide . Il détermine le modèle planétaire 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 dualité onde-particule . Il prédit que seules certaines orbites sont possibles pour les électrons . 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

C- 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 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.

D- 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 σ . On doit en tenir compte dans le calcul de l'énergie :

Z → numéro atomique

σ → effet écran

n → couche électronique ≥ 1

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

E- 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 plus tard dans l'année avec tous les détails pour que la fiche soit parfaite. Courage à vous pour cette dernière année de PACES. Vous êtes des guerriers.

Dédicace à mes champions Thomas, Clara et Colin, déchirez tout svp.

Dédicace à mon Co-tut du love, clairement le meilleur les gars cherchez pas.

Dédicace à Yanousa, Yamitose, Cycloéxane, Célestéroïdes, et Emmatome j'vous love.

Et dédicace à ma team du mini chat que j'aime du love.



TEAM FUSHIA POUR TOUJOURS

COURAGEEEEEEE LA BIOPHY VOUS AIME



Emiliepothèse

Pour vous servir.