

TD3

Exercice 1

- 1) Rappeler les valeurs possibles des différents nombres quantiques
- 2 - Quel est le numéro atomique du néon, du nickel ? $_{10}\text{Ne}$
- 3 - Quels sont les nombres quantiques associés aux électrons de la couche de valence du phosphore $_{15}\text{p}$, du calcium $_{20}\text{Ca}$?
- 4 - Quels sont les nombres quantiques caractérisant la forme des orbitales d ? Préciser le nombre d'orbitales atomiques différentes de type d.
- 5) Quelle est la population électronique maximale envisageable dans une sous-couche $l = 2$?

Exercice2

Etablir les configurations électroniques des atomes suivants. Vérifier le résultat obtenu sur une classification périodique. Justifier les éventuelles anomalies.

$\text{Fe}(Z=26)$ - $\text{Br}(Z=35)$ - $\text{Cr}(Z=24)$ - $\text{Mo}(Z=42)$ - $\text{Au}(Z=79)$.

Exercice3

- 1-Donner les structures électroniques complètes, puis réduites, du cadmium (Cd) et du silicium.
- 2-Parmi les espèces suivantes : Mg , Mg^{2+} , Al , Al^{3+} , O et O^{2-} , lesquelles sont isoélectroniques ?
- 3-Donner alors leur configuration électronique et comparer leur rayon.
- 4-Citer un exemple de molécule associant le magnésium et l'oxygène, l'aluminium et l'oxygène.
- 5 - Prévoir au sein du tableau périodique, les variations des rayons atomiques et de l'électronégativité des éléments. Justifiez vos réponses !
A quoi sert l'électronégativité ?
- 6-Après justification, classer les énergies d'ionisation des espèces suivantes par ordre croissant : $_{16}\text{S}$, $_{18}\text{Ar}$, $_{11}\text{Na}$, $_{20}\text{Ca}^{2+}$
- 7 - Déterminer les nombres d'oxydation de chaque élément dans les composés suivants : H_2O_2 , LiH , CO_2 , CaSO_4 , l'ammoniac

Corrigé type de TD3

1) Rappeler les valeurs possibles des différents nombres quantiques.

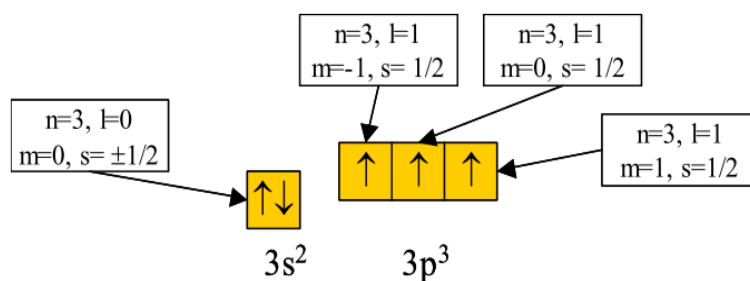
- n : nombre quantique principal $n \in \mathbb{N}^*$ (entier positif)
- l : nombre quantique secondaire $0 \leq l < n$; $l \in \mathbb{N}$ (entier positif ou nul)
- m : nombre quantique magnétique $-l \leq m \leq l$; $m \in \mathbb{Z}$ (entier)
- s : spin $s = \pm 1/2$.

2 - Quel est le numéro atomique du néon, du nickel ? ${}_{10}\text{Ne}$ $Z=10$

3 - les nombres quantiques associés aux électrons de la couche de valence du phosphore, du calcium ? **P** : $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$ 5 électrons de valence

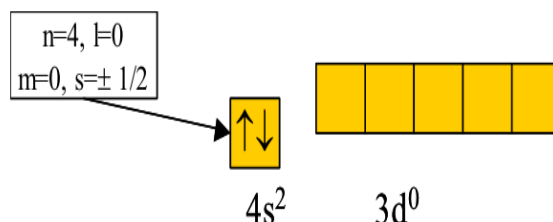
électrons 3p sont dans 3 orbitales avec m différents (-1,0,1), avec des spins de même signe.

électrons 3s dans la même orbitale avec des spins de signe opposé



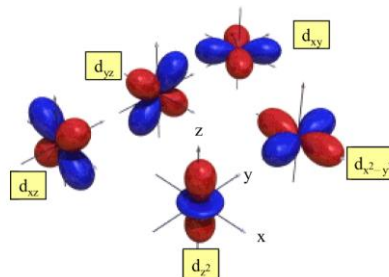
Ca : $[\text{Ar}] 4s^2$

électrons 4s dans la même orbitale avec des spins de signe opposé



4-les orbitales d sont caractérisées par le nombre quantique $l = 2$ le nombre quantique m avec $-l \leq m \leq +l$.

*Il y a 5 orbitales d ($m = -2, -1, 0, 1, 2$)



5- la population électronique maximale envisageable dans une sous-couche $l = 2$?

Pour remplir la sous-couche d, le nombre d'électrons nécessaires est $2 \times (2l + 1) = 2 \times (2 \times 2 + 1) = 10$

Rappel : $2l + 1 =$ nombre d'OA associée à une sous-couche

Autre possibilité : on représente une sous-couche d, on la remplit et on compte 10 e-.

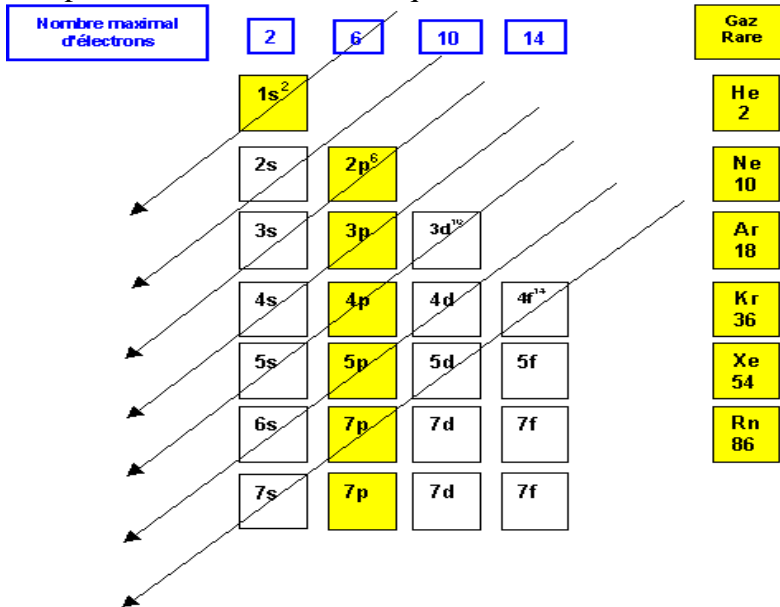


Exercice 2

Etablir les configurations électroniques des atomes suivants. Vérifier le résultat obtenu sur une classification périodique. Justifier les éventuelles anomalies.

Fe (Z=26) - Br (Z=35) - Cr (Z=24) - Mo (Z=42) - Au (Z=79)

Regle de Klechkowski : A quelques exceptions près, le remplissage des couches et des sous-couches se fait dans l'ordre des valeurs de (n + 1) croissant. Si plusieurs combinaisons possibles conduisent a la même valeur, on choisit celle possédant la plus petite valeur de n . Soit la représentation mnémotechnique suivante :



Fer (Fe) : $Z = 26 = 18 + 8$; $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$; (Ar) $4s^2 3d^6$

Il convient de réécrire cette configuration dans l'ordre naturel. → Fe: (Ar) $3d^6 4s^2$ surtout pour bien montrer la couche de valence et les électrons externes.

Fe: $K^2 L^8 M^{14} N^2$.

Brome (Br) : $Z=35=18+17$; $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$; Br ; (Ar) $4s^2 3d^{10} 4p^5$ → (Ar) $3d^{10} 4s^2 4p^5$

Ecriture simplifiée "couches uniquement" $K^2 L^8 M^{18} N^7$

Chrome (Cr) : $Z=24=18+6$; (Ar) $4s^2 3d^4$ (Ar) $3d^4 4s^2$ (théorique) → (Ar) $4s^2 3d^4$ (Ar) $3d^5 4s^1$ (réelle)

Or (Au) : $Z=79=54+25$; (Xe) $6s^2 4f^{14} 5d^9$; (Xe) $4f^{14} 5d^9 6s^2$ (théorique) → (Xe) $4f^{14} 5d^{10} 6s^1$ (réelle)

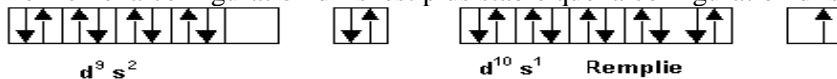
Comparaison avec les configurations électroniques réelles :

La règle de Klechkowski ne permet pas d'obtenir a coup sur la configuration électronique réelle des atomes. A partir de n = 3 de nombreuses exceptions a cette règle apparaissent. Nous ne chercherons pas a justifier toutes ces exceptions mais on peut expliquer certaines d'entre elles en admettant qu'une sous-couche totalement remplie ou a demi remplie apporte une stabilité supplémentaire.

Ainsi la configuration $d^5 s^1$ est-elle plus stable que la configuration $d^6 s^2$ (Chrome (Cr)).



De même la configuration $d^{10} s^1$ est plus stable que la configuration $d^9 s^2$ (Au)



Les configurations réelles de ces trois éléments sont donc :

Cr : (Ar) $3d^5 4s^1$. **Au :** (Xe) $4f^{14} 5d^{10} 6s^1$

Nous admettrons cette règle et l'appliquerons quand ces cas semblables se présenteront.

Exercice3

1- $\text{Mg}^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 = [\text{Ne}]$. $\text{Al}^{3+}: 1s^2 2s^2 2p^6 = [\text{Ne}]$. $\text{O}^{2-}: 1s^2 2s^2 2p^6$

2- Mg^{2+} , Al^{3+} et O^{2-} sont isoélectroniques (configuration $1s^2 2s^2 2p^6 = [\text{Ne}]$)

3- Pour un même nombre d'électrons, le rayon diminue quand la charge du noyau augmente :
 $Z(\text{O}) < Z(\text{Mg}) < Z(\text{Al})$ donc $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{Mg}^{2+}) > r(\text{Al}^{3+})$.

4- Composés : MgO , Al_2O_3

5- Le rayon atomique diminue dans une période (depuis les alcalins jusqu'aux gaz nobles). Les électrons externes des éléments d'une même période sont sur la même couche électronique (même valeur de n). La charge nucléaire vue par ces électrons augmente régulièrement car l'écrantage des électrons de la couche de valence est faible. La force d'attraction coulombienne électron-noyau augmentant, les électrons externes sont plus proches du noyau.

Le rayon atomique augmente dans une famille (augmentent lorsqu'on descend une colonne). Dans une période, chaque élément possède une couche électronique de plus que l'élément qui est au dessus de lui (n augmente de 1). Bien que la charge du noyau augmente sensiblement d'un élément au suivant, la charge effective augmente peu car l'écrantage des électrons internes est proche de 1.

L'électronégativité augmente dans une période. Comme le rayon diminue et la charge effective augmente, la force d'attraction noyau-électron devient plus forte.

L'électronégativité diminue dans une famille. Comme le rayon augmente et la charge effective reste à peu près constante, la force d'attraction noyau-électron devient plus faible.

L'électronégativité mesure la tendance d'un élément à attirer les électrons, elle sert à prédire:

- le type de liaison (ionique ou covalent) entre 2 éléments
- le rôle d'oxydant ou de réducteur des éléments dans une réaction chimique.

6 - les énergies d'ionisation des espèces suivantes par ordre croissant : $_{16}\text{S}$, $_{18}\text{Ar}$, $_{11}\text{Na}$, $_{20}\text{Ca}^{2+}$

- l'énergie de première ionisation augmente dans une période : $\text{Ar} > \text{S} > \text{Na}$

- Ca^{2+} est isoélectronique de Ar avec une charge du noyau plus grande: $\text{Ca}^{2+} > \text{Ar}$. donc $\text{Ca}^{2+} > \text{Ar} > \text{S} > \text{Na}$

7- les nombres d'oxydation de chaque élément dans les composés suivants :

H_2O_2 , LiH , CO_2 , CaSO_4 , l'ammoniac $\text{H}^{+1} \text{O}^{-2}$, $\text{Li}^{+1} \text{H}^{-1}$, $\text{C}^{+IV} \text{O}^{-II} 2$, $\text{Ca}^{+II} \text{S}^{+VI} \text{O}^{-II} 4$,
l'ammoniac $(\text{NH}_3) \text{N}^{-III} \text{H}^{+I} 3$