

TD Constitution de la matière : modélisation quantique et réactivité : orbitales atomiques

I. Applications Directes Du Cours

Ex 1. Nombres Quantiques

Les triplets de nombres quantiques suivants sont-ils possibles pour un électron ? Si oui, identifier la sous-couche associée.

1. (4,0,0) ; 2. (2,2,0) ; 3. (0,0,0) ; 4. (4,1,2)

Ex 2. Configurations Électroniques

Donner les configurations électroniques à l'état fondamental des atomes et des ions suivants. Préciser le nombre d'électrons de cœur et le nombre d'électrons de valence.

- | | | | |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1. ${}^7\text{N}$ | 4. ${}^{23}\text{V}$ | 7. ${}^{27}\text{Co}^{2+}$ | 10. ${}^{53}\text{I}$ |
| 2. ${}^8\text{O}$ | 5. ${}^{23}\text{V}^{4+}$ | 8. ${}^{40}\text{Zr}$ | 11. ${}^{53}\text{I}^{-}$ |
| 3. ${}^{15}\text{P}$ | 6. ${}^{27}\text{Co}$ | 9. ${}^{40}\text{Zr}^{2+}$ | 12. ${}^{63}\text{Eu}$ |

Ex 3. Diagrammes Énergétiques

Établir et remplir les diagrammes énergétiques à l'état fondamental des atomes et des ions suivants. Donner leur nombre d'électrons célibataires.

- | | | | |
|-------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. ${}^5\text{B}$ | 2. ${}^{17}\text{Cl}^{-}$ | 3. ${}^{25}\text{Mn}$ | 4. ${}^{30}\text{Zn}$ |
|-------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|

Ex 4. Colonne Du Tableau Périodique Et Configuration Électronique

Parmi les atomes suivants, lesquels se trouvent dans une même colonne du tableau périodique ? Justifier votre réponse avec leur configuration électronique à l'état fondamental.

- ${}^3\text{Li}$; ${}^4\text{Be}$; ${}^7\text{N}$; ${}^{11}\text{Na}$; ${}^{16}\text{S}$; ${}^{20}\text{Ca}$; ${}^{33}\text{As}$; ${}^{52}\text{Te}$

Ex 5. De La Position Dans Le Tableau Périodique À La Configuration Électronique

Déterminer la configuration électronique à l'état fondamental des éléments suivants à partir de leur position dans le tableau périodique. En déduire leur numéro atomique.

- | | | |
|---|--|---|
| 1. 2 ^e ligne, XVIII ^e colonne | 2. 4 ^e ligne, VIII ^e colonne | 3. 6 ^e ligne, XIV ^e colonne |
|---|--|---|

Ex 6. De La classification Périodique À La Configuration Électronique

En utilisant la classification périodique des éléments, déterminer la configuration électronique fondamentale de valence des éléments suivants. Donner le résultat sous la forme [GN]..., où [GN] représente la configuration électronique du gaz noble qui précède l'élément étudié. Justifier en indiquant la période, la colonne et le bloc de l'élément étudié.

- | | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| 1. B (bore) | 2. Al (aluminium) | 3. Si (silicium) | 4. S (soufre) |
| 5. K (potassium) | 6. Ni (nickel) | 7. Ga (gallium) | 8. Br (brome) |
| 9. Zr (zirconium) | 10. I (iode) | 11. Pb (plomb) | 12. U (uranium) |

Ex 7. Électronégativité, Rayon Atomique, Famille D'éléments

En vous aidant de la classification périodique des éléments, classer les éléments suivants selon leur électronégativité, puis selon leur rayon atomique. Préciser à quelle famille ils appartiennent.

1. At, F, Cl, I, Br
2. Li, Fr, Na, Rb, Cs, K

Ex 8. Autour du fer (oral Centrale 2014)

1. Donner les configurations électroniques à l'état fondamental du fer Fe ($Z = 26$), de l'ion Fe^{2+} et de l'ion Fe^{3+} .
2. Attribuer les rayons 64 pm, 76 pm et 140 pm à ces trois entités chimiques.

S'entraîner

Ex 1.

On propose différentes configurations électroniques pour l'atome de nickel ($Z = 28$) :

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^8 4s^2 3d^6$
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$
- d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6 4p^2$

1. Quelle est celle qui ne respecte pas le principe de Pauli ?
2. Quelle est celle qui correspond à l'atome de nickel dans son état fondamental ? Préciser le nombre d'électrons célibataires du nickel dans son état fondamental.
3. Quelle est celle qui ne fait pas apparaître d'électron célibataire ?
4. Classer, par ordre d'énergie croissante, les différentes configurations électroniques envisageables. Comment appelle-t-on les états plus hauts en énergie que l'état fondamental ?
5. Le nickel peut conduire à la formation de l'ion Ni^{2+} . Préciser sa configuration électronique dans l'état fondamental.

Ex 2.

1. Énoncer la règle de Klechkowski.

Dans le bloc d du tableau périodique, on distingue quelques exceptions à la règle de Klechkowski. Une première anomalie concerne les éléments chrome ($Z = 24$) et molybdène ($Z = 42$); une autre les éléments argent ($Z = 47$) et or ($Z = 79$).

2. Écrire la configuration électronique de ces éléments par application stricte de la règle de Klechkowski et en déduire leur position dans le tableau périodique.
3. En réalité, les configurations écrites précédemment ne sont pas celles de l'état fondamental des atomes concernés. Par déplacement d'un unique électron, donner la configuration électronique correcte de ces éléments, sachant qu'une stabilisation particulière est rencontrée lorsque les sous-couches p, d, ou f sont soit remplies, soit à demi remplies.
4. Proposer une configuration électronique pour le gadolinium ($Z = 64$), sachant qu'il ne respecte pas non plus la règle de Klechkowski.

Ex 3.

1. La masse molaire de l'élément cuivre vaut $63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Sachant que la masse molaire d'un nucléon vaut environ $1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, et que le cuivre possède deux isotopes stables de nombre de masse respectifs 63 et 65, calculer l'abondance relative naturelle de chacun d'entre eux.
2. La structure électronique de l'atome de cuivre à l'état fondamental est $[\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$. Expliquer la signification de cette notation. Est-ce la configuration attendue selon les règles de remplissage ? Proposer une explication.

Ex 4.

Trois atomes de la quatrième période possèdent dans leur état fondamental trois électrons non appariés.

1. Identifier ces trois atomes à l'aide de la classification périodique. Donner leur configuration électronique. Indiquer lequel n'appartient pas au bloc d.
2. Donner les nombres quantiques des électrons non appariés de l'atome le plus électronégatif.
3. Donner la configuration électronique dans l'état fondamental d'un cation qui peut être obtenu avec l'atome le moins électronégatif.

Ex 5.

1. Quelles sont les positions relatives de l'oxygène ($Z = 8$) et du soufre ($Z = 16$) dans le tableau périodique ?
2. Donner la formule de l'ion oxyde, ion monoatomique de l'oxygène le plus stable. Donner la formule de l'ion sulfure, ion monoatomique du soufre le plus stable.
3. Associer les rayons $r_1 = 140 \text{ pm}$ et $r_2 = 180 \text{ pm}$ à l'ion oxyde ou à l'ion sulfure.

Ex 6.

1. En s'aidant de la classification périodique des éléments, identifier les ions isoélectroniques de l'argon issus des éléments des colonnes I, II, III, XVI et XVII.
2. Classer les ions obtenus par ordre croissant de rayon ionique. Justifier.