

Nucléides

UMA

isotopes

Nombres quantiques

Configurations
électroniques

Tableau
périodique

Electronégativité

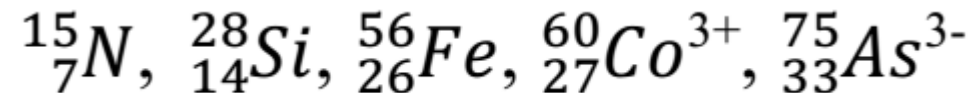
Exercices d'applications

Atomistique et tableau périodique

Mourad AMARA

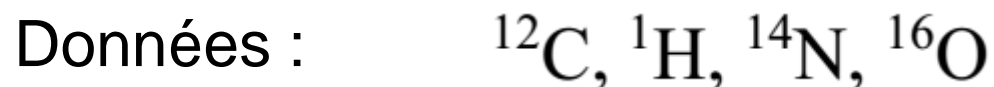
Exercice 1

- 1) Quel est le nombre de nucléons, de neutrons et d'électrons présents dans chacun des atomes ou ions suivants ?



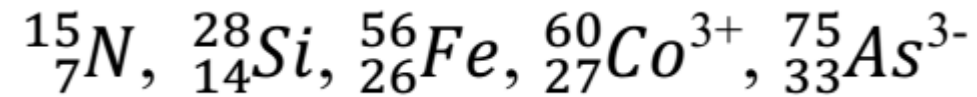
- 2) Définir l'unité de masse atomique (uma). Donner sa valeur en unité gramme.

- 3) Donner la masse, en g et en uma, d'une molécule de NH_3 et d'une mole de CH_3CHO .



Correction

1) nucléons, de neutrons et d'électrons



	${}^{15}_{7}\text{N}$	${}^{28}_{14}\text{Si}$	${}^{56}_{26}\text{Fe}$	${}^{60}_{27}\text{Co}^{3+}$	${}^{75}_{33}\text{As}^{3-}$
Nucléons (A)	15	28	56	60	75
Protons (Z)	7	14	26	27	33
Neutrons (N = A-Z)	8	14	30	33	42
Electrons	7	14	26	24	36

2)

L'unité de masse atomique (uma) : c'est la masse correspondant au $1/12^{\text{ème}}$ d'un atome de carbone

$$1 \text{ uma} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

3)

- Une molécule de NH_3

$$M(\text{NH}_3) = M(\text{N}) + 3M(\text{H}) = 14 + 3 = 17 \text{ uma}$$

$$17 \text{ uma} = 28,22 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

- Une mole de CH_3CHO

$$M(\text{CH}_3\text{CHO}) = 2M(\text{C}) + 4M(\text{H}) + M(\text{O}) = 24 + 4 + 16 = 44 \text{ g}$$

$$44 \text{ g} = 26,5 \cdot 10^{24} \text{ uma}$$

Exercice 2

1)

Un échantillon d'oxyde de cuivre CuO a une masse $m = 1,59 \text{ g}$.
Combien de moles et de molécules de CuO et d'atomes de Cu et de O y a-t-il dans cet échantillon ?

$$M(\text{Cu}) = 63,54 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

2)

Donner en uma et en gramme, les masses d'une molécule et d'une mole de molécules de méthanol (CH_3OH).

On donne : H (1) ; C (12) ; N (14) ; O (16),

Nombre d'Avogadro $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Correction

1)

Sachant que $M(\text{CuO}) = M(\text{Cu}) + M(\text{O}) = 63,54 + 16 = 79,54 \text{ g/mol}$

- Le nombre de mole de CuO est calculé grâce à ce rapport :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1,59}{79,54} = 0,02 \text{ mol}$$

- Le nombre de molécules de CuO est trouvé en utilisant le nombre d'Avogadro :

$$= 0,02 \times 6,023 \cdot 10^{23} = 0,12 \cdot 10^{23} \text{ molécules}$$

- Le nombre d'atomes de Cu et de O est équivalent au nombre de molécules de CuO

Il y a alors $0,12 \cdot 10^{23}$ atomes O et $0,12 \cdot 10^{23}$ atomes Cu,

2)

La masse d'une seule molécule de CH_3OH en UMA

$$M(\text{CH}_3\text{OH}) = M(\text{C}) + 4 M(\text{H}) + M(\text{O}) = 12 + 4 + 16 = 32 \text{ uma}$$

La masse d'une seule molécule de CH_3OH en gramme

On sait que

$$1 \text{ uma} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

alors

$$m(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \times 1,66 \cdot 10^{-24} = 53,12 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Exercice 3

1) Définir la notion d'isotopie.

2) Le silicium $_{14}\text{Si}$ est un élément naturel de masse atomique moyenne égale à 28,085 uma, il est constitué de trois isotopes correspondants aux nucléides ^{28}Si , ^{29}Si et ^{30}Si . Compléter le tableau suivant en justifiant.

Nucléide	Masse atomique (uma)	Abondance relative (%)
^{28}Si	27,977	
^{29}Si	28,976	4,685
^{30}Si	29,974	

Correction

- 1) Les isotopes sont des atomes ayant les mêmes numéros atomiques mais sont différents par leurs nombres de neutrons
- 2) Dans le tableau, il manque les abondances relatives (pourcentages) des isotopes

On sait que

$$X_1 + X_2 + X_3 = 100\%$$

Et aussi

$$\bar{M} = \frac{X_1 M_1 + X_2 M_2 + X_3 M_3}{100}$$

On peut remplacer X_2 par sa valeur 4,685%, écrire ensuite X_3 en fonction de X_1 et trouver l'inconnu X_1 puis déduire X_3

$$X_3 = 100 - X_2 - X_1 \quad X_3 = 100 - 4,685 - X_1$$

On obtient :

$$\bar{M} = \frac{X_1 M_1 + 4,685 M_2 + (100 - 4,685 - X_1) M_3}{100}$$

$$\bar{M} = 28,085 = \frac{X_1 \cdot 27,977 + 4,685 \cdot 28,976 + (100 - 4,685 - X_1) \cdot 29,974}{100}$$

On trouve :

$$X_1 = 92,25\%$$

$$X_3 = 100 - 4,685 - 92,25 = 3,065\%$$

Exercice 4

Soient les combinaisons suivantes des nombres quantiques (n, ℓ, m, s) : $(2, 1, 1, +1/2)$, $(2, 3, 1, -1/2)$, $(3, 0, 1, +1/2)$, $(4, 1, 0, +1/2)$, $(4, 2, -2, -1/2)$, $(3, 1, 1, +3/2)$.

- 1) Identifier celles qui peuvent décrire un électron dans son état fondamental et donner les symboles des orbitales atomiques correspondantes.
- 2) Quel est le nombre d'états quantiques que peut posséder un électron lorsque $n = 3$ et $s = +1/2$?

Correction

1) Pour rappel $n = 1, 2, 3, \dots$ $0 \leq \ell \leq n-1$ $-\ell \leq m \leq +\ell$ $s = \pm 1/2$

(n, ℓ, m, s)

$(2, 1, 1, +1/2)$ Combinaison Juste $\psi_{nlm} = \psi_{211}$ 2p

$(2, \mathbf{3}, 1, -1/2)$ Combinaison Fausse

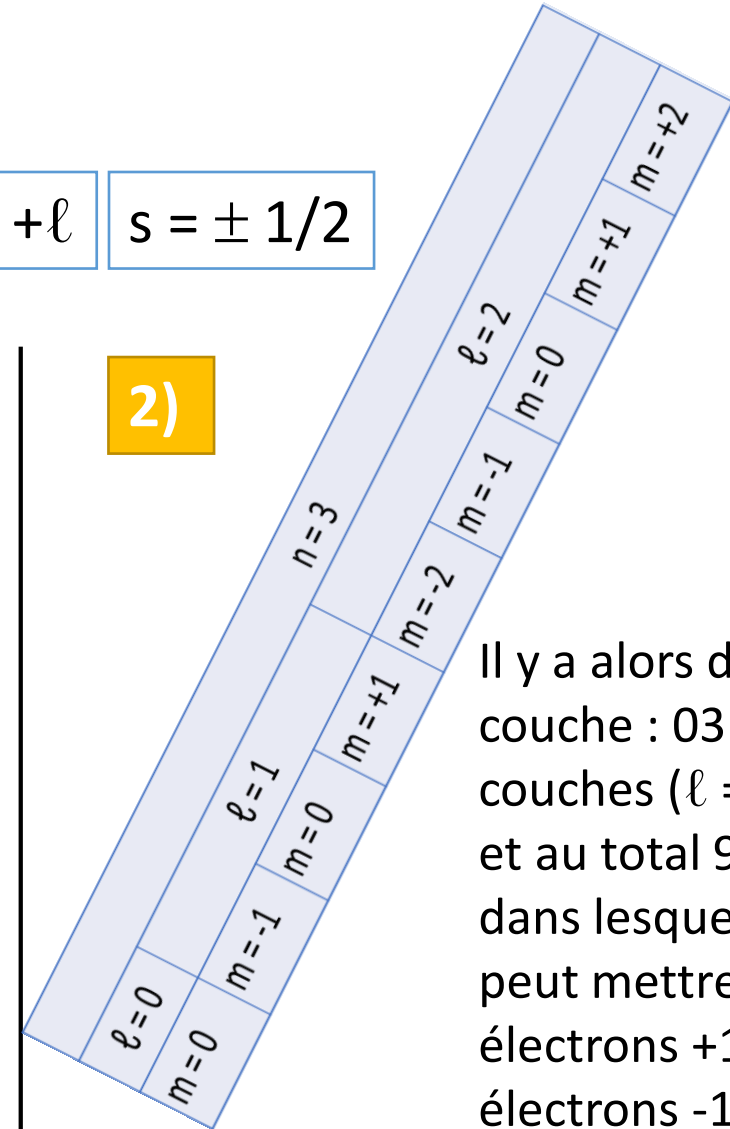
$(3, 0, \mathbf{1}, +1/2)$ Combinaison Fausse

$(4, 1, 0, +1/2)$ Combinaison Juste $\psi_{nlm} = \psi_{410}$ 4p

$(4, 2, -2, -1/2)$ Combinaison Juste $\psi_{nlm} = \psi_{42-2}$ 4d

$(3, 1, 1, \mathbf{+3/2})$ Combinaison Fausse

2)

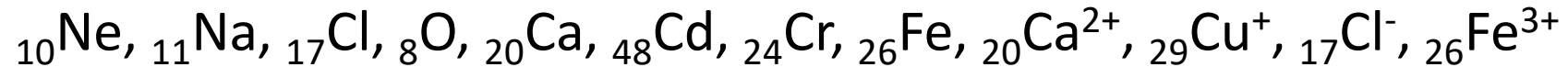


Il y a alors dans la 3^{ème} couche : 03 sous-couches ($\ell = 0, 1$ et 2) et au total 9 cases, dans lesquelles, on peut mettre 9 électrons $+1/2$ et 9 électrons $-1/2$

Réponse : 9 états ($n = 3 ; s = +1/2$)

Exercice 5

- 1) Etablir la configuration électronique, à l'état fondamental, des atomes et ions suivants :



- 2) Représenter les électrons de valence dans leurs cases quantiques.

- 3) Préciser la période, le groupe et la famille d'appartenance de chaque élément.

- 4) Donner les 4 nombres quantiques caractérisant
- L'électron célibataire du sodium.
 - Le doublet d'électrons de plus haute énergie de l'oxygène.

Correction

1)

2)

3)

Configurations électroniques, période, groupe, électrons de valence et cases quantiques

$1s^2/2s^22p^6/3s^23p^6/4s^23d^{10}4p^6/5s^24d^{10}5p^6/6s^24f^{14}5d^{10}6p^6/7s^2$

~~$_{10}\text{Ne}$~~ , ~~$_{11}\text{Na}$~~ , ~~$_{17}\text{Cl}$~~ , ~~$_8\text{O}$~~ , ~~$_{20}\text{Ca}$~~ , ~~$_{48}\text{Cd}$~~ , ~~$_{24}\text{Cr}$~~ , ~~$_{26}\text{Fe}$~~ , ~~$_{20}\text{Ca}^{2+}$~~ , ~~$_{29}\text{Cu}^+$~~ , ~~$_{17}\text{Cl}^-$~~ , ~~$_{26}\text{Fe}^{3+}$~~

$_8\text{O} : 1s^2/2s^22p^4$

Période : 2

Groupe : VIA

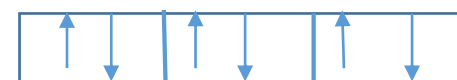
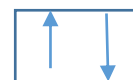


$_{10}\text{Ne} : 1s^2/2s^22p^6$

Gaz rare

Période : 2

Groupe : VIIIA



$_{11}\text{Na} : 1s^2/2s^22p^6/3s^1$

Alcalin

Période : 3

Groupe : IA



$_{17}\text{Cl} : 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^5$

Halogène

Période : 3

Groupe : VIIA



$_{17}\text{Cl}^- : 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^6$

Période : 3

Groupe : VIIA



$_{20}\text{Ca} : 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^6/4s^2$

Alcalino-terreux

Période : 4

Groupe : IIA

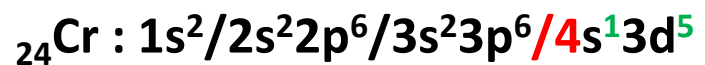


$_{20}\text{Ca}^{2+} : 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^6$

Période : 4

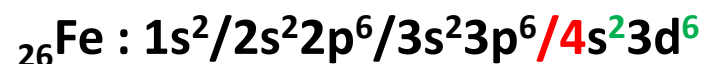
Groupe : IIA

Métaux de transition



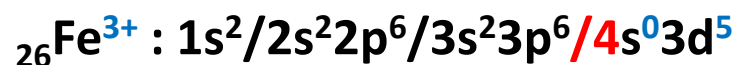
Période : 4

Groupe : VIIB



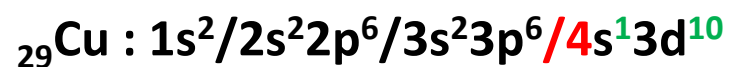
Période : 4

Groupe : VIIIB



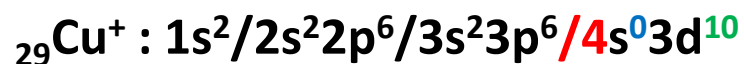
Période : 4

Groupe : VIIIB



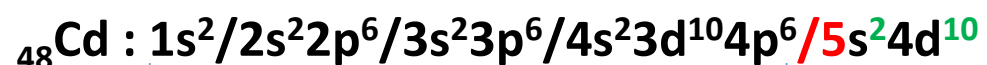
Période : 4

Groupe : IB



Période : 4

Groupe : IB



Période : 5

Groupe : IIB



4)



$n = 3, \ell = 0, m = 0, s = +1/2$



$n = 3, \ell = 1, m = -1, s = +1/2$ $n = 3, \ell = 1, m = -1, s = -1/2$

Exercice 6

Attribuer, à chacun des éléments $_{16}\text{S}$, $_{8}\text{O}$, $_{9}\text{F}$, $_{31}\text{Ga}$, $_{33}\text{As}$, la valeur d'électronégativité correspondante parmi les valeurs suivantes : 1,81 ; 2,18 ; 2,58 ; 3,44 ; 3,98. Justifier.

Correction

L'électronégativité est la capacité d'un atome à capter des électrons

Dans le tableau périodique, l'E.N. augmente de **gauche à droite** et du **bas vers le haut**

Dans une période : $Z \uparrow \Rightarrow \text{E.N.} \uparrow$

Dans un groupe : $Z \uparrow \Rightarrow \text{E.N.} \downarrow$

Il faut alors situer chaque élément dans le tableau périodique

$_{16}\text{S}$, $_8\text{O}$, $_9\text{F}$, $_{31}\text{Ga}$, $_{33}\text{As}$

$_8\text{O} : 1s^2/2s^2 2p^4$

Période : 2 Groupe : VIA

$_9\text{F} : 1s^2/2s^2 2p^5$

Période : 2 Groupe : VIIA

$_{16}\text{S} : 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^4$

Période : 3 Groupe : VIA

$_{31}\text{Ga} : 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6/4s^2 3d^{10} 4p^1$

Période : 4 Groupe : IIIA

$_{33}\text{As} : 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6/4s^2 3d^{10} 4p^3$

Période : 4 Groupe : VA

	IIIA	VA	VIA	VIIA
2			$_8\text{O}$	$_9\text{F}$
3			$_{16}\text{S}$	
4	$_{31}\text{Ga}$	$_{33}\text{As}$		

\Rightarrow E.N. : $_{31}\text{Ga} < _{33}\text{As} < _{16}\text{S} < _8\text{O} < _9\text{F}$

1,81 2,18 2,58 3,44 3,98

Merci