

Chimie I

Atome : \rightarrow Electron (négative) -
 \rightarrow proton (positive) +
 \rightarrow Neutron (neutre) 0

dans une atome
 nombre d'électrons = nombre des protons

$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X^q$: A : nombre de masse (nombre de protons et de neutrons)
 Z : numéro atomique (nombre de protons) $N = A - Z$
 q : la charge totale portée par l'élément

- Les nombres quantiques : (fonction d'onde ψ) n, l, m, s

a) nombre quantique principal (n) : définit la couche électronique qui sont désignée par un symbole :

Valeur de n	1	2	3	4	5	6	7
Couche électronique	K	L	M	N	O	P	Q

b) nombre quantique secondaire ou azimutal (l) : définit la sous couche. prend des valeurs entières entre 0 et $n-1$

$$0 \leq l \leq n-1$$

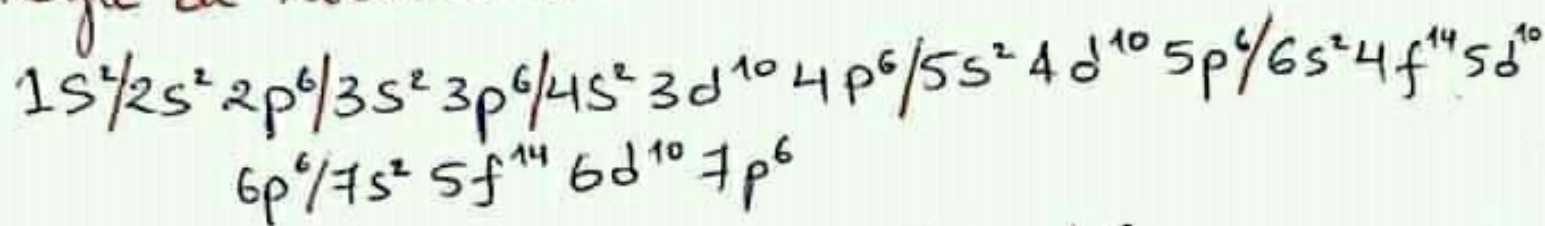
Valeur de l	0	1	2	3	4
sous couche	s	p	d	f	g

c) nombre quantique magnétique (m) : définit l'orbitale atomique ou les cases quantiques. prend des valeurs entières entre +l et -l

sous couche	s	p	d	f
l	0	1	2	3
nombre de cases ($2l+1$)	1	3	5	7
valeurs de m	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">0</div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100px;"><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">-1</div><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">0</div><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">1</div></div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 150px;"><div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">-2</div><div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">-1</div><div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">0</div><div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">1</div><div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">2</div></div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 200px;"><div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">-3</div><div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">-2</div><div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">-1</div><div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">0</div><div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">1</div><div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">2</div><div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; text-align: center;">3</div></div>

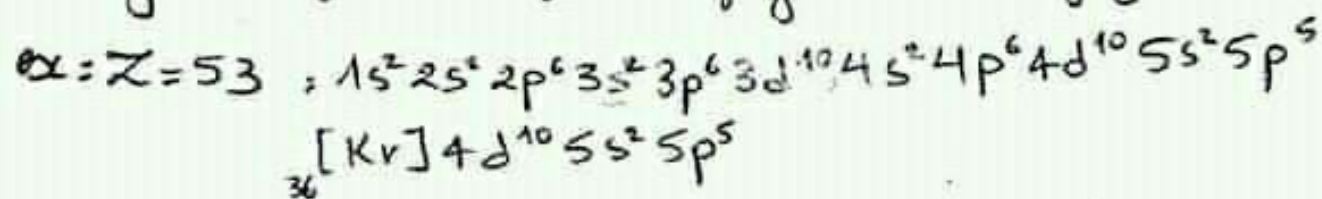
d) nombre de spin (s) : définit l'orientation de l'électron dans un champ magnétique. prend deux valeurs $+\frac{1}{2}$ ou $-\frac{1}{2}$

Règle de Klechkowski :



les gaz rares : He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn
2 | 10 | 18 | 36 | 54 | 86

la forme condensée = [configuration du gaz rare] + couches externes



Le tableau périodique : 7 périodes : 18 colonnes (groupes et sg)
 - Les éléments d'une même colonne ont la même couche externe, ils constituent un groupe ou une famille.

sous groupe $\begin{cases} A \text{ contient les éléments dont la couche externe est } ns np \\ B \text{ contient " " " " " la s, c d} \end{cases}$

Période : le plus grand n de la couche externe

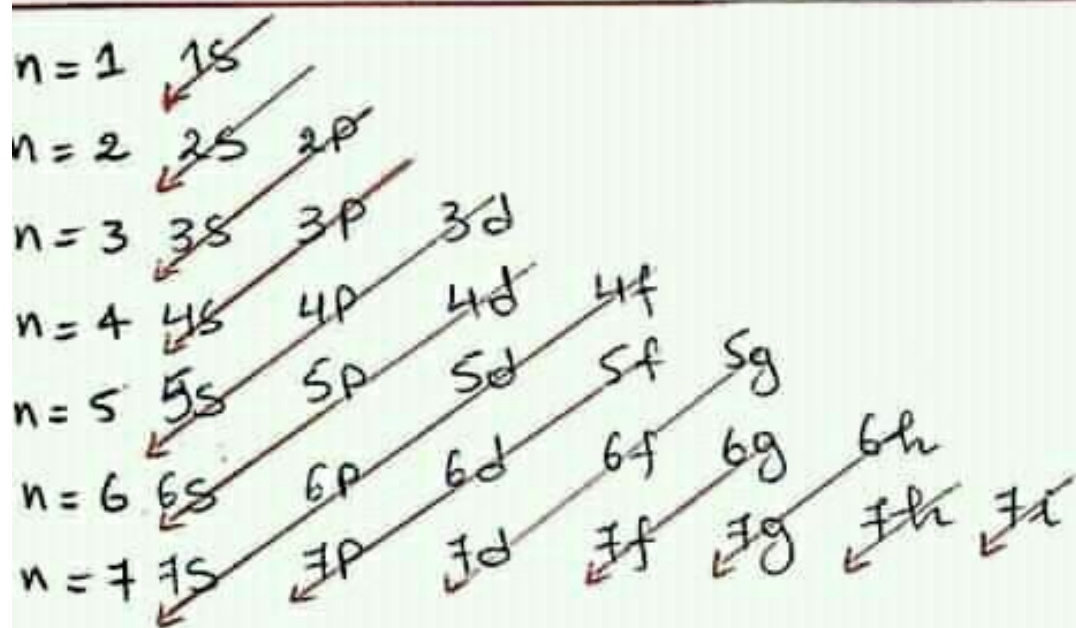
Groupe : le nombre d'électrons de valence en chiffres romain (I, II, III)

sous groupe : A (s ou s et p) B (électrons de valence s et d)

colonne : comme suit :

Groupe	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		VIII	
sous groupe	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	B		A	
colonne	1	11	2	12	13	3	14	4	15	5	16	6	17	7	8	9	10	18

- Les principales familles (groupes) du tableau périodique :
- famille des alcalins : Groupe IA, couche externe de type ns^1
 - famille des alcalinoterreux : Groupe IIA, couche externe ns^2
 - famille des chalcogènes : Groupe VIA ou colonne 16.
 - famille des halogènes : Groupe VIIA, couche externe $ns^2 np^5$
 - famille des gaz rares : Groupe VIIIA, couche externe $ns^2 np^6$
 - famille des éléments de transition : couche externe contient l'orbitale (d) incomplètement remplie
 - les triades : Groupe VIIIB. Triades de Fer (Fe, Co, Ni), Triades du Palladium (Ru, Rh, Pd). Triades du platine (Os, Ir, Pt)
 - famille des terres rares : les lanthanides et les Actinides. ^{sc}f



selon les flèches rouges :

1s/2s 2p/3s 3p/4s 3d 4p/5s 4d 5p/6s 4f 5d 6p/7s 5f 6d 7p 5g
6f 7d 6g 7f 6h 7g 7h 7i

principale n couche	secondaire $0 \leq l \leq n-1$ sous couche	magnétique $-l \leq m \leq +l$ orbitale ou case quantique	m de spin s spin
K n=1	l=0 (s)	m=0 <input type="checkbox"/>	+1/2 ou -1/2
L n=2	l=0 (s) l=1 (p)	m=0 <input type="checkbox"/> m=-1, 0, +1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	"
M n=3	l=0 (s) l=1 (p) l=2 (d)	m=0 <input type="checkbox"/> m=-1, 0, +1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> m=-2, -1, 0, +1, +2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	"
N n=4	l=0 (s) l=1 (p) l=2 (d) l=3 (f)	m=0 <input type="checkbox"/> m=-1, 0, +1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> m=-2, -1, 0, +1, +2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> m=-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	"

Groupe	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX	
Sous Groupe	I _A	I _B	II _A	II _B	III _A	III _B	IV _A	IV _B	V _A	V _B	VI _A	VI _B	VII _A	VII _B	VIII _B		IX _A	
colonne	1	11	2	12	13	3	14	4	15	5	16	6	17	7	8	9	10	18

même période	Z ↑	X ↑	même colonne	Z ↑	X ↓
de gauche à droite	Z ↑	Ei ↑	de haut en bas	Z ↑	Ei ↓
	Z ↑	A ↓		Z ↑	A ↑
	Z ↑	r ↓		Z ↑	r ↑

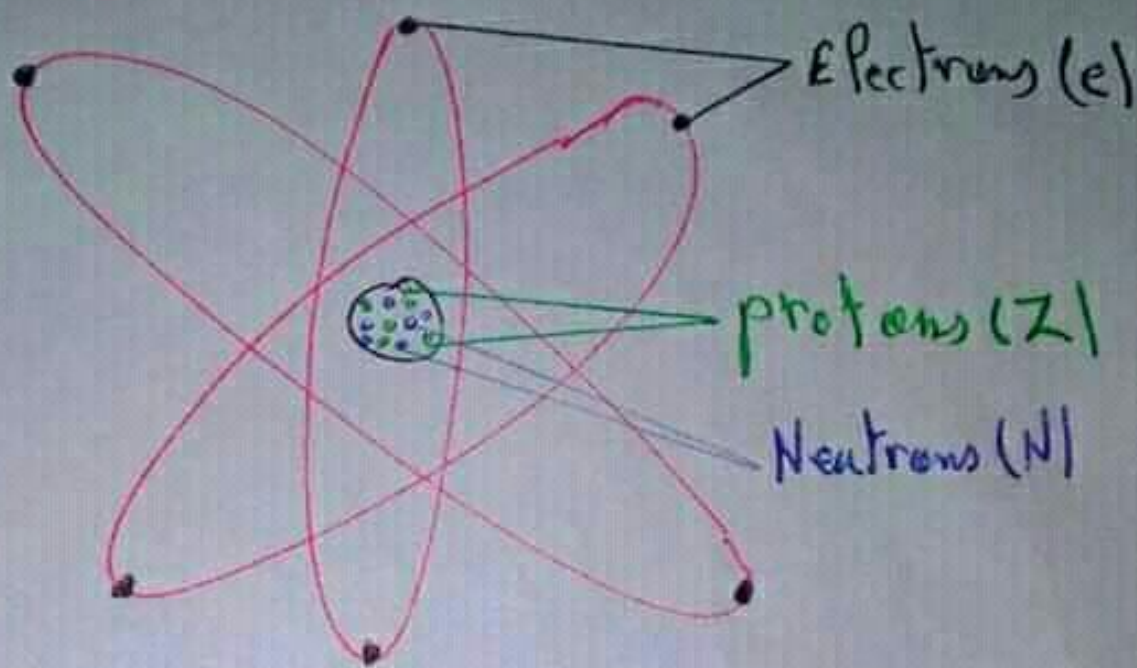
Ei = Energie d'ionisation طاقة التأين (إمكانية فقدان)

X = Electronegativité الكهروسلبية (القدرة على اكتساب إلكترونات)

A = Affinité électronique المحبة الالكترونية (حبة الالكترونات)

r = rayon atomique المسافة بين النواة والالكترونات / نصف القطر الذري (الخارجية)

ATOMISTIQUE



- ch 1 Structure de l'ATOME
- ch 2 Modèles classiques
- ch 3 Modèle quantique
- ch 4 Structure Électronique
- ch 5 classification périodique

1) L'Atome est constitué de

Électrons e^- : constitués des particules transportant de l'énergie
 Noyau $\left\{ \begin{array}{l} \text{Protons } Z \\ \text{Neutrons } N \end{array} \right.$

La charge

Électrons $q = -e$
 charge négativement
 $= -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

protons $q = +e$
 charge positivement
 $= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Neutrons
 charge nulle

La charge de l'Atome $\leftarrow Q_T = Q_e + Q_N$

charge des électrons
 $Q_e = -n \times e$

charge des noyaux
 $Q_N = Z \times e$
 nombre de protons

ATOME

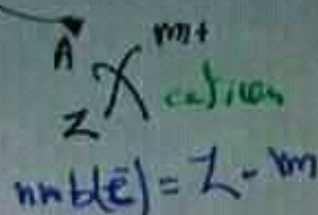
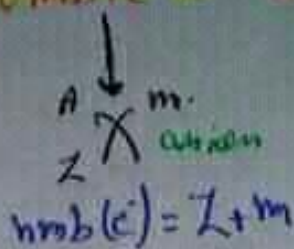
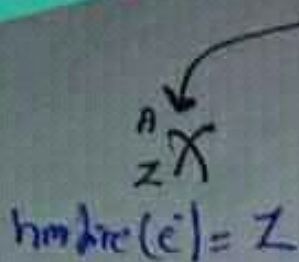
Le nombre de masse
 nombre de nucléons
 $A = Z + N$

~~A~~ ~~Z~~ ~~q~~
 La charge

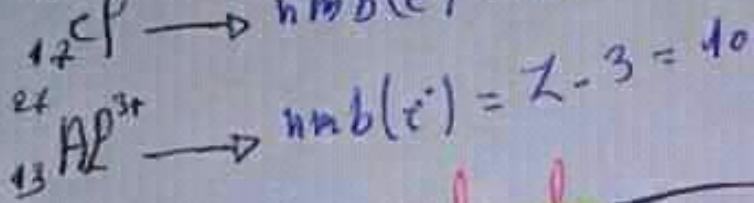
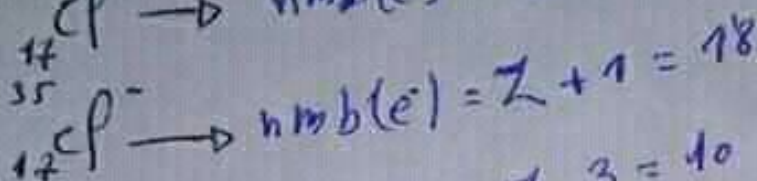
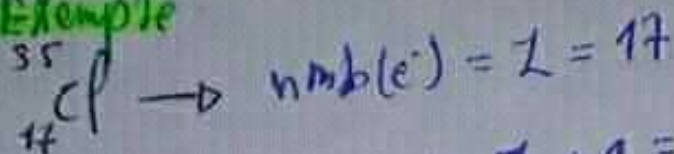
Numéro Atomique
 nombre des protons

Mhah zouhair

Le nombre d' e^-



* Exemple



Molécules

Monatomique
He, Ne, Ar

diatomique
 H_2, O_2, N_2

polyatomique
 H_2O, H_2SO_4

La masse Atomique, La Masse Moléculaire, La Masse Moyenne

$m(X) = A \text{ uma}$

$M(X) = A \text{ g/mol}$

$M_X = \frac{\sum a_i M_i}{100}$

$1 \text{ uma} = \frac{1}{12} m(^{12}_6C)$

$N_A = 6.023 \times 10^{23}$

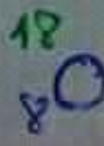
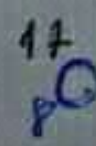
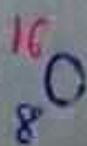
$\sum a_i = 100\%$

$1 \text{ mol} = \frac{1}{N_A} \text{ g}$

* Isotopes: Les Atomes de même Z
nombre ~~différent~~ et nombre ~~proton~~ A
différent

$1 \text{ uma} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Exemple

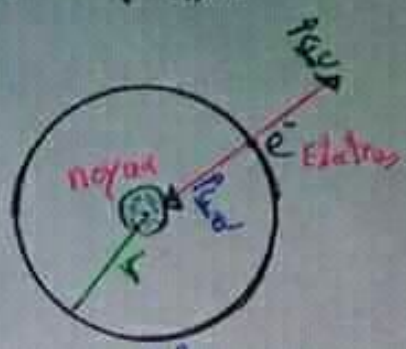


CH 2 Modèle classique

1) Modèle de Rutherford (Modèle planétaire)

Bilan des forces:

Force d'attraction $|\vec{F}_d| = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
 Force centrifuge $|\vec{F}_c| = m_e \frac{v^2}{r}$



À l'équilibre $\|\vec{F}_d\| = \|\vec{F}_c\| \Rightarrow \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = m \frac{v^2}{r}$

$E_p = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$

$v^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r m}$

$E_c = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$ Energie cinétique

$E_T = E_p + E_c$

2) Modèle de Bohr (hydrogèneides 1913)

orbites stationnaires

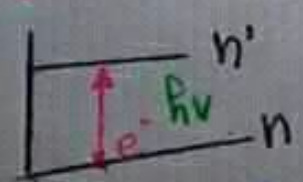


Orbites Electrons discontinues

* État fondamental $e \rightarrow n=1$ (Energie minimum)

* État excité $e \rightarrow n > 1$ (première orbitale excitée $n=2$)

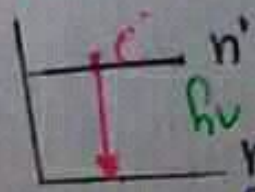
Absorption



$\Delta E = E_{n'} - E_n = +h\nu$

$\Delta E = |E_p - E_i| = h\nu$

Emission



$\Delta E = E_n - E_{n'} = -h\nu$

* Rayon chaque orbite:

$$r_n = \frac{\epsilon_0 \hbar^2}{\pi m e^2} n^2 = 0.53 \times n^2 \text{ unité } \text{\AA}$$

$$1 \text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

* Energie

$$E_n = \frac{-m e^4}{8 \epsilon_0^2 \hbar^2} \times \frac{1}{n^2} = -13.6 \frac{1}{n^2} \text{ unité eV}$$

* Vitesse

$$v_n = \frac{e^2}{2 \epsilon_0 \hbar} \times \frac{1}{n} = 2.19 \times 10^6 \times \frac{1}{n} \text{ unité m/s}$$

Loi de Ritz $\Delta E = h \nu = h \times \frac{c}{\lambda}$ $c = \lambda \nu$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Série de Spectrales

Application: Modèle de Bohr
Hydrogène

→ S LYMAN UV

→ S BALMER visible

→ S BRACKETT IR

→ S PASCHEN IR

→ S PFUND IR

UV = ULTRA violet

IR = Infrarouge

$$r_n = \frac{\epsilon_0 \hbar^2}{\pi m e^2} \frac{Z^2}{n^2} = 0.53 \frac{Z^2}{n^2} \text{\AA}$$

$$v_n = \frac{e^2}{2 \epsilon_0 \hbar} \frac{Z}{n} = 2.19 \times 10^6 \frac{Z}{n} \text{ m/s}$$

$$E_n = \frac{-m e^4}{8 \epsilon_0^2 \hbar^2} \frac{Z^2}{n^2} = -13.6 \frac{Z^2}{n^2} \text{ eV}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c} = Z^2 R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Mhah Zonhair

Ch3 Modèle quantique

• Mécanique Quantique

• corps microscopiques

- Électron

- Boson ...

• Mécanique classique

• corps macroscopiques

- voiture

- objet visible

Postulat de Louis de Broglie $\lambda = \frac{h}{mv}$; $p = mv$

Principe d'incertitude de Heisenberg

$$\Delta p \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}$$


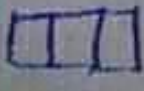
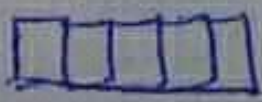
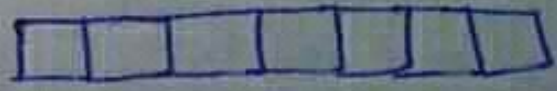
$$\frac{h}{2\pi} = \hbar$$

Équation de Schrödinger

1) fonction d'onde $d\rho = \psi^2 dv$

2) Équation $\Delta\psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - V) = 0$

Mhah Zouhair

l	0	1	2	3
OA orbitale Atomique	s	p	d	f
m_l	0	-1, 0, 1	-2, -1, 0, 1, 2	-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3
Nombre de cases				
nombre de e^-	2e	6e	10e	14e

* Nombres quantiques γ_{nlm}

- le nombre quantique principal

représente le niveau de l'électron $n \in \mathbb{N}^*$

n : définit une couche électronique ou un niveau d'énergie

$n=1$: niveau (couche) K ($2e^-$); $n=2$: couche L ($8e^-$)

$n=3$: M ($18e^-$); $n=4$: N ($32e^-$)

- le nombre quantique secondaire ou azimutal l :

→ sous-couche $0 \leq l \leq n-1$

$l=0 \rightarrow s$

$l=2 \rightarrow d$

$l=1 \rightarrow p$

$l=3 \rightarrow f$

* nombre quantique magnétique (m, m_l)

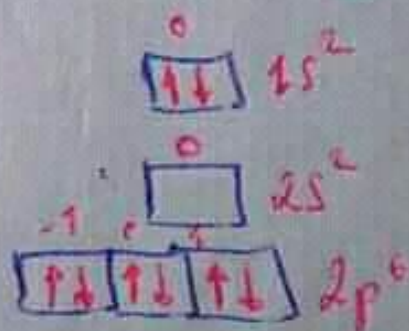
→ représente les cas quantiques $-l \leq m_l \leq l$

Exemple $0 \leq l \leq n-1$

$-l \leq m_l \leq l$

$n=1 \rightarrow l=0 \rightarrow m_l=0$

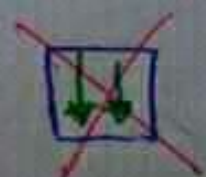
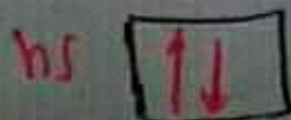
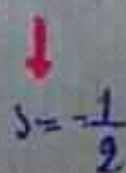
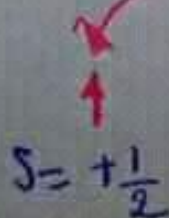
$n=2 \rightarrow \begin{cases} l=0 \rightarrow m_l=0 \\ l=1 \rightarrow m_l=-1, 0, 1 \end{cases}$



* nombre quantique de spin s, s_z

→ détermination de l'orientation de l'électron

$$s_z = \pm \frac{1}{2}$$



Mhah zouhair

CH 4 configuration électronique

le remplissage des orbitales atomiques s'effectue à l'aide des trois règles suivantes :

- Règle de Klechkowsky
- Règle de Pauli
- Règle de Hund

Mhah zouhair

	$l=0$	$l=1$	$l=2$	$l=3$
$n=1$	$1s^2$			
$n=2$	$2s^2$	$2p^6$		
$n=3$	$3s^2$	$3p^6$	$3d^{10}$	
$n=4$	$4s^2$	$4p^6$	$4d^{10}$	$4f^{14}$
$n=5$	$5s^2$	$5p^6$	$5d^{10}$	$5f^{14}$
$n=6$	$6s^2$	$6p^6$	$6d^{10}$	$6f^{14}$
$n=7$	$7s^2$	$7p^6$	$7d^{10}$	$7f^{14}$

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
 $4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10}$
 $5p^6 6s^2 4f^{14}$...

EX :

$80 \quad 1s^2 2s^2 2p^4$

$Fe (Z=26)$

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
 $4s^2 3d^6$

ATOM	conf. électronique	écriture abrégée
$9 \quad F$	$1s^2 2s^2 2p^5$	$2 [He] 2s^2 2p^5$
$11 \quad Na$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$10 [Ne] 3s^1$
$30 \quad Zn$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$	$18 [Ar] 3d^{10} 4s^2$

Règles de Slater

$$Z_{eff} < Z$$

$$Z_{eff} = Z - \sigma_{ij}$$

$$Z^* = Z_{eff}$$

- 1) → Alcalins ns^1 $n > 1$ → I_A
- 2) → Alcalins Terrestres ns^2 $n > 1$ → II_A
- 3) → Les gaz rares → $ns^2 np^6$ → VIII_B = 0
- 4) Halogènes $ns^2 np^5$
- 5) Chalcogènes $ns^2 np^4$
- 6) G d'Azote $ns^2 np^3$
- 7) Oxygène $ns^2 np^2$
- 8) Aluminium $ns^2 np^1$
- 9) Métaux de Transition $ns^2 (n-1)d^x np^6$ → Block d

période = ligne

(2, 3, 4, 7)

Block S

$n(\frac{1}{2})_s = 0$

Mhah zouhair

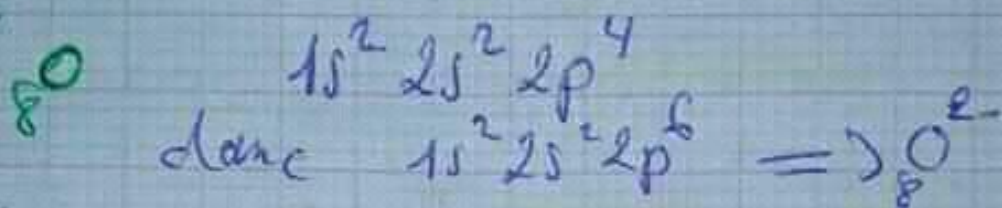
Block P

Règle de l'octet

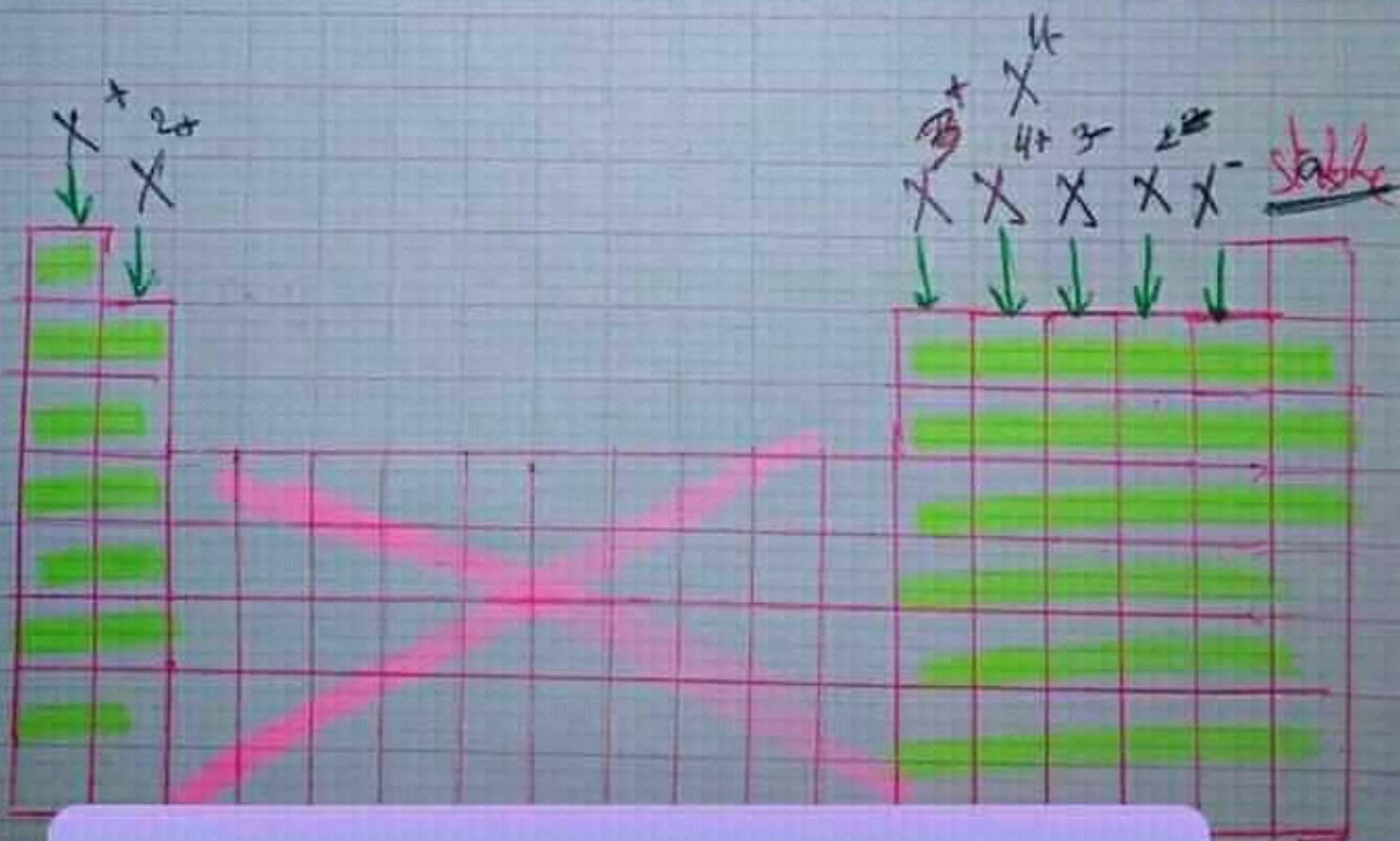
un atome préfère gagner ou perdre des électrons de façon à avoir comme structure électronique celle d'un gaz rare le plus proche

Les gaz rares He $1s^2$
 $ns^2 np^6$

Exemple



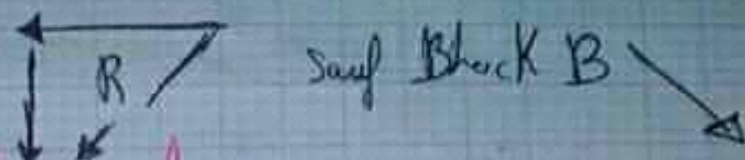
Famille de carbone 4^- et 4^+



Mhah zouhair

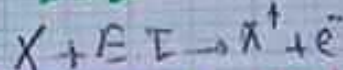
2) Rayon Atomique

c'est la moitié de la distance entre 2 Atomes
Lié par liaison simple $R = \frac{L}{2}$
n période $Z \rightarrow R \downarrow$
↓ Range $\rightarrow R \uparrow$

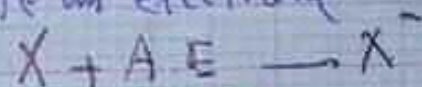


2) Energie d'ionisation

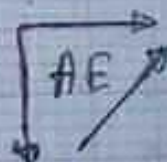
L'énergie nécessaire pour arracher un électron de valence d'un Atome gazeux (Potentiel de ionisation)
n période $Z \uparrow EI \uparrow$
Range $Z \uparrow EI \downarrow$



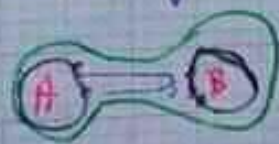
3) Affinité Electromagnétique c'est l'énergie dégagée lorsque et capté un électron



n période $Z \uparrow A.E \uparrow$
Range $Z \uparrow A.E \downarrow$



4) Electronégativité c'est le pouvoir d'attirer d'un électron par un élément



n période $\chi \uparrow Z \uparrow$
Range $Z \uparrow \chi \downarrow$



Mhah zouhair