

Lumière et atome

I. L'atome

- L'atome est centré sur son noyau qui est fixe. Autour du noyau gravite des électrons non fixés.
- Il contient des protons de charge $q=+1$, d'électrons de charge $q=-1$ et de neutrons avec $q=0$:



A : nombre de masse (protons + neutrons)

Z : nombre de protons : numéro atomique

N : nombre de neutrons = $A - Z$

✓ Le nombre de masse A , a donc une masse supérieur au nombre de protons Z.

- Le volume de l'atome est fait par les électrons et la masse de l'atome est fait par le noyau.

II. La lumière

- La lumière (photons) est un **rayonnement électromagnétique** (une composante électrique et une magnétique).
- La lumière, perçue par la rétine, transporte de l'énergie : quand on rapproche notre main d'une lampe, ça chauffe donc ça transporte bien de la chaleur sous forme d'énergie.
- Sa célérité (= vitesse), notée c , équivaut à 3.10^8 dans le vide
- Elle possède une **dualité onde/ particule** avec un caractère :
 - Ondulatoire
 - Corpusculaire (particule)

a) Caractère ondulatoire

- La lumière est associée à une longueur d'onde (λ) et une fréquence (ν)

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1} \text{ (le prof a insisté dessus)}$$

λ (mètre) : Distance entre deux crêtes

b) Caractère corpusculaire

- La lumière est composée de particules appelées **photons** qui transportent une quantité d'énergie appelé « **quantum** »
- Quantité d'énergie transportée par un photon :

$$E(J) = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad h = \text{constante de Planck} = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$$

λ en mètre

✓ **Astuce** : $h \cdot c = 20.10^{-26} \text{ (++)}$

✓ E et λ inversement proportionnel : petite énergie = grande longueur d'onde.

II. Interaction rayonnement- matière

- L'énergie d'un électron est **négative** et discontinue (varie) mais quantifiée (on peut la calculer).
- Le niveau $n = 1$ est appelé fondamental
- Le niveau $n = 2$ est le premier niveau excité
- Le niveau $n = \infty$ est le niveau ionisé

a) Energie des électrons (hydrogénoïdes/ non hydrogénoïdes)

- Hydrogénoïde : ion avec un seul électron : (${}_5\text{B}^{4+}$, He^+) +++
- Pour chaque niveau (n), on utilise la formule suivante :

$$E \text{ (J)} = - \frac{R_{h.c.h.} \cdot Z^2}{n^2}$$

$$E(J) = - \frac{K \cdot Z^2}{n^2} \text{ avec } K = R_h \cdot c \cdot h = 2,17 \cdot 10^{-18} \text{ (le prof a insisté)}$$

(Cette formule ne sert pas pour les calculs, rappelez-vous du moins)

- En convertissant l'énergie en ev (+++) :

$$E(ev) = - \frac{13,6 \cdot Z^2}{n^2} \quad \text{et} \quad 1 \text{ ev} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

- ✓ Les hydrogénoïdes ont un seul électron, il se trouve forcément sur la premier niveau $n = 1$. Du coup $n^2 = 1^2 = 1$, donc la formule est $-13,6 \cdot Z^2$. Pour les atomes qui possèdent plusieurs électrons, il est important de savoir sur quel niveau n se trouve l'électron pour calculer son énergie.
- ✓ Les électrons ont donc une énergie négative.

b) Absorption / excitation

- L'électron peut passer à un niveau énergétique n plus élevé en absorbant un photon d'énergie quantifiée : **excitation électronique**. Le niveau excité est métastable = instable.
- L'énergie du photon doit être la **différence exacte** entre deux « n » de l'électron. Dans le cas contraire le photon, n'est pas absorbé par l'électron.

- La transition électronique (différence d'énergie) entre deux niveaux s'exprime par (+++) :

$$\Delta E_{n \rightarrow n'} = E_{n'} - E_n = 13,6.Z^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right)$$

La différence d'énergie pour passer à un niveau supérieur est donc celle du **photon absorbée** (E_{hv}). Cette formule s'utilise pour les excitations et deséxcitations.

- Il existe une **infinité** de niveau excité, il existe un **unique** niveau fondamental ($n=1$)
- Ex d'absorption : Radiographie X, échauffement d'un corps

c) Emission / désexcitation

- L'électron va avoir tendance à minimiser son énergie en retournant à son niveau fondamental : **désexcitation électronique**.
- L'électron perd (cède) donc de l'énergie sous la forme de photon qui n'est rien d'autre que de la lumière : **émission lumineuse**
- Ex d'émission : Tube à Néon, antenne T.V

d) Ionisation :

- Si $E(\text{photon}) > E(\text{électron})$: l'électron est éjecté de l'atome avec une énergie cinétique correspondant à la différence entre l'énergie du photon et l'énergie de l'électron qui possède initialement :

$$E_c = E_{hv} - | E_{\text{électron}} |$$

- ✓ L'électron devient une particule avec une énergie cinétique.
- ✓ Suite à la ionisation, l'électron se retrouve sur $n=\infty$ avec $E_{\text{électron}}=0$

III. La notion de quanta

- L'énergie et la matière sont **discontinues**.
- L'échange d'énergie se fait **uniquement** sous forme de photon (rayonnement électromagnétique).
- Les quantités d'énergie échangées sont des **multiples (entier)** d'un quantum .

IV. Structure de l'atome : les électrons

Les électrons ne sont pas parfaitement localisables : on parle de nuage électronique.

a) **Dualité onde / particule** de l'électron

- Dans l'atome : **onde** avec une énergie et des variations d'énergie **quantifiées**
- Hors de l'atome : **Particule** avec un énergie variable

b) Les particules de matières

- Les électrons sont des particules de matière.
- Pour toute particule de **masse m** et de **vitesse v**, on a une longueur d'onde de De Broglie :

$$\lambda = \frac{h}{m.v} \quad \text{en mètre}$$

h : constante de Planck : $6,6.10^{-34}$ J.s
v : vitesse \neq célérité de la lumière
m : kg

- ✓ La longueur d'onde se déplace à la vitesse de l'objet et non à la vitesse de la lumière.

c) Les 4 nombres quantiques

Tous les atomes (sauf l'hydrogène) possèdent plusieurs électrons dans leur état fondamental

Pour distinguer les électrons des autres dans un même atome, on utilise les **4 nombres quantiques**

Les électrons **ne** peuvent donc **pas** posséder **4 nombres quantiques** identiques (sinon impossible de les distinguer):

Règle d'exclusion de Pauli

- ✓ Les électrons ne sont donc pas rigoureusement identiques au sein de l'atome. (le prof insiste)

- Voici les 4 nombres quantiques :

n : Nombre quantique principal

: donne le niveau d'énergie = couche principal

: **entier** $n \geq 1$, $n = 1$ = niveau fondamental

$n = 2$ = premier niveau excité

l : Nombre quantique secondaire / *azimutal*

: donne le sous niveau d'énergie = sous couche

: détermine **la forme** de l'espace où se situe l'électron

➤ Si $l = 0$: Orbital de **type s**

➤ Si $l = 1$: Orbital de **type p**

➤ Si $l = 2$: Orbital de **type d**

➤ Si $l = 3$: Orbital de **type f**

: **entier** , $0 \leq l \leq n-1$ (**il n'est donc pas négatif**)

m : Nombre quantique magnétique

: donne la Direction dans l'espace de l'électron (ou de l'OA)

: **entier** , $-l \leq m \leq +l$

s : Nombre quantique de spin / spin

: donne les propriétés magnétiques de l'électron

: donne la rotation de l'électron

: valeur = $+1/2$ ou $-1/2$ (**ce n'est pas un entier**)

Le cours est complètement à jour. J'ai mentionné dans les cours les points où le prof insiste.

J'espère que ce cours vous plaira.

Dédicace à mes 7 fillotes : Marianne, Anaëlle , Andrea , Camille, Lorelei, Kimberlie, Thelma : Je crois en vous et en tout le monde d'ailleurs. Et bien sur à ma co-tut.

Pour ceux qui ont vraiment du mal avec les transitions électroniques :

Ex : Des transitions électroniques

On va exciter l'atome d'hydrogène en donnant de l'énergie à l'électron en **lui « faisant manger » des photons** et les électrons montent de niveau n si le photon a une énergie suffisante et si l'énergie du photon est **égale strictement** à la différence d'énergie entre deux niveaux de l'électron : on passe donc de l'état fondamental à un état excité : c'est une transition électronique

Etat excité = métastable = instable car les électrons préfèrent le niveau fondamental (ou un niveau inférieur).

L'électron redescend au niveau fondamental perdant de l'énergie en **« crachant »** des photons (l'électron émet de la lumière): c'est aussi une transition électronique car l'électron change de niveau.