

Travaux dirigés de Chimie n° 1

Règles de remplissage

Exercice 1 : La règle de Hund

- 1) Quel est le nombre d'électrons non appariés associés aux états fondamentaux des atomes dont le numéro atomique est compris entre 11 et 18 ? Donner leur configuration électronique.
- 2) Préciser le caractère para ou diamagnétique des atomes.

Exercice 2 : Etat d'un électron

Des quadruplets pouvant définir l'état d'un électron dans un atome sont donnés ci-dessous :
 $(5,0,0,1/2)$; $(2,1,2,-1/2)$; $(2,2,2,1/2)$; $(3,-1,1,-1/2)$; $(4,1,-1,-1/2)$; $(4,2,2,1)$; $(5,2,2,-1/2)$; $(7,3,-2,0)$;
 $(8,1,-1,1/2)$; $(8,4,0,-1/2)$.

1. Parmi ces quadruplets, quels sont ceux qui sont impossibles ? Préciser la raison de cette impossibilité.
2. Donner les symboles des orbitales atomiques correspondant aux quadruplets possibles.
3. Un électron occupe une orbitale atomique 5f. Par quels quadruplets cet électron peut-il être décrit ?

Exercice 3 : Principe de Pauli

Parmi les configurations suivantes, quelles sont celles qui ne respectent pas le principe d'exclusion de Pauli ? la règle de Klechkowsky ? Que peut-on dire des atomes correspondants ?

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

Exercice 4 : Règle d'établissement de la configuration électronique

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

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^0$;
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^8 3d^6 4s^2$;
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$;
- d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2 4p^2$.

Parmi ces configurations :

- 1) Quelle est celle qui ne respecte pas le principe de Pauli ?
- 2) Quelle est celle qui représente l'atome de Nickel à l'état fondamental ? Préciser, si nécessaire, le nombre d'électrons célibataires.
- 3) Quelle est celle qui ne comporte aucun électron célibataire ?
- 4) Classer, par ordre d'énergie croissante, les différentes configurations.

Configuration électronique et classification périodique

Exercice 5: Configurations électroniques

1. Donner la composition des atomes suivants (nombre de protons, neutrons, électrons) :

$${}_{10}^{20}Ne \quad {}_{14}^{28}Si \quad {}_{18}^{40}Ar \quad {}_{26}^{56}Fe \quad {}_{29}^{63}Cu$$
2. Donner la configuration électronique de chacun de ces éléments dans leur état fondamental. En déduire leur position dans la classification périodique.

3. Que remarque-t-on pour les configurations électroniques du néon et de l'argon ?
4. Le fer donne deux ions stables : Fe^{2+} et Fe^{3+} . Donner la composition de ces deux ions et leur configuration électronique dans l'état fondamental.
5. La configuration électronique du cuivre dans son état solide est en réalité en $3d^{10}4s^1$. Cette configuration permet-elle de comprendre pourquoi dans une mole de cuivre on observe une mole d'électrons libres participant à la conduction ?

Exercice 6: Le soufre naturel

1. Ecrire la configuration électronique du soufre ($Z=16$) dans son état fondamental.
 2. Le soufre naturel est principalement constitué de trois isotopes ^{32}S , ^{33}S et ^{34}S . Le soufre 32 est l'isotope le plus abondant, avec un pourcentage massique égal à 95,02% dans le soufre naturel.
- On donne ci-dessous les masses molaires atomiques du soufre naturel et de ses différents isotopes. Déterminer les pourcentages massiques des deux isotopes 33 et 34.

	Soufre naturel	^{32}S	^{33}S	^{34}S
Masse molaire (g/mol)	32,0660	31,9721	32,9715	33,9679

Exercice 7 : Configuration électronique d'ions

1. Etablir la configuration électronique, dans leur état fondamental, des anions suivants :
 - a. Oxyde O^{2-} ($Z=8$) ;
 - b. Chlorure Cl^- ($Z=17$)
 - c. Arsénium As^- ($Z=33$).
2. Etablir la configuration électronique, dans leur état fondamental, des cations suivants :
 - a. Al^{3+} ($Z=13$) ;
 - b. Ni^{2+} ($Z=28$) ;
 - c. Pm^{2+} ($Z=61$).

Exercice 8 : A la recherche des atomes

1. Quel est l'atome qui a la sous-couche 5s à moitié remplie ?
2. Quel est l'atome qui a la sous-couche 6p à moitié remplie ?
3. Quel est l'atome qui a la configuration électronique suivante ? $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$
4. Quel est l'atome dont l'ion monopositif a la configuration précédente ?

Exercice 9 : Propriétés d'un atome

Un atome X_1 possède la structure électronique $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ dans l'état fondamental.

1. Quelle est la position de l'élément X_1 dans la classification périodique ?
2. Donner la configuration électronique de l'élément X_2 situé juste au-dessous de X_1 dans la classification périodique.
3. Comparer l'énergie de première ionisation de X_1 et X_2 , en justifiant.
4. Comparer l'énergie de première ionisation de X_1 à celle de l'élément X_3 qui le suit dans la classification périodique, en justifiant.

Exercice 10 : Energie d'ionisation

L'énergie d'ionisation est par définition l'énergie nécessaire pour expulser un électron d'un atome, c'est à dire réaliser la réaction $X_{(g)} \rightarrow X_{(g)}^+ + e^-$.

- a) Quelle est l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ? On l'exprimera en eV et en kJ.mol^{-1}
- b) Les énergies d'ionisation de $_2\text{He}^{2+}$ et $_3\text{Li}^{2+}$ valent respectivement 54,4eV et 122eV. Pouvez-vous retrouver une relation simple entre leur nombre de charge, leur énergie d'ionisation et celle de l'atome d'hydrogène ?

*Spectroscopie***Exercice 11: Série de Humphreys**

Données: Constante de Rydberg de l'hydrogène : $R_H = 1,096 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$.

1. Rappeler le nom des trois premières séries de raies du spectre de l'atome d'hydrogène, ainsi que leur nombre quantique principal associé.
2. A quelles transitions électroniques correspondent la longueur d'onde la plus courte de chacune des séries ?
3. Même question pour les nombres d'onde.
4. Pour la série de Humphreys la longueur d'onde minimale est $\lambda_{\min} = 3,28 \mu\text{m}$. Quelle est la valeur du nombre quantique principal de cette série ?
5. Quelle sont les valeurs du domaine de longueur d'onde de cette série ?

Exercice 12 : Etude de l'ion ${}^3\text{Li}^{2+}$

- a) Donner sa configuration électronique. Avec quel atome est-il isoélectronique ?
On peut penser que son spectre d'émission ressemble à celui de l'hydrogène.
- b) Déterminer la valeur de la constante de Rydberg R_{Li} à l'aide des nombres d'onde σ de la série de Lyman (retour au niveau $n=1$) : 740747 cm^{-1} ; 877924 cm^{-1} ; 925933 cm^{-1} .
- c) Quelle est la valeur de l'énergie associée à la réaction : $\text{Li}^{2+}(\text{g}) \rightarrow \text{Li}^{3+}(\text{g}) + \text{e}^-$?

Exercice 13 : L'atome de Lithium ${}^3\text{Li}$

- a) Donner la configuration électronique de l'atome de lithium dans son état fondamental.
- b) A quelle transition correspond l'ionisation de l'atome ?
L'énergie d'ionisation vaut $5,39 \text{ eV}$.
On se propose de tracer le diagramme d'énergie simplifié de l'atome de lithium en utilisant les longueurs d'onde des transitions émises :

Transition	$2\text{p} \rightarrow 2\text{s}$	$3\text{s} \rightarrow 2\text{p}$	$3\text{p} \rightarrow 2\text{s}$	$4\text{s} \rightarrow 2\text{p}$	$3\text{d} \rightarrow 2\text{p}$	$4\text{p} \rightarrow 2\text{p}$
λ en nm	671	812	323	610	497	427

- c) Trouver la relation entre les différences d'énergie des différentes sous-couches en eV et la longueur d'onde en nm.
- d) Représenter le diagramme d'énergie simplifié du lithium.
- e) Quelle énergie supplémentaire doit-on fournir à l'électron sur la sous couche 3s pour l'amener à l'infini ? Quelle est la longueur d'onde du laser à utiliser ?