Université de Béjaia Année universitaire 2021/2022

Faculté de Technologie

Département de Technologie

Série de TD N°3 de Chimie 1

Exercice. 1

1. Un photon X de longueur d'onde 150 pm arrache un électron d'une couche interne d'un atome. L'électron éjecté à une vitesse de $2{,}1.10^7$ m/s. Quelle est l'énergie de l'électron dans l'atome ?

2. Le travail d'extraction du Césium est équivalent à 2,14 eV. Quelle est l'énergie cinétique et la vitesse de l'électron émis par des radiations de 700 nm et 300 nm et que se passe-t-il dans chaque cas? Quelle est la fréquence de seuil pour laquelle le phénomène n'est plus observé ?

Exercice 2.

Établir pour un atome hydrogénoïde, les formules donnant :

a- Le rayon de l'orbite de rang (n).

b- L'énergie du système noyau-électron correspondant à cette orbite.

c- Exprimer le rayon et l'énergie totale de rang n pour l'hydrogénoïde en fonction des mêmes grandeurs relatives à l'atome d'hydrogène.

Exercice 3

I) Dans l'étude du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène, l'électron de l'Hydrogène se trouve sur un niveau excité $\mathbf{n_2 = 6}$ il se stabilise en subissant une transition de ce niveau excité au niveau **n=2**.

1. A quelle série spectrale appartient cette raie ?

Lors de cette transition l'atome d'Hydrogène émis un photon d'énergie E.

2. Calculer cette énergie ainsi que la longueur d'onde de ce photon.

3. Quelle est l'énergie qu'il faut fournir pour arracher l'électron de cet atome se trouvant sur le niveau n=2.

4. Calculer la longueur d'onde de la première et de la raie limite de la série spectrale de la question 1.

5. Déduire la plus grande et la plus petite énergie de cette série et représenter les transitions correspondantes sur un diagramme énergétique.

II) 1. Rappeler la définition d'un ion hydrogènoide

2. Les ions $_{3}\mathbf{Li}^{+}$ et $_{5}\mathbf{B}^{+3}$ sont –ils des systèmes hydrogènoides ?

3. Calculer l'énergie d'ionisation de $_{4}\mathbf{Be}^{+3}$. Quelle sera la longueur d'onde correspondante.

4. Un photon de longueur d'onde $\boldsymbol{\lambda}$=25.64 nm peut il être absorbé par un électron se trouvant initialement sur le niveau n=2 de $\mathbf{Be}^{+3}$? Si oui, dans quel état se trouve alors l'ion $\mathbf{Be}^{+3}$.

Exercice 4

Rappeler quels sont les quatre nombres quantiques. Comment leurs valeurs sont-elles liées ?

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ?

a) Si l = 1, l'électron est dans une orbitale d.

b) Si n = 2, m peut être égal à -1.

c) Pour un électron d, le nombre quantique m peut avoir la valeur 3.

d) Pour un électron de la sous-couche d, le nombre quantique S peut être égal à 2.

e) Si l = 2, la sous-couche correspondante peut recevoir au plus 10 électrons.

f) Le nombre n d'un électron d'une sous-couche f peut être égal à 3.

Exercice 5

Donner la configuration électronique des atomes et ions suivants :

$_{14}Si$, $_{16}S$, $_{18}Ar$, $_{20}Ca$, $_{23}V$, $_{26}Fe$, $_{24}Cr$, $_{29}Cu$, $_{56}Ba$, $_{9}F^{-}$, $_{16}S^{2-}$, $_{26}Fe^{3+}$, $_{29}Cu^{+}$.

Représenter les cases quantiques des couches de valences ainsi que les nombres quantiques correspondants à chaque électroncélibatire.

Donnée : R_H=1.097.$10^{7}$$m^{-1}$ h= 6.62.10^{-34}J.s^{-1} C= 3.10^{8}m.s^{-1} me= 9.1.10^{-31} Kg

Corrigé Série N°3

Exercice N°1

1) Calcul de l'énergie de l'électron dans l'atome :

$$E = E_c + E_0$$

E : Energie du photon ; E_c : Energie cinétique ; E_0 : travail d'extraction

photon α
$\lambda = 150\ pm = 150 \times 10^{-12}\ m$
$V_e = 2{,}10 \times 10^{7}\ m/s$

Il faut fournir une energie E_0 appellée travail d'extraction ou energie de seuil : $E_0 = h.\nu_0$ ⇒ pour que l'effet photoélectrique se produise, il faut que $E > E_0$ ⇒ $E = h.\nu > E_0 = h.\nu_0$

⇒ $E_0 = E - E_c$; avec : $E_c = \frac{1}{2} m_e V_e^2$

$$\Rightarrow E_c = \frac{1}{2}\left(\underbrace{9{,}10 \times 10^{-31}}_{\text{masse de l'e}^-}\right) \times \left(2{,}10 \cdot 10^{7}\right)^2$$

$$\Rightarrow \boxed{E_c = 20{,}06 \times 10^{-17}\ J}$$

et : $E = h.\nu = h.\frac{c}{\lambda} \Rightarrow (6{,}62 \times 10^{-34}) \times \left(\frac{3 \times 10^{8}}{150 \times 10^{-12}}\right)$

$$\Rightarrow \boxed{E = 13{,}24 \times 10^{-16}\ J}$$

$$\Rightarrow E_0 = W_{ext} = E - E_c = 13{,}2 \times 10^{-16} - 20{,}06 \times 10^{-17} \Rightarrow \boxed{E_0 = 11{,}23 \times 10^{-16}\ J}$$

2) Calcul de l'énergie cinétique et la vitesse de l'électron

1) Emis par les radiations $\lambda = 700\ nm$

$E_c = E - E_0$; avec : E_0 = travail d'extraction $= 2{,}14\ eV = 2{,}14 \times (1{,}6 \times 10^{-19}) = \boxed{34{,}2 \times 10^{-20}\ J}$

et $E_1 = h.\nu = h.\frac{c}{\lambda_{700nm}} = \frac{(6{,}62 \times 10^{-34}) \times 3 \times 10^{8}}{700 \times (10^{-9})} = \boxed{28 \times 10^{-20}\ J}$

$1\ nm = 10^{-9}\ m$

⇒ $E_1 < E_0$ ⇒ $28.10^{-20} < 34{,}2 \times 10^{-20}$

⇒ donc pas d'extraction d'électron et donc pas d'effet photoelectrique

et donc $E_c = 0$ ⇒ $V_e = 0$

2) Emis par les radiations de $\lambda = 300\ nm$

$\lambda = 300\,nm$

Calcul de Ec et Ve

$Ec_2 = E_2 - E_0 = \frac{1}{2} m_e . V_e^2$

$\Rightarrow E_2 = h.\nu = h. \frac{c}{\lambda_{(300nm)}} = \frac{(6,62 \times 10^{-34}) \times (3 \times 10^{8})}{(300 \times 10^{-9})} \Rightarrow \boxed{E_2 = 66,2 \times 10^{-20}\,J}$

$\lambda\,nm = 10^{-9}\,m$

$\Rightarrow E_2 > E_0$ l'électron est donc arraché, il y a donc effet photoélectrique $Ec_2 \neq 0$

• Calcul de Ec_2

$\Rightarrow Ec_2 = \frac{1}{2} m_e . V^2 = E_2 - E_0 = \underbrace{6,62 \times 10^{-19}}_{66,2 \times 10^{-20}} - 34,2 \times 10^{-20} = 3,2 \times 10^{-19}$

$\Rightarrow Ec_2 = 3,2 \times 10^{-19} = \boxed{32 \times 10^{-20}\,J}$

• Calcul de Ve_2 :

$Ec_2 = \frac{1}{2} m_e . Ve_2^2 \Rightarrow Ve_2 = \sqrt{\frac{2 \times Ec_2}{m_e}}$

A.N : $Ve_2 = \sqrt{\frac{2 \times (32 \times 10^{-20})}{9,1 \times 10^{-31}}} \Rightarrow \boxed{Ve_2 = 8,38 \times 10^{5}\,m/s}$

• Calcul de la fréquence de seuil

E_0 = Energie seuil $= h.\nu_0$ (fréquence seuil) $\Rightarrow \nu_0 = \frac{E_0}{h} = \frac{34,2 \times 10^{-20}}{6,62 \times 10^{-34}} \Rightarrow$

$\boxed{\nu_0 = 5,17 \times 10^{14}\,s^{-1}}$

pour arracher un électron (effet photoélectrique) il faut que :

$E > E_0$ $\quad E = h.\nu$

$\Rightarrow \nu > \nu_0$

et $\lambda < \lambda_0$

$\Rightarrow$ donc pour une fréquence $\nu < \nu_0$ l'électron n'est pas arraché $\Rightarrow \boxed{\nu < 5,17 \times 10^{14}\,s^{-1}}$

$\Downarrow$

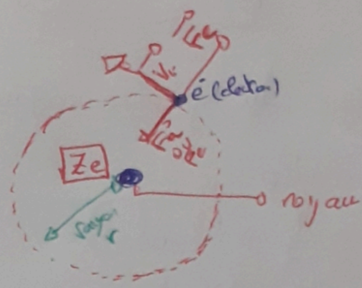
La fréquence pour laquelle le phénomène photoélectrique n'est pas observé.

• Exercice N° 2

a- Le rayon de l'orbite de rang (n) pour un hydrogénoïde

$\vec{F_a}$: Force d'attraction électrostatique qui s'exerce entre les deux charges (+e) et (−e) (voir le cours)

$\vec{F_c}$: Force centrifuge qui tend à tirer l'électron vers l'extérieur



• Force électrostatique $\vec{F_a}$

dans le cas d'un hydrogénoïde : $F_a = -Z \cdot \frac{k e^2}{r^2}$; $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

ε_0 : permittivité du vide

pour l'atome d'hydrogène :

$Z = 1$ donc $F_a = -k \cdot \frac{e^2}{r^2}$

• Force centrifuge $\vec{F_c}$

$F_c = \frac{m v^2}{r}$

Pour que l'électron reste sur l'orbite (équilibre)

$\Rightarrow$ Il faut que $\vec{F_a} = -\vec{F_c}$

On aura : $\frac{Z k e^2}{\cancel{r^2}} = \frac{m v^2}{\cancel{r}} \Rightarrow \boxed{\frac{Z \cdot k e^2}{r} = m \cdot v^2}$ .... (1)

• Energie totale de l'électron

$E_T = E_p + E_c$ avec : $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

et E_p : Energie potentielle $= \frac{-Z k e^2}{r}$

$\Rightarrow$ Détermination du rayon r :

d'après le deuxième postulat de Bohr : $m_e v \cdot r = n \frac{h}{2\pi}$ avec : n = nombre entier naturel supérieur à zéro

$\Rightarrow \boxed{v = \frac{n \cdot h}{2\pi m_e \cdot r}}$ .... (2)

On remplace (2) dans (1) $\Rightarrow$

$v^2 = \frac{n^2 \cdot h^2}{4\pi^2 m_e^2 \cdot r^2} \Rightarrow \frac{Z \cdot k e^2}{\cancel{r}} = \cancel{m_e} \cdot \frac{n^2 \cdot h^2}{4\pi^2 \cdot m_e^{\cancel{2}} \cdot r^{\cancel{2}}}$

$\Rightarrow r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 \cdot m_e \cdot Z \cdot k e^2} = \underbrace{\boxed{\frac{h^2}{4\pi^2 m_e \cdot k e^2}}}_{a_0} \cdot \frac{n^2}{Z}$

a_0 $\rightarrow$ rayon de la première orbite

$$\Rightarrow \boxed{r_n = a_0 \cdot \frac{n^2}{Z}}$$ → Rayon de l'orbite n de l'hydrogénoïde

$$\boxed{a_0 = 0{,}53\ \text{Å}}$$

b – L'énergie du système noyau électron de l'orbite n :

$E_T = E_C + E_P$

avec : $E_C = \frac{1}{2} m v^2$ → (3)

On remplace (1) dans (3) $\Rightarrow \boxed{E_C = \frac{1}{2}\, \frac{Z \cdot ke^2}{r}}$

* $E_p = -\int_{\infty}^{r} F_a\, dr = \int_{r}^{\infty} F_a\, dr = \int_{r}^{\infty} -\frac{kZe^2}{r^2}\, dr$

$$\Rightarrow \boxed{E_p = -Zk\frac{e^2}{r}}$$

$$\Rightarrow E_t = E_C + E_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{Zke^2}{r} - \frac{Zke^2}{r} = -\frac{1}{2}\, \frac{Zke^2}{r}$$

$$\boxed{E_t = -\frac{1}{2}\, \frac{kZe^2}{r}}$$

avec : $r = \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 m_e k e^2 \cdot Z} \Rightarrow E_t = -\frac{1}{\cancel{2}}\, \frac{(kZe^2)(\cancel{4}\pi^2 \cdot m_e \cdot ke^2 \cdot Z)}{h^2 \cdot n^2}$

$$E_t = \underbrace{\frac{-2k^2e^4 \cdot m_e \pi^2}{h^2}}_{E_H} \cdot \frac{Z^2}{n^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{E_t = E_n = E_H \cdot \frac{Z^2}{n^2}} \quad \text{et} \quad \boxed{E_H = -13{,}6\ \text{eV}}$$

$$\Rightarrow \boxed{E_n = -13{,}6 \times \frac{Z^2}{n^2}}$$ ⇒ pour un hydrogénoïde.

C – Le rayon et l'énergie totale de rang n pour l'hydrogénoïde en fonction de celle de l'hydrogène H :

$$\boxed{r_n = a_0 \times \frac{n^2}{Z}} \quad \text{et} \quad \boxed{E_n = E_H \cdot \frac{Z^2}{n^2}} \quad \text{et} \quad \boxed{r_n = r_{1H} \cdot \frac{n^2}{Z}}$$

rayon de Bohr a_0

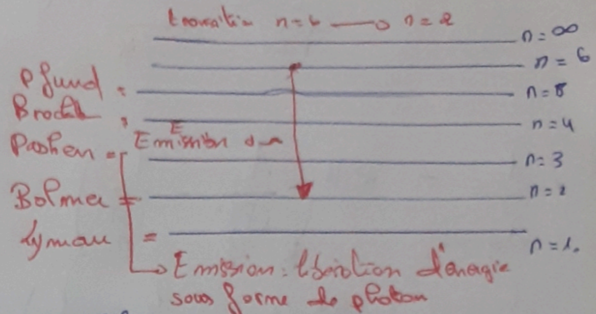
→ rayon de l'atome de l'hydrogène pour $n = 1 = a_0$

· Exercice N°3

① Spectre d'émission de l'hydrogène → transition de $n=6$ à $n=2$

$n=6 \longrightarrow n=2$

1. Cette raie appartient à la série de Balmer ($n=2$)



② Calcul de l'énergie pour cette raie

transition électronique du niveau n_i (initial) vers le niveau n_f (final)

$n_i \longrightarrow n_f$

D'après le principe de la conservation de l'énergie, il faut que en valeur absolue $(\Delta E_{n_i \to n_f})$ entre les deux états atomiques initial et final soit égale à l'énergie du photon émis ou absorbé donc :

$$|\Delta E_{n_i \to n_f}| = |E_{n_f} - E_{n_i}| = |E_1| \cdot \left|\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right| = h.\nu$$

$$E = E_{n_f} - E_{n_i} \Rightarrow E_n = \frac{-13,6}{n^2} \Rightarrow E = -13,6\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) = -13,6\left(\frac{1}{(2)^2} - \frac{1}{(6)^2}\right)$$

$$\Rightarrow E = -13,6\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36}\right) \Rightarrow \boxed{E = -3,022\,eV}$$

$$\Rightarrow E = -3,022 \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$\boxed{E = -4,84 \times 10^{-19}\,J}$$

* Calcul de la longueur d'onde de ce photon

$$E = h.\nu = h.\frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h.c}{|E|} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{4,84 \times 10^{-19}} = \boxed{410 \times 10^{-9}\,m}$$

Où : $$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) = 1,097 \times 10^{7}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36}\right) = 2,43 \times 10^{6}$$

$$\Rightarrow \boxed{\lambda = 410 \times 10^{-9}\,m}$$

③ L'énergie qu'il faut fournir pour arracher l'électron de cet atome sur le niveau $n=2$ ⇒ Il s'agit de l'énergie d'extraction ou d'ionisation.

$$E_{i\,(2 \to \infty)} = E_\infty - E_2 = \cancel{\frac{-13,6}{\infty^2}} - \left(\frac{-13,6}{2^2}\right) = \frac{13,6}{4} \Rightarrow \boxed{E_i = 3,4\,eV}$$

($E_f - E_i$)

④ Calcul de la longueur d'onde de la première et de la raie limite de la série spectrale de Balmer ($n=2$)

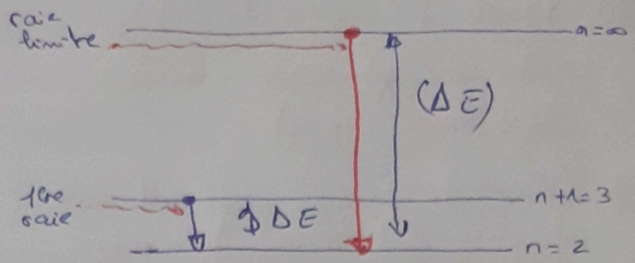
* La longueur d'onde de la 1ère raie :

La raie : c'est une transition électronique de ni vers nf

$n_i \longrightarrow n_f$

$n+1 \xrightarrow{\text{emission}} n=2$

1ère raie $\xleftarrow{\text{absorption}}$



$$* \ \frac{1}{\lambda_{3\to2}} = R_H\left(\frac{1}{\underset{n_f}{(2)^2}} - \frac{1}{\underset{n_i}{(3)^2}}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_{3\to2}} = 1,097\times10^{7}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) = 1,5234\times10^{6}\ m^{-1}$$

$\Rightarrow \lambda_{3\to2} = 6,56\times10^{-7}\ m$ $\lambda_m = 10^{-9}\ nm$

$\Rightarrow \boxed{\lambda_{3-2} \simeq 656\ nm}$

* La longueur d'onde de la raie limite : (transition électronique de $n=\infty$ vers $n=2$)

$n=2 \xrightarrow[\text{emission}]{\text{Absorption}} \infty$

$$\frac{1}{\lambda_{\infty\to2}} = R_H\left(\frac{1}{(2)^2} - \cancel{\frac{1}{\infty^2}}\right) = \frac{R_H}{4} = \frac{1,097\times10^{7}}{4} = 0,274\times10^{7}\ m^{-1}$$

$\lambda_{\infty\to2} = 3,64\times10^{-7}\ m$

$\Rightarrow \boxed{\lambda_{\infty\to2} = 364\ nm}$

⑤ La plus grande et la plus petite énergie de la série de Balmer

* La plus grande énergie : E_{max}

$E_{max} = h\cdot\frac{c}{\lambda_{min}}$ | E_{max} correspond à λ_{min}

$$\Rightarrow |E_{max}| = \frac{h.c}{\lambda_{min}} = \frac{6,62\times10^{-34}\cdot(3\times10^{8})}{364\times(10^{-9})} = 5,45\times10^{-19}\ J$$

$$= \frac{5,45\times10^{-19}}{1,6\times10^{-19}} = 3,41\ eV$$

$\boxed{E_{max} = 3,41\ eV}$

* La plus petite énergie : E_{min}

E_{min} correspond à λ_{max}

$$E_{min} = h\cdot\frac{c}{\lambda_{max}} = \frac{6,62\times10^{-34}\cdot(3\times10^{8})}{(656)\times10^{-9}} = 3,02\times10^{-19} = 1,89\ eV \Rightarrow \boxed{E_{min} = 1,89\ eV}$$

* Représentation des transitions sur un diagramme énergétique :

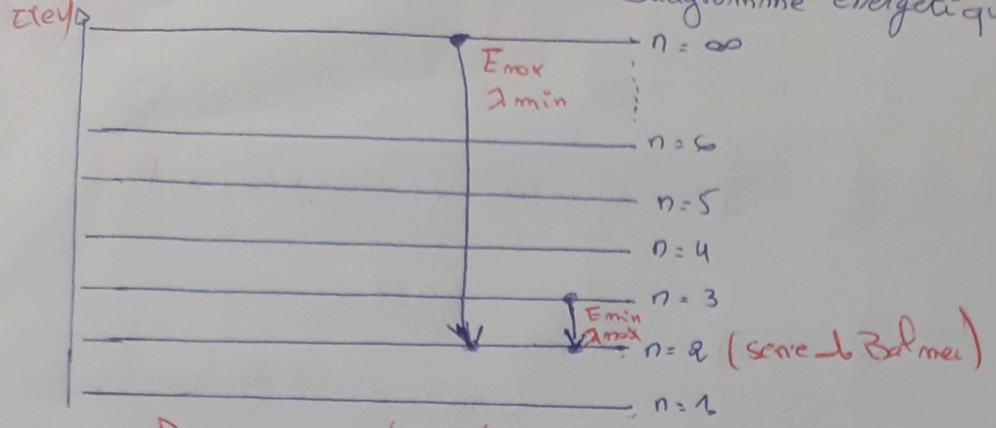


Diagramme énergétique

II. 1. Rappel de la définition d'un ion hydrogénoïde

Un hydrogénoïde est un atome qui a perdu tous ses électrons (ē) sauf un

② les ions $_3Li^+$ et $_5B^{+3}$ ne sont pas des hydrogénoïdes car ils présentent plus d'un electron ($2ē$ chacun)

③ Calcul de l'énergie d'ionisation du $_4Be^{+3}$:

$$E_i = E_\infty - E_n$$

pour un hydrogénoïde $E_n = -\frac{13,6 \cdot Z^2}{n^2}$

$$\Rightarrow E_i = \cancel{\frac{-13,6\,Z^2}{\infty^2}} - \left(-\frac{13,6\,Z^2}{n^2}\right) \Rightarrow E = \frac{13,6\,(4)^2}{(1)^2} \Rightarrow \boxed{E_i = 217,6\ eV}$$

$n = 1$
$Z = 4$ ($_4Be^{+3}$)

* Calcul de la longueur d'onde correspondante :

$$|E| = \frac{h.c}{\lambda_{1\to\infty}} \Rightarrow \lambda = \frac{h.c}{|E|} = \frac{(6,62\times10^{-34})\times(3\times10^{8})}{(217,6)\times(1,6\times10^{-19})}$$

$$\Rightarrow \boxed{\lambda = 5,7\times10^{-9}\,m = 57\,A°} \quad 1\,m = 10^{10}\,A°$$

④ Un photon de longueur d'onde $\lambda = 25,64\,nm$ peut-il être absorbé par un electron se trouvant initialement sur le niveau $n=2$ de Be^{+3}

$\Rightarrow$ la transition qui correspond à la longueur d'onde $\lambda = 25,64\,nm$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{R_H Z^2}{n^2} - \frac{R_H Z^2}{m^2}$$

$$\Rightarrow \frac{R_H Z^2}{m^2} = \frac{R_H Z^2}{n^2} - \frac{1}{\lambda}$$

On divise sur $R_H Z^2$

On obtient alors : $\frac{1}{m^2} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{\lambda R_H Z^2}$

A.N : $\frac{1}{m^2} = \frac{1}{4} - \frac{1}{(25{,}64)\times10^{-9} \times (1{,}097\times10^7)\times \underset{Z=4}{16}}$

$\Rightarrow \frac{1}{m^2} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4{,}508} = 0{,}028$

$\Rightarrow m^2 = 35{,}98 \Rightarrow m = \sqrt{35{,}98}$

m est un entier donc le photon est absorbé par Be^{3+} et la transition correspondante est $\boxed{m \simeq 6}$

$n = 2 \longrightarrow m = 6$

$2 \longrightarrow 6$

<u>2ème bien :</u>

$E = \frac{h.c}{\lambda} = \frac{6{,}62\times10^{-34}\times 3\times10^{8}}{25{,}64\times10^{-9}} = \boxed{7{,}74\times10^{-18}\ J}$

$nm \xrightarrow[\times10^{-9}]{} m$

$E = 7{,}74\times10^{-18}\ J = \boxed{48{,}4\ eV}$

$|E| = |E_f| - |E_i| = \frac{hc}{\lambda} = \frac{-13{,}6 Z^2}{n_f^2} - \left(-\frac{13{,}6 Z^2}{n_i^2}\right)$

<u>A.N :</u>

$|E| = 48{,}4\ eV = -\frac{13{,}6\times16}{n_f^2} + \frac{13{,}6\times(16)}{2^2}$

$\Rightarrow \frac{13{,}6\times16}{n_f^2} = \frac{13{,}6\times(16)}{2^2} - 48{,}4 \Rightarrow \frac{217{,}6}{n_f^2} = 54{,}4 - 48{,}4$

$\frac{1}{n_f^2} = 0{,}02$

$\Rightarrow n_f^2 = 37{,}03$

$\Rightarrow \boxed{n_f \simeq 6}$

nombre entier

Exercice N°1

① Les quatre nombres quantiques :

- Le nombre quantique principale (n) : n est un entier ≥ 1
- Le nombre quantique secondaire ou azimutal (ℓ) : $0 \leq \ell \leq n-1$
- Le nombre quantique magnétique (m) : $-\ell \leq m \leq +\ell$
- Le nombre quantique de spin (ms ou s) : $-\frac{1}{2}$ et $+\frac{1}{2}$

a) Si $\ell = 1$ l'électron est dans une orbitale d → fausse

$\ell = 0$ s
$\ell = 1$ p
$\ell = 2$ d
$\ell = 3$ f

pour $\ell = 1$ l'électron est dans p

si $\ell = 2$ l'électron est dans d.

ⓑ Si n = 2, m peut être égale à -1 → Vrai

$n = 1 \rightarrow \ell = 0 \rightarrow m = 0$
$n = 2 \rightarrow \ell = 1 \rightarrow -\ell \leq m \leq +\ell \Rightarrow m = -1, 0, +1$
$n = 3 \rightarrow \ell = 2$
$n = 4 \rightarrow \ell = 3 \rightarrow -2 \leq m \leq +2 \rightarrow m = -2, -1, 0, +1, 2$
$n = 5 \rightarrow \ell = 4 \rightarrow -3 \leq m \leq +3 \rightarrow m = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$
⋮ ⋮

ⓒ Pour un électron d, le nombre quantique m peut avoir la valeur 3 → fausse

la sous couche d $\ell = 2$ $-2 \leq m \leq +2$
$m = -2, -1, 0, +1, +2$

ⓓ Pour un électron de la sous-couche d, le nombre quantique m peut être égale à 2 → Vrai

ⓔ Si $\ell = 2$, la sous couche correspondante peut recevoir au plus 10 électrons → Vrai

$\ell = 2 \Rightarrow$ la sous couche correspondante est d

pour trouver le nombre d'é d'une sous couche $2(2\ell + 1)$

$\Rightarrow d = 10\ e^-$

8) Le nombre n d'un électron d'une sous-couche f peut être égal à 3 → faux

pour $n = 3 \rightarrow \ell = 2$ et $\ell = 2$ il s'agit de la sous couche d dans elle est fausse

$f \longrightarrow \ell = 3$ et $n = 4, 5, 6, \ldots$

- Exercice N°5

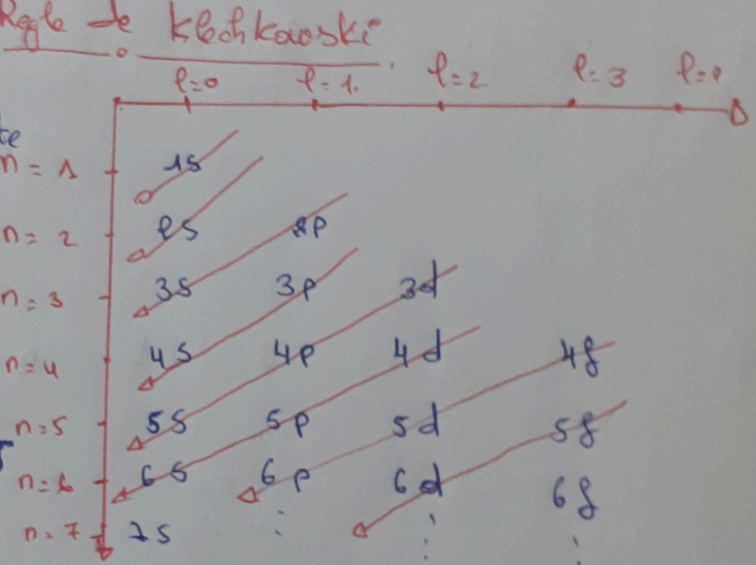
. La configuration électronique des atomes et ions suivant :

$_{14}Si$, $_{16}S$, $_{18}Ar$, $_{20}Ca$, $_{23}V$, $_{26}Fe$, $_{24}Cr$, $_{29}Cu$, $_{56}Ba$, $_{9}F$, $_{16}S^{2-}$, $_{26}Fe^{3+}$, $_{29}Cu^{+}$

Rappel :

Le remplissage des orbitale se fait suivant les valeurs croissante de $n+\ell$. A égalité, on remplit les orbitales du n le plus faible en premier. Donc on aura :

Règle de Klechkowski



1s, 2s 2p, 3s 3p, 4s, 3d, 4p, 5s

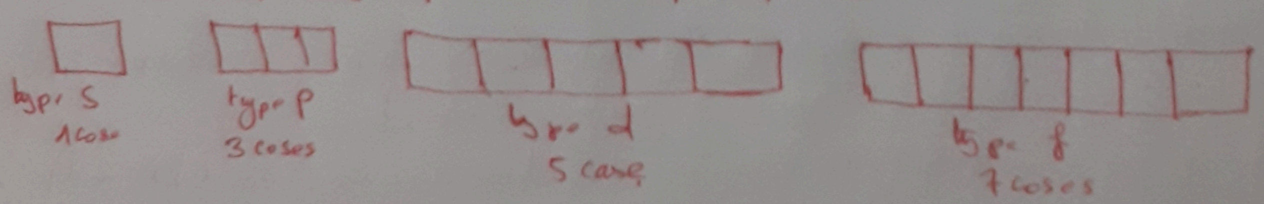
Le nombre d'é sur la sous couche $= 2(2\ell+1)$

$2\ell+1 \rightarrow$ cases quantiques

donc : s → 2
p → 6
d → 10
f → 14
g → 18

nombre d'é dans la couche :
n = 1 → max (2é)
n = 2 → max (8é)
n = 3 → max (18é)
n = 4 → max (32é)

- nombre quantique magnétique m : cases quantique $(2\ell+1)$



Exercice N°5

Donner la configuration électronique des atome et ion suivant :

Pour rappel :

Exceptions à la règle de Klechkowski concernant le remplissage des orbitales $\boxed{d}$ et $\boxed{f}$

Ces exceptions concernent les éléments possédant une sous-couche d ou f incomplète

Car une sous-couche totalement remplie ou à 1/2 remplie confère une plus grande stabilité aux atomes. Il s'applique particulièrement aux configurations de type d^9s^2 et d^4s^2 qui se transformeront respectivement en $d^{10}s^1$ et d^5s^1 (un électron de la sous-couche s saute sur la sous-couche d

* $_{14}Si$: $1s^2, 2s^2 2p^6, \underbrace{3s^2 3p^2}$ → la couche de valence

$3s^2$: [↑↓]

n = 3
l = 0
m = 0
s = +1/2 s = −1/2

$3p^2$: [↑][↑][ ] ← électron célibataire

n = 3, l = 1, m = −1, s = +1/2

n = 3, l = 1, m = 0, s = +1/2

$\{2l + 1\}$ (pour trouver le nombre de cases quantiques)

$-l \leq m \leq +l$

$-1 \leq m \leq +1$

$-1, 0, +1$

* $_{16}S$: $1s^2, 2s^2 2p^6, \underbrace{3s^2 3p^4}_{\text{Couche de valence}}$

$3s^2$: [↑↓]

n = 3
l = 0
m = 0
s = +1/2 s = −1/2

$3p^4$: [↑↓][↑][↑]

n = 3, l = 1, m = −1, s = +1/2 s = −1/2

n = 3, l = 1, m = 0, s = +1/2

n = 3, l = 1, m = 1, s = +1/2

* $_{18}Ar$: $1s^2, 2s^2 2p^6, \underbrace{3s^2 3p^6}$

couche de valence

$3s^2$ ↑↓

n = 3
l = 0
m = 0
s = +1/2 s = -1/2

$3p^6$ ↑↓ ↑↓ ↑↓

pas d'é célibataire

m = -1 0 +1

n = 3
l = 1
m = -1

n = 3
l = 1
m = 0
s = +1/2 s = -1/2

n = 3
l = 1
m = 0

(même chose)

* $_{20}Ca$: $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, \underbrace{4s^2}$

couche de valence

$4s^2$ ↑↓ ⇒ pas d'é célibataire

n = 4
l = 0
m = 0
s = +1/2 s = -1/2

* $_{23}V$: $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, \underbrace{4s^2, 3d^3}$

La c. d est incomplète donc la couche de valence va être $4s^2, 3d^3$

$4s^2$ ↑↓

↑ ↑ ↑

n = 3
l = 2
m = -2
s = +1/2

n = 3
l = 2
m = -1
s = +1/2

n = 3
l = 2
m = 0
s = +1/2

* $_{26}Fe$: $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, \underbrace{4s^2 3d^6}$

écriture condensé : [Ar] $3d^6 4s^2$

la forme condensé : [configuration d'un gaz rare] + couche externe

$4s^2$ ↑↓

$3d^6$ ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑

4 e⁻ célibataire

n = 3
l = 2
m = -1
s = +1/2

n = 3
l = 2
m = 0
s = +1/2

n = 3
l = 2
m = +1
s = +1/2

n = 3
l = 2
m = +2
s = +1/2

* $_{24}Cr : 1s^2, 2s^2\ 2p^6, 3s^2\ 3p^6, 4s^2, 3d^4$

cas particulier (d^4) (1é de la s saute sur la d)

On aura donc : $1s^2, 2s^2\ 2p^6, 3s^2\ 3p^6, \underbrace{4s^1, 3d^5}_{\text{couche de valence}}$

$4s^1$ [↑]

n = 4
l = 0
m = 0
s = +1/2

$3d^5$ [↑|↑|↑|↑|↑]

$-l \leq m \leq +l$ (−2, +2)

6 électrons célibataires

n = 3	n = 3	n = 3	n = 3	n = 3
l = 2	l = 2	l = 2	l = 2	l = 2
$\boxed{m = -2}$	$\boxed{m = -1}$	$\boxed{m = 0}$	$\boxed{m = 1}$	m = 2
s = +1/2	s = +1/2	s = +1/2	s = +1/2	s = +1/2

* $_{29}Cu : 1s^2, 2s^2\ 2p^6, 3s^2\ 3p^6, 4s^2, 3d^9$ ↳ cas particulier sur la d^9

$4s^1, 3d^{10} \Rightarrow 3d^{10}, \underbrace{4s^1}_{\text{couche de valence}}$

(la d est pleine et n = 4 est le niveau le plus élevé alors la couche de valence est $4s^1$)

$4s^1$ [↑]

1é non apparié (célibataire)

n = 4
l = 0
m = 0
s = +1/2

* $_{56}Ba : 1s^2, 2s^2\ 2p^6, 3s^2\ 3p^6, 4s^2\ 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, \underbrace{6s^2}_{\text{la couche de valence}}$

$6s^2$ [↑↓]

pas d'é célibataire

n = 6
l = 0
m = 0
s = +1/2   s = −1/2

* $_9F ; 1s^2, \underbrace{2s^2\ 2p^5}_{\text{couche de valence}}$

$2s^2$ [↑↓]

[↑↓|↑↓|↑] 1F.

n = 2
l = 1
m = +1
s = +1/2

• Dans le cas du ${}_{9}F^{-}$ (anion)

${}_{9}F^{-}$ (10 électrons)

Il faut d'abord écrire la configuration de l'atome F (comme précédent) puis ajouter $1e^{-}$

On aura donc : ${}_{9}F^{-}$ = $1s^2$, $\underbrace{2s^2\ 2p^6}_{\text{couche de Valence}}$

$2s^2$: $[\uparrow\downarrow]$ $2p^6$: $[\uparrow\downarrow][\uparrow\downarrow][\uparrow\downarrow]$ $|\overline{\underline{F}}|^{\ominus}$

• ${}_{16}S^{2-}$ (Il a gagné $2\bar{e}$)

On va d'abord écrire la configuration électronique du ${}_{16}S$

${}_{16}S$: $1s^2$, $2s^2\ 2p^6$, $\underbrace{3s^2\ 3p^4}_{\text{couche de valence}}$

${}_{16}S^{2-}$: $1s^2$, $2s^2\ 2p^6$, $\underbrace{3s^2\ 3p^6}_{\text{couche de Valence}}$

$3s^2$: $[\uparrow\downarrow]$ $3p^6$: $[\uparrow\downarrow][\uparrow\downarrow][\uparrow\downarrow]$ pas d'e^{-} célibataire

• ${}_{26}Fe^{3+}$ (Il a perdu $3\bar{e}$) ; on va d'abord écrire la configuration électronique de l'atome ensuite on va retirer les $3e^{-}$

${}_{26}Fe$: $1s^2$, $2s^2\ 2p^6$, $3s^2\ 3p^6$, $\underbrace{4s^2\ 3d^6}_{\text{couche de V}}$

${}_{26}Fe^{3+}$: $1s^2$, $2s^2\ 2p^6$, $3s^2\ 3p^6$, $\underbrace{4s^0\ 3d^5}_{\text{couche de Valence}}$ (on retire d'abord les e^{-} de la s ensuite la d)

$4s^0$

Une orbitale vide ← $[\ \ ]$ (lacune électronique)

$3d^5$: $[\uparrow][\uparrow][\uparrow][\uparrow][\uparrow]$ $5e^{-}$ célibataires

$n=3$	$n=3$	$n=3$	$n=3$	$n=3$
$l=2$	$l=2$	$l=2$	$l=2$	$l=2$
$m=-2$	$m=-1$	$m=0$	$m=+1$	$m=+2$
$s=+\frac{1}{2}$	$s=+\frac{1}{2}$	$s=+\frac{1}{2}$	$s=+\frac{1}{2}$	$s=+\frac{1}{2}$

$_{29}Cu^+$: pareil on ecrit d'abord la configuration electronique du $_{29}Cu$ ensuite on va déduire celle du cation $_{29}Cu^+$

$_{29}Cu$: $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, \underbrace{4s^2, 3d^9}$

cas particulier → $4s^1 3d^{10}$

donc $_{29}Cu^+$: $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, \underbrace{4s^0}_{\text{couche de valence}} 3d^{10}$ (on retire un e^- dans la 4s)

$4s^0$

$\boxed{}$ pas d'e^- dans la couche de valence