

Correction du TD N°4

Définitions et notions devant être acquises : Période- Colonne – Famille- Bloc(s,p,d et f) Nombre ou degré d'oxydation- Alcalins – Alcalino-terreux- Halogènes -Lanthanides –Actinides- Métaux de transition- Non métaux- Semi métaux- Rayon atomique- Rayon ionique- Energie d'ionisation- Affinité électronique- Electronegativité

Exercice 1 :

Soient les atomes suivants :

N (Z=7), K (Z=19), Sc (Z=21), Cr (Z=24), Mn (Z=25), Fe (Z=26),
Cu (Z=29), Zn (Z=30), Ag (Z=47), Au(Z=79)

Pour N : Représenter la couche de valence à l'aide des cases

1. Donner les configurations électroniques des atomes.

Présenter les électrons de valence pour chaque atome. En déduire le nombre d'électrons de valence.

2. Situer ces atomes dans la classification périodique et les grouper si possible par famille ou par période.

Correction :

1. Nous allons écrire pour chaque élément, sa structure électronique selon la règle de Klechkowski , et donner le nombre d'électrons de valence

la règle de Klechkowski

	N. d'électrons
N (7) : 1s ² / 2s ² 2p ³	5
K (19): 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ /4s ¹	1
Sc (21) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ / 4s ² 3d ¹	3
Cr (24) 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶/ 4s¹ 3d⁵	6
Mn (25)1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ / 4s ² 3d ⁵	7
Fe (26) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ / 4s ² 3d ⁶	8
Cu (29) 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶/ 4s¹ 3d¹⁰	11
Zn (30) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ / 4s ² 3d ¹⁰	2

Ag (47) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 / 5s^1 4d^{10}$ 11
 Au (79) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^1 4f^{14} 5d^{10}$ 11
 /6S1 5d10

Exemple: N (7) : $1s^2 2s^2 2p^3$

Représentation de la couche de valence à l'aide des cases quantiques :

2s2

2p3



Remarque :

Dans le cas du chrome **Cr (Z=24)**, la structure de la couche de valence doit être selon la règle de Klechkowski : $4s^2 3d^4$. Cette structure est instable.

La structure la plus stable est donc $4s^1 3d^5$.

La structure électronique de la sous couche 3d est à **demi remplie**.

Dans le cas du cuivre **Cu (Z=29)**, la structure de la couche de valence doit être selon la règle de Klechkowski : $4s^2 3d^9$. Cette structure est instable

La structure la plus stable est donc $4s^1 3d^{10}$. La structure électronique de la sous couche 3d est **totallement remplie**

«Les orbitales d à demi remplies ou totallement remplies sont plus stables»

2. Un seul élément appartient à la période $n=2$: N (Z=7) (groupe **VA**)

- Les éléments qui appartiennent à la période $n=4$ sont : K (groupe **IA**), Sc (groupe **IIIB**), Cr (groupe **VIB**), Mn (groupe **VIIB**), Fe (groupe **VIIIB**), Cu (groupe **IB**), Zn (groupe **IIB**)

- Les éléments qui appartiennent à la famille **BI** sont: Cu (4^{ème} période)
 Ag (5^{ème} période), Au (6^{ème} période)

- Les éléments qui appartiennent à la famille de **métaux de transition** (leur couche de valence est de type $(n-1)d^y ns^x$ où $1 \leq x \leq 2$ et $1 \leq y \leq 10$) sont:
 Sc (groupe **IIIB**), Cr (groupe **VIB**), Mn (groupe **VIIB**), Fe (groupe **VIIIB**), Cu (groupe **IB**), Zn (groupe **IIB**)

Exercice 2 :

Le césium (Cs) appartient à la même famille que le potassium (K) et à la même période que l'or (Au).

Donner sa configuration électronique et son numéro atomique.

Correction :

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

Selon la règle de Klechkowski

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

Selon la disposition spatiale

La structure électronique de l'atome de césium est :

[Xe] 6s¹ et son numéro atomique est égal à 55 (Z=55).

Exercice 3 :

L'atome d'étain (Sn) possède dans son état fondamental deux électrons sur la sous-couche 5p. appartenant à la couche périphérique

1. Donner sa structure électronique, son numéro atomique ainsi que le nombre d'électrons de valence.

2. Fait-il partie des métaux de transition ? Pourquoi ?

Correction :

Sn :

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

D'après la règle de Klechkowski

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

D'après la disposition spatiale

L'atome de l'étain possède quatre électrons de valence et son numéro atomique est égal à 50.

2. Non, il ne fait pas partie des métaux de transition car la sous-couche 4d est remplie

Exercice 4 :

Classer dans chaque série, les éléments suivants selon leur rayon croissant :

$_{11}\text{Na}$; $_{19}\text{K}$; $_{37}\text{Rb}$

$_{6}\text{C}$; $_{7}\text{N}$; $_{8}\text{O}$

$_{26}\text{Fe}$; $_{26}\text{Fe}^{2+}$; $_{26}\text{Fe}^{3+}$

$_{17}\text{Cl}^-$; $_{18}\text{Ar}$; $_{20}\text{Ca}^{2+}$

Correction :

- Dans une même colonne du tableau périodique, le numéro de la couche de valence augmente du haut vers le bas.

Par conséquent, l'attraction entre l'électron périphérique et le noyau devient

de plus en plus faible et le rayon atomique augmente du sodium au rubidium.



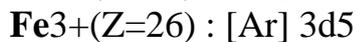
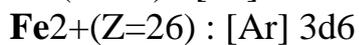
- C (Z=6), N (Z=7), O (Z=8) :

Ces atomes appartiennent à la même période. Le numéro de la couche de valence est toujours le même, mais le numéro atomique (Z) augmente du carbone vers l'oxygène.

La force d'attraction est de plus en plus importante, et par conséquent le rayon diminue du carbone vers l'oxygène.

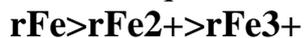


Les structures électroniques de Fe, Fe²⁺ et Fe³⁺ sont :



Pour ces trois éléments, le nombre de protons est constant, le nombre d'électrons diminue.

Par conséquent, l'attraction augmente et le rayon diminue :



- Cl (Z=17), Ar (Z=18), Ca²⁺ (Z=20)

Ces trois éléments ont la même structure électronique 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶.

Ils sont **isoélectroniques (même nombre d'électrons)**.

L'attraction devient ainsi plus importante quand le numéro atomique (Z) augmente, donc le rayon diminue :



Exercice 5 :

Soit ${}_{11}\text{Na}^+$, ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$ et ${}_{13}\text{Al}^{3+}$.

Quelle particularité ont ces ions ?

Lequel de ces ions a le plus petit rayon ionique ?

Correction :

Les ions Na⁺, Mg²⁺ et Al³⁺ ont la structure du Néon : 1s² 2s² 2p⁶.

Ils sont isoélectroniques.

Le nombre d'électrons étant constant, l'attraction devient plus importante quand le numéro atomique (Z) augmente, entraînant une diminution du rayon.

Puisque $Z_{\text{Al}} > Z_{\text{Mg}} > Z_{\text{Na}}$, nous avons : $r_{\text{Na}^+} > r_{\text{Mg}^{2+}} > r_{\text{Al}^{3+}}$

Exercice. 6 :

Comment expliquer que le cuivre **Cu (Z=29)** existe sous deux degrés d'oxydation **Cu⁺** et **Cu²⁺** et que le potassium **K(Z=19)** existe sous un seul degré d'oxydation **K⁺**.

Correction :

Cu (Z=29) : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ **3d¹⁰4s¹**

Cu⁺ (Z=29): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ **3d¹⁰**

L'électron de la dernière couche est arraché.

Cu²⁺(Z=29): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ **3d⁹**

Le cation Cu²⁺ existe. La sous couche 3d, malgré qu'elle soit saturée, perd un électron.

Ceci est caractéristique des éléments de transition, qui sont capables de perdre les électrons de la dernière couche, ainsi que certains électrons de la sous couche **d** en cours de remplissage.

K (Z=19) : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ **4s¹**

Le potassium ne peut perdre qu'un seul électron pour avoir la structure stable du gaz rare le plus proche (l'argon Ar)

Exercice 7:

On considère deux éléments de la quatrième période dont la structure électronique externe comporte trois électrons célibataires.

1. Ecrire les structures électroniques complètes de chacun de ces éléments et déterminer leur numéro atomique.

2. En justifiant votre réponse, déterminer le numéro atomique et donner la configuration électronique de l'élément situé dans la même période que le fer (Z = 26) et appartenant à la même famille que le carbone (Z = 6).

Correction :

1. Les deux éléments sont le vanadium et l'arsenic.

Le vanadium **V** : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ **4s² 3d³**

d'après la règle de Klechkowski : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ **3d³ 4s²**

Le numéro atomique est : **Z = 23**

Remarque : En ne respectant pas la règle de Klechkowski, la structure serait la suivante :

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ **3d⁵**

Cette structure est inexacte.

Il faudra donc respecter la règle de Klechkowski pour avoir la structure électronique existante.

Cela peut s'expliquer qu'avant remplissage, le niveau de l'orbitale 4s est légèrement inférieur que celui des orbitales atomiques 3d, et qu'après remplissage, ce niveau 4s devient supérieur au niveau 3d.

Structure électronique de l'arsenic

As : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$ d'après la règle de Klechkowski

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$

Le numéro atomique est **Z = 33**

2- Structure électronique du fer Fe (Z=26) :

[Ar] **3d⁶ 4s²** ; Le fer appartient à la 4^{ème} période **n = 4**

Structure électronique du carbone C (Z=6) $1s^2 2s^2 2p^2$

Le carbone appartient à la famille de structure électronique de couche de valence de type **ns² np²**.

Donc la structure électronique du germanium est : **Ge [Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p²**