

EXO 1:

1) Photon X.

$$\lambda = 150 \text{ pm} = 150 \times 10^{-12} \text{ m}.$$

$$v_e = 2,1 \times 10^7 \text{ m/s}.$$

calcul de l'énergie de l'électron dans l'atome:

$$E = w_{\text{extraction}} + E_c = E_0 + E_c. \quad (w_{\text{extraction}} = E_0).$$

$$\Rightarrow E_c = E - w_{\text{extraction}} = \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

A.N.

$$E_c = \frac{1}{2} \times 9,1 \times 10^{-31} \times (2,1 \times 10^7)^2$$

$$\Rightarrow \boxed{E_c = 2,006 \times 10^{-17} \text{ J}}$$

$$* E = h \nu = h \frac{c}{\lambda}$$

A.N.

$$E = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{150 \times 10^{-12}}$$

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

$\Rightarrow$ l'énergie de l'électron dans l'atome $E_0 = w_{\text{ext}}?$

$$E_0 = w_{\text{ext}} = E - E_c = 13,24 \times 10^{-16} - 2,006 \times 10^{-16}$$

$$\boxed{E_0 = 11,23 \times 10^{-16} \text{ J}}$$

(1)

(2) $E_0 = \omega_{ext} = 2,14 \text{ eV} = 3,36 \times 10^{-19} \text{ J} = 33,6 \times 10^{-20} \text{ J}$

calcul de E_c et v_c pour $d = 700 \text{ nm}$ et $\lambda = 300 \text{ nm}$

$$* E_c = \frac{h c}{\lambda}$$

a) $d_1 = 700 \text{ nm}$

$$E_1 = \frac{h c}{d_1}$$

A.N.

$$E_1 = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{700 \times 10^{-9}} = 28,37 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_1 = 28,37 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_0 = \omega_{ext} = 33,6 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$E_1 < E_0 \Rightarrow$ Pas d'extraction d'électron et donc pas d'effet photoélectrique et donc $E_{c1} = 0$ et $v_{c1} = 0$.

b) $d_2 = 300 \text{ nm}$ $E_2 = \frac{h c}{d_2}$

A.N.

$$E_2 = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{300 \times 10^{-9}} = 66,2 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$E_2 > E_0 \Rightarrow$ l'électron est arraché et donc il y a effet photoélectrique et $E_{c2} \neq 0$.

* calcul de E_{c_2} :

$$E_2 = w_{ext} + E_{c_2} \Rightarrow E_{c_2} = E_2 - w_{ext}$$

A.N.:

$$E_{c_2} = 66,2 \times 10^{-20} - 33,6 \times 10^{-20} = 32,6 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$$\boxed{E_{c_2} = 32,6 \times 10^{-20} \text{ J}}$$

* calcul de v_{e_2} :

$$E_{c_2} = \frac{1}{2} m_e v_{e_2}^2 \Rightarrow v_{e_2} = \sqrt{\frac{2E_{c_2}}{m_e}}$$

A.N.:

$$v_{e_2} = \sqrt{\frac{2 \times 32,6 \times 10^{-20}}{9,1 \times 10^{-31}}} = 8,46 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$\boxed{v_{e_2} = 8,46 \times 10^5 \text{ m/s}}$$

* Détermination de fréquence du soleil:

$$E_0 = h \nu_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{E_0}{h}$$

A.N.

$$\nu_0 = \frac{3,424 \times 10^{-19}}{6,62 \times 10^{-34}} = 5,17 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

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

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

$$E > E_0$$

$$E = h \nu$$

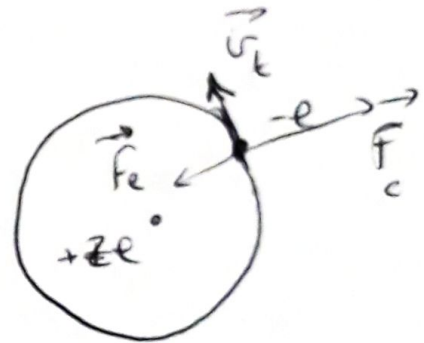
$$\Rightarrow \nu > \nu_0$$

$$\text{et } \lambda < \lambda_0$$

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

E X 02 :

a - le rayon de l'orbite de rang (n) pour un hydrogène



* la force électrostatique F_e .

$$F_e = \frac{-q q'}{r^2} = -Z \frac{k e^2}{r^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \quad \epsilon_0 : \text{permittivité du vide}$$

* la force centrifuge.

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

$$k = 9 \times 10^9$$

pour que l'électron reste sur l'orbite (équilibre) $\Rightarrow$

$$|F_e| = |F_c|$$

$$Z \frac{k e^2}{r^2} = \frac{m v^2}{r} \quad \text{--- (1)}$$

$$\Rightarrow \boxed{Z \frac{k e^2}{r} = m v^2} \quad \text{--- (4) --- (1)}$$

* Énergie totale de l'électron

$$\boxed{E_t = E_p + E_c} \quad \text{avec } E_c = \frac{1}{2} m v^2.$$

* détermination du rayon r_n :

d'après le postulat de Bohr: $m v r = \frac{n h}{2\pi} \Rightarrow$

$$\boxed{v = \frac{n h}{2\pi m r}} \rightarrow (2).$$

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

$$r_n = \left(\frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2 z} \right) n^2 = \underbrace{\left(\frac{h^2}{4\pi^2 m k} \right)}_{a_0} \cdot \frac{n^2}{z}$$

$$\boxed{r_n = a_0 \frac{n^2}{z}}$$

$\rightarrow$ rayon de ~~la première~~ la première orbite.
l'orbite n de l'hydrogène.

$$\boxed{a_0 = 0,53 \text{ \AA}}$$

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

$$E_t = E_c + E_p$$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow (3) \quad \text{on remplace (1) dans (3).}$$

$$\Rightarrow \boxed{E_c = \frac{1}{2} \frac{z k e^2}{r}}$$

$$* E_p = - \int_{\infty}^r F_e dr = \int_r^{\infty} F_e dr = \int_r^{\infty} -k \frac{z e^2}{r^2} dr$$

$$\boxed{E_p = -k z \frac{e^2}{r}}$$

(5)

$$E_t = E_p + E_c = \frac{1}{2} k \frac{ze^2}{r} - \frac{k \frac{ze^2}{r}}{r} = -\frac{1}{2} k \frac{ze^2}{r}$$

$$E_t = -\frac{1}{2} k \frac{ze^2}{r}$$

$$r = \frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2 z} n^2 \Rightarrow E_t = \underbrace{\left(-\frac{2\pi^2 m k^2 e^4}{h^2} \right)}_{E_H} \frac{z^2}{n^2}$$

$$E_t = E_n = E_H \times \frac{z^2}{n^2}$$

$$E_H = -13,6 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow E_n = -13,6 \times \frac{z^2}{n^2} \text{ eV}$$

c - le rayon et l'énergie totale de ~~niveau~~ rang n.
pour l'hydrogène en fonction de celle de H.

$$r_n = a_0 \times \frac{n^2}{z}$$

$$\text{et } E_n = E_H \frac{z^2}{n^2}$$

$$r_n = r_{1H} \times \frac{n^2}{z}$$

Exo 3: Spectre d'émission d'hydrogène $\Rightarrow$ transition $n=6 \rightarrow n=2$

1) cette transition correspond à la série de Balmer.

2) calcul de E pour cette raie :

• E :

$$E = E_6 - E_2 = E_2 - E_6 \quad \bullet \quad \bullet$$

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \Rightarrow E = -\frac{13,6}{(2)^2} - \left(-\frac{13,6}{6^2}\right) = -3,4 + 0,37$$

$$\boxed{E = -3,04 \text{ eV}} \quad \boxed{E = 4,848 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

• λ :

$$|E| = h \nu = h \frac{c}{\lambda} = 4,848 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\lambda = \frac{hc}{|E|} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4,848 \times 10^{-19}} = 410 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\boxed{\lambda = 410 \text{ nm}}$$

3) l'énergie qu'il faut pour arracher l'électron de cet atome E_i :

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

$$\boxed{E_i = 3,4 \text{ eV}}$$

4 - la longueur d'onde de la première et de raie limite de la série spectrale de la question 1:

* série de Balmer;

- 1^{ère} raie $\Rightarrow$ transition $n \xrightleftharpoons[\text{abs}]{\text{emiss}} n+1$
 $\Rightarrow 2 \xrightarrow{\text{abs}} 3$ et $3 \xrightarrow{\text{emiss}} 2$

$$\frac{1}{\lambda_{3 \rightarrow 2}} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

A.N:

$$\frac{1}{\lambda_{3 \rightarrow 2}} = 1,097 \times 10^7 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = 0,152 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\boxed{\lambda_{3 \rightarrow 2} = 656 \text{ nm}}$$

- raie limite $\Rightarrow$ transition $n \xrightleftharpoons[\text{abs}]{\text{emiss}} \infty$
 $\Rightarrow 2 \xrightarrow{\text{abs}} \infty$ et $\infty \xrightarrow{\text{emiss}} 2$

$$\frac{1}{\lambda_{\infty \rightarrow 2}} = R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\cancel{\infty^2}^0} \right) = \frac{R_H}{4}$$

A.N:

$$\frac{1}{\lambda_{\infty \rightarrow 2}} = \frac{1,097 \times 10^7}{4} = 0,274 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\boxed{\lambda_{\infty \rightarrow 2} = 364 \text{ nm}}$$

5. Déduire $E_{\max}$ et $E_{\min}$

* $E_{\max}$ correspond à $\lambda_{\min}$

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

$$|E_{\max}| = 5,45 \times 10^{-19} \text{ J} = 3,4 \text{ eV}$$

$$E_{\max} = -3,4 \text{ eV}$$

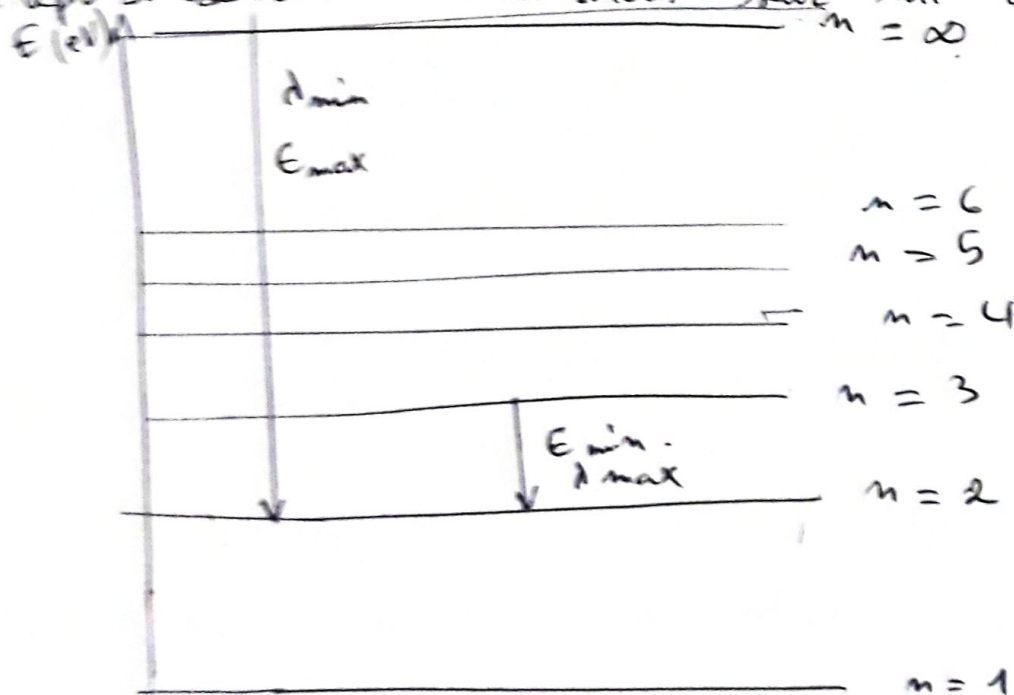
* $E_{\min}$ correspond à $\lambda_{\max}$

$$\Rightarrow |E_{\min}| = \frac{h c}{\lambda_{\max}} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{665 \times 10^{-9}} = 2,98 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{3-2} = |E_{\min}| = 2,98 \times 10^{-19} \text{ J} = 1,8 \text{ eV}$$

$$E_{\min} = -1,8 \text{ eV}$$

* représentation des transitions sur un diagramme énergétique



(Diagramme énergétique)

II.

1. Définition d'un hydrogénoïde: un hydrogénoïde est un atome qui a perdu tout ses électrons

2- Les ions ${}^+_3\text{Li}^+$ et ${}^{3+}_5\text{B}^{3+}$ ne sont pas des hydrogénoïdes car ils présentent plus d'1 électron (2 électrons).

3- calcul de l'énergie E_i de ${}^{+3}_4\text{Be}^{3+}$

$$E_i = E_{1-\infty} = E_{\infty} - E_1 = -\frac{13,6 \times Z^2}{n^2} - \left(-\frac{13,6 \times Z^2}{n^2} \right)$$

A.N:

$$E_i = -13,6 \times \frac{Z^2}{\infty^2} - \left(-13,6 \times \frac{Z^2}{1^2} \right)$$

$$E_i = -\frac{13,6 \times 4^2}{\cancel{\infty^2}} + 13,6 \times \frac{4^2}{1} = 13,6 \times 16$$

$$|E_i = 217,6 \text{ eV}|$$

* La longueur d'onde correspondante:

$$|E_i| = h \frac{c}{\lambda_{1-\infty}} \Rightarrow \lambda = \frac{h c}{|E|} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{217,6 \times 1,6 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda = 91 \text{ nm}$$

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

(10)

la transition qui correspond à la longueur d'onde $\lambda = 25,64 \text{ nm}$:

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

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

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

A.N :

$$\frac{1}{m^2} = \frac{1}{4} - \frac{1}{25,64 \times 10^{-9} \times 1,097 \times 10^7 \times 16}$$

$$\frac{1}{m^2} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4,503} = 0,028.$$

$$\Rightarrow m^2 = 35,7 \approx 36 \Rightarrow \boxed{m = 6}$$

m est un entier donc le photon est absorbé par Be^{3+} et la transition correspondante est

$$n=2 \rightarrow m=6.$$

$$2 \rightarrow 6.$$

ou bien :

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{25,64 \times 10^{-9}} = 7,74 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$E = 7,74 \times 10^{18} \text{ J} = 48,4 \text{ eV}$$

$$|E = 48,4 \text{ eV}|$$

$$|E| = |E_g - E_n| = \frac{R_H c}{n} = - \frac{13,6 \text{ eV}}{n^2} - \left(- \frac{13,6 \text{ eV}}{n^2} \right)$$

A.N:

$$|E| = 48,4 \text{ eV} = - \frac{13,6 \times 16}{n^2} + \frac{13,6 \times 16}{2^2}$$

$$\Rightarrow \frac{13,6 \times 16}{n^2} = 54,4 - 48,4$$

$$\Rightarrow n^2 = \frac{27}{6} \approx 36$$

$$n = \sqrt{36} = 6 \rightarrow \text{nombre entier}$$

Exercice 4:

1- Les quatre nombres quantiques sont:

- * Le nombre quantique principal (n): n est entier et ≥ 1
- * // // secondaire ou azimutal (l): $0 \leq l \leq n-1$
- * // // magnétique (m): $-l \leq m \leq +l$
- * // // de spin (s): $s = \pm \frac{1}{2}$

a) Si $l = 1$, l'électron est dans une orbitale d $\rightarrow$ fousse.

$l = 1 \Rightarrow$ orbitale p.

$l = 2 \Rightarrow$ orbitale d.

b) si $m = 2$, m peut être égale à $-1 \rightarrow$ vrai.

$$* m = 2 \Rightarrow l = 0, 1.$$

$$\text{si } l = 0 \Rightarrow m = 0.$$

$$\text{et si } l = 1 \Rightarrow m = \textcircled{-1}, 0, +1.$$

c) Pour une éléction l m peut avoir la valeur 3 $\rightarrow$ fausse.

$$\text{pour } d \Rightarrow l = 2 \quad \text{et} \quad -l \leq m \leq +l.$$

$$\Rightarrow m = -2, -1, 0, +1, +2.$$

d) Pour une éléction l m peut être égale à 2 $\rightarrow$ vrai.

$$\text{pour } d \Rightarrow l = 2 \quad \text{et} \quad m = -2, -1, 0, +1, \textcircled{+2}.$$

e) si $l = 2$, la sous couche correspondante peut recevoir au plus 10 électrons $\rightarrow$ vrai.

$$l = 2 \Rightarrow \text{nombre d'élection} = \overbrace{(2(l+1))}^{\text{nombre de cases quantiques}} \times \underbrace{2}_{\text{nombre de spins par case}} \\ = 2(2l+1) = 2 \times 5 = 10$$

f) le nombre quantique n d'une éléction d'une sous couche l peut être égale à 3 $\rightarrow$ fausse.

$$\text{pour } f \Rightarrow l = 3 \quad \text{et} \quad 0 \leq l \leq n-1$$

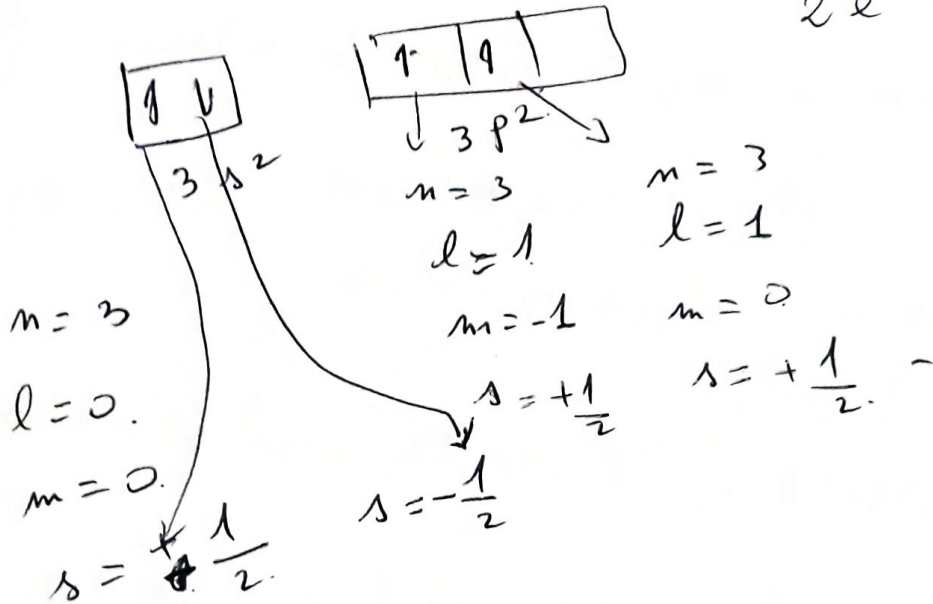
$$\Rightarrow n = 4, 5, 6, \dots$$

Exo 5:

La configuration électronique des éléments suivants:

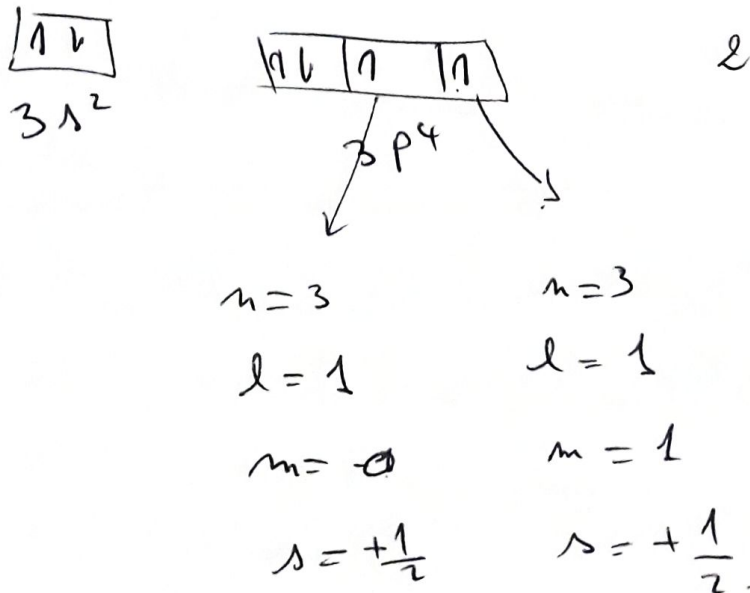
* Si: $1s^2, 2s^2, 2p^6, \underline{3s^2 3p^2}$
14 couche de valence.

2 e célibataire



* S: $1s^2, 2s^2, 2p^6, \underline{3s^2 3p^4}$
16 couche de valence.

2 électrons célibataires



* Ar : $1s^2 2s^2 2p^6, \underline{3s^2 3p^6}$
 couche de valence

$\boxed{16}$ $\boxed{161616}$ pas d'électron célibataire

* Ca : $1s^2 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, \underline{4s^2}$
 couche de valence

$\boxed{16} \rightarrow$ pas d'électron célibataire.

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

couche de valence

$4s^2$

$\boxed{16}$

$\boxed{1111}$

3 e célibataires

$n=3$

$n=3$

$n=3$

$l=2$

$l=2$

$l=2$

$m=-2$

$m=-1$

$m=0$

$s=+\frac{1}{2}$

$s=+\frac{1}{2}$

$s=+\frac{1}{2}$

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

$4s^2$

$3d^6$

couche de valence

$\boxed{16}$

$\boxed{111111}$

4 e célibataires

$n=3$

$n=3$

$n=3$

$n=3$

$l=2$

$l=2$

$l=2$

$l=2$

$m=-1$

$m=0$

$m=1$

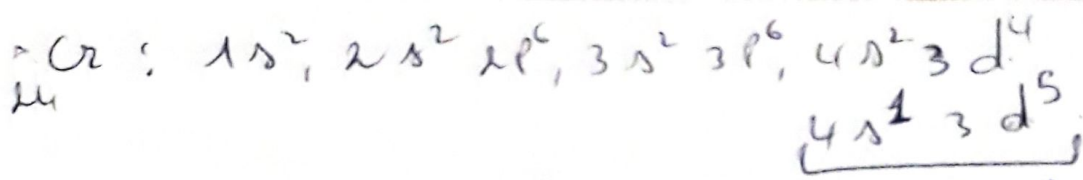
$m=2$

$s=+\frac{1}{2}$

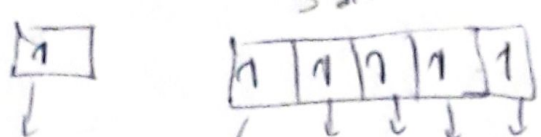
$s=+\frac{1}{2}$

$s=+\frac{1}{2}$

$s=-\frac{1}{2}$

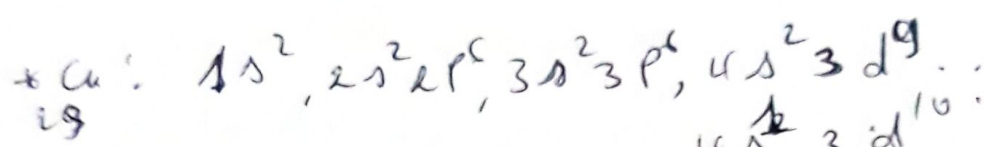


4s² concho de valence.
 3d⁵



6 e⁻ célibataires

$n=4$ $n=3$
 $l=0$ $l=2$
 $m=0$ $m=-2$
 $s=+\frac{1}{2}$ $s=+\frac{1}{2}$
 -1 0 1 2
 $+\frac{1}{2}$ $+\frac{1}{2}$ $+\frac{1}{2}$ $+\frac{1}{2}$



$4s^1$ $3d^{10} \Rightarrow 3d^{10} 4s^1$
 concho de valence

4s¹



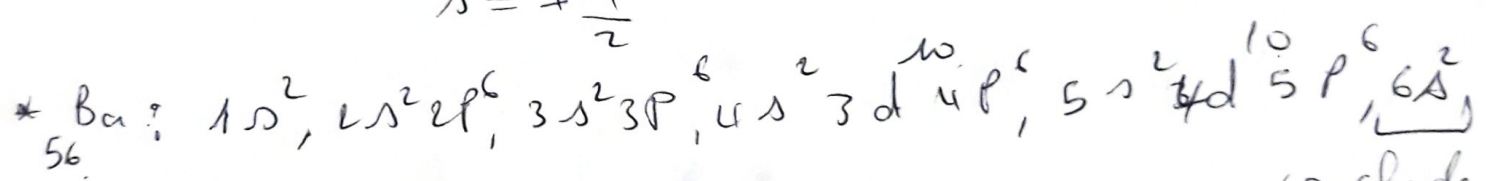
1 e⁻ célibataire.

$n=4$

$l=0$

$m=0$

$s=+\frac{1}{2}$

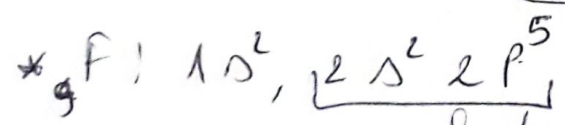


6s²

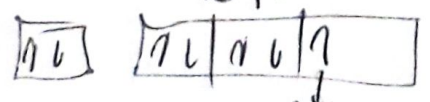
concho de valence



pas d'e⁻ célibataire.



2s² concho de valence.
 2p⁵

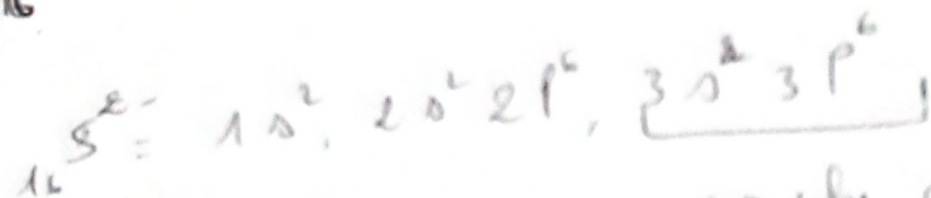


1 e⁻ de valence.

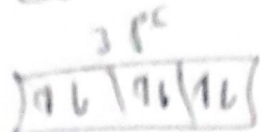
$n=2$
 $l=1$
 $m=1$
 $s=+\frac{1}{2}$

(16)

$$16 S^{2-} \Rightarrow 16e^- + 2 = 18e^-$$

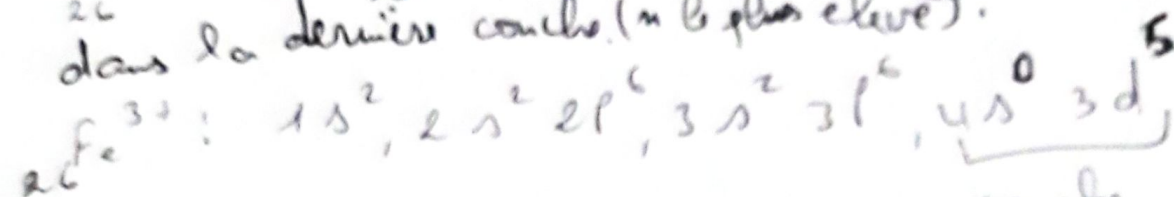


couche de valence

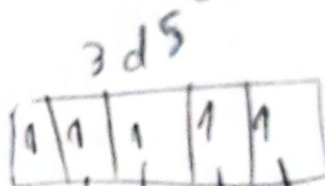


pas d'électrons célibataires

$26 Fe^{3+} \Rightarrow 26 - 3 = 23e^-$ les électrons sont arrachés dans la dernière couche (n le plus élevé).



couche de valence



3 e de

célibataires

$$n =$$

$$3 \quad 3 \quad 3 \quad 3 \quad 3$$

$$l =$$

$$2 \quad 2 \quad 2 \quad 2 \quad 2$$

$$m =$$

$$-2 \quad -1 \quad 0 \quad +1 \quad +2$$

$$s =$$

$$+\frac{1}{2} \quad +\frac{1}{2} \quad +\frac{1}{2} \quad +\frac{1}{2} \quad +\frac{1}{2}$$

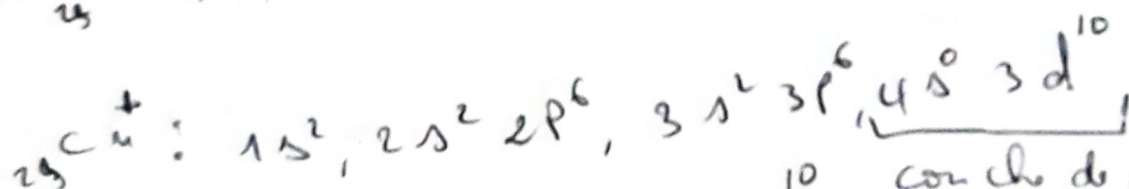
NB:

Les trois électrons perdus, doivent être arrachés à partir de la dernière couche qui a le n le plus élevé, alors on aura 0 électron sur la sous couche S car ils sont arrachés

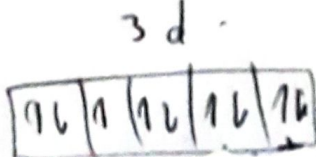
L'ion $Fe^{3+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^0$ car la sous couche 4s est vide et la sous couche 3d est semi pleine ce qui est la configuration la plus stable après la perte de trois électrons.



$$24 Cr^{+} \Rightarrow 24 - 1 = 23e^-$$



couche de valence



Pas d'électrons célibataires