

# PASS

LICENCE SANTÉ

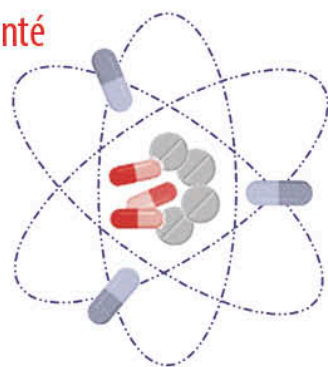


PASS  
LAS

## Chimie générale

132 QCM corrigés et expliqués  
Résumés de cours

- ▶ Programme de chimie générale des études de santé
- ▶ Nombreux exemples appliqués  
à la chimie du vivant et des médicaments



Isabelle Forfar



# Les atomes

# Notions de cours

## ■ Symbolisme des éléments chimiques : ${}^A_Z X$

X : symbole de l'élément chimique

Z : numéro atomique = nombre de protons

A : nombre de masse = nombre de nucléons (neutrons + protons)

Un **élément chimique** est une **entité neutre** donc il aura :

*Nombre de protons = nombre d'électrons*

Les **isotopes** d'un élément chimique X sont des espèces présentant :

- le même nombre de protons (**Z identiques**)
- un nombre de neutrons différent (**A différents**)
- un symbole identique X à l'exception de l'hydrogène

**L'abondance isotopique** : représente la proportion de chacun des isotopes d'un élément chimique.

La formation d'**ions** correspond :

- à la perte d'électrons : **cation**
- au gain d'électrons : **anion**

La **masse molaire d'une molécule** est égale à la somme des masses molaires des éléments chimiques qui constituent la molécule.

Le **modèle quantique** appliqué à l'atome d'hydrogène permet par la **résolution de l'équation de Schrödinger** de montrer que :

Les valeurs d'Énergie accessibles à l'électron sont *quantifiées* :  $E_n$  et appelées *énergies propres*.

**Pour une valeur d'E propre** : il existe plusieurs **fonctions propres ou orbitales atomiques (OA)** qui vérifient l'équation de Schrödinger.

Ces OA permettent d'accéder à la **probabilité de présence de l'électron dans une région de l'espace mais pas à sa position exacte**.

## 4 nombres quantiques définissent un électron ( $n, \ell, m_\ell, m_s$ )

$n$  : *nombre quantique principal* : définit la couche électronique

$n > 0$  ( $n = 1, 2, 3...$ )

$\ell$  : *nombre quantique secondaire ou azimutal* : définit la sous-couche électronique, caractérise l'orbitale atomique ( $0 \leq \ell \leq n-1$ )

Orbitale atomique

s :  $\ell = 0$

p :  $\ell = 1$

d :  $\ell = 2$

f :  $\ell = 3$

$m_\ell$  : *nombre quantique magnétique* : caractérise l'orientation de l'orbitale atomique (nombre d'orbitales atomiques dans chaque sous-couche) :  $-\ell \leq m_\ell \leq +\ell$

$m_s$  : nombre quantique magnétique de spin : 2 sens de rotation possibles pour l'e- :  $m_s = \pm \frac{1}{2}$

Si des OA sont de **même énergie**, elles sont dites **dégénérées**

Ex : les 3OA 2p, les 5OA 3d...

La **configuration électronique** d'un élément chimique permet d'indiquer comment s'organisent les électrons autour du noyau d'un atome.

À l'état **fondamental**, un atome se trouve dans son **état énergétique le plus stable** : état d'énergie la plus basse. Les OA sont « remplies » en fonction de leur Énergie croissante en commençant par l'OA de plus basse énergie.

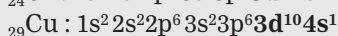
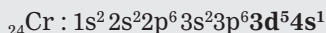
Pour cela plusieurs règles doivent être adoptées :

- ▶ *L'ordre de remplissage des sous-couches électroniques est indiqué par la valeur croissante de la somme ( $n + \ell$ ), et s'il existe 2 valeurs ( $n + \ell$ ) identiques, n le plus petit sera prioritaire :*  
Ex : 2p et 3s :  $n + \ell = 3$  et c'est 2p qui se remplira en premier
- ▶ *Principe d'exclusion de Pauli : Deux électrons d'un même atome ne peuvent pas être décrits par quatre nombres quantiques identiques.*
- ▶ *Règle de Hund : Si des OA sont dégénérées, les électrons se répartissent avec un nombre maximum de spins parallèles.*

### Remarques

Les **électrons périphériques (électrons de valence)** sont des électrons externes, moins retenus par les forces attractives du noyau que les électrons de cœur.

Les éléments chimiques  ${}_{24}\text{Cr}$  et  ${}_{29}\text{Cu}$  sont des exceptions aux règles de remplissages :



## ■ Classification périodique :

Dans la classification périodique, les éléments chimiques sont classés par numéro atomique ( $Z$ ) croissant.

Les **éléments chimiques d'une même colonne** ont en général une configuration électronique externe présentant le même nombre d'électrons : similitude des propriétés.

La configuration électronique des **éléments chimiques d'une même période** présente la **même valeur du nombre quantique principal maximal n** (indique la période dans laquelle se trouve l'élément chimique).

La classification périodique se divise en plusieurs blocs qui dépendent de la configuration électronique externe des atomes :

**bloc s** : Colonne 1 ( $ns^1$ ) et colonne 2 ( $ns^2$ )

Le numéro de colonne correspond au nombre d'électrons dans les OA externes s à l'exception de  $_{2}\text{He}$

**bloc p** : Colonnes 13 à 18 ( $\text{ns}^2\text{np}^x$  avec  $1 \leq x \leq 6$ )

Le numéro de colonne correspond à :  $2 + 10 + x$

**bloc d\* (4<sup>e</sup> période)** : Colonnes 3 à 12 :  $1s^22s^22p^63s^23p^63d^y4s^w$

Avec :  $1 \leq y \leq 10$  et  $w = 2$  (sauf pour Cr et Cu :  $w = 1$ )

Le numéro de colonne correspond à :  $w + y$

## ■ Propriétés physiques des éléments de la classification

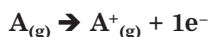
- ▶ Les métaux :

*Un élément chimique est un métal si le nombre d'électron de sa couche électronique de n maximal est inférieur ou égal au numéro de sa période (sauf pour H et Ge).*

- ▶ Les non-métaux : une partie du bloc p.
- ▶ Les semi-métaux ou métalloïdes sont situés à la frontière entre les métaux et les non-métaux.

## ■ Propriétés périodiques des éléments chimiques

- ▶ On définit le **rayon atomique** comme la moitié de la distance entre les 2 noyaux de 2 atomes voisins.
- ▶ L'**énergie de 1<sup>re</sup> ionisation  $E_{I_1}$** , est l'énergie minimale qu'il faut fournir à un atome (A) pris à l'état gazeux (g) pour lui arracher un électron :



- **Dans une colonne, lorsque Z diminue du bas vers le haut**

Le nombre de couches diminue ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )

La distance noyau – électron périphérique diminue ( $\approx$  rayon atomique)

Attraction noyau–électron périphérique augmente

**$E_{I_1}$  augmente du bas vers le haut de la colonne**

- **Dans une période, lorsque Z augmente de la gauche vers la droite :**

Le nombre de couches (n) n'évolue pas

Z augmente donc le nombre de protons (charges +) augmente ainsi que le nombre d'électrons (charges –) (L'atome est une entité neutre)

Attraction noyau–électrons périphériques augmente (Rayon atomique diminue)

**$E_{I_1}$  augmente de la gauche vers la droite d'une même période**

## QCM 1 à QCM 30

### ■ QCM 1.

Le chlore de symbole chimique Cl est l'halogène le plus commun. Il est abondant naturellement et son dérivé le plus important est le chlorure de sodium (NaCl), composé nécessaire à de nombreuses formes de vie.

Le chlore naturel existe sous plusieurs formes d'isotopes mais on ne considérera ici que ses isotopes stables : les isotopes 35 et 37.

L'abondance isotopique de  $^{35}\text{Cl}$  est de 75 % et l'abondance isotopique de  $^{37}\text{Cl}$  est de 25 %.

- A. Le symbole  $^{35}\text{Cl}$  indique le numéro atomique de l'élément chimique
- B.  $^{35}\text{Cl}$  et  $^{37}\text{Cl}$  ont le même nombre d'électrons
- C. Deux ions d'un même élément chimique ont le même numéro atomique
- D. La masse molaire atomique du chlore naturel est égale à la somme des masses de  $^{35}\text{Cl}$  et  $^{37}\text{Cl}$  pondérées par leur abondance isotopique
- E. La masse molaire atomique du chlore naturel est  $\left(\frac{35 + 37}{2}\right)\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

### ■ QCM 2

Le chlore naturel de masse atomique  $35,5\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  est composé de 2 isotopes :  $^{35}\text{Cl}$  et  $^{37}\text{Cl}$ . Quelles sont les abondances naturelles de ces 2 isotopes ?

- A. 50 % de l'un et de l'autre
- B. 75 % de  $^{35}\text{Cl}$  et 25 % de  $^{37}\text{Cl}$
- C. 2/3 de  $^{35}\text{Cl}$  et 1/3 de  $^{37}\text{Cl}$
- D. 25 % de  $^{35}\text{Cl}$  et 75 % de  $^{37}\text{Cl}$
- E. 3/4 de  $^{35}\text{Cl}$  et 1/4 de  $^{37}\text{Cl}$

### ■ QCM 3

Soient les éléments chimiques G1, G2, G3 et G4 considérés dans leur état fondamental :

	G1	G2	G3	G4
Numéro atomique	12	18	20	20
Nombre de masse	24	40	40	42

- A. Les éléments chimiques G2 et G3 sont deux isotopes du même élément chimique
- B. Les éléments chimiques G3 et G4 sont deux isotopes du même élément chimique

- C. Les éléments chimiques G1 et G3 sont situés dans la même colonne de la classification périodique
- D. Les cations bivalents provenant de G3 et de G4 ont le même nombre d'électrons
- E. Les éléments chimiques G2 et G4 ont le même nombre de neutrons

■ QCM 4

À propos des nombres quantiques.

- A. Si 2 électrons occupent la même orbitale atomique, les nombres quantiques  $n$ ,  $\ell$ ,  $m_\ell$  et  $m_s$  sont identiques
- B. Si  $n = 2$ ,  $m_\ell$  peut être égal à  $-1$
- C. Si  $\ell = 1$ , l'électron se trouve dans une orbitale atomique d
- D. Une orbitale atomique p est toujours définie par un nombre quantique  $\ell = 1$
- E. Si  $\ell = 2$ , la sous-couche correspondante peut recevoir au plus 10 électrons

■ QCM 5

Parmi les triplets de nombres quantiques ( $n$ ,  $\ell$ ,  $m_\ell$ ) suivants, déterminer celui (ceux) qui est (sont) possible(s) :

- A. (1, 1, -2)
- B. (3, 2, -1)
- C. (2, 2, -1)
- D. (3, 0, 0)
- E. (0, 0, 0)

■ QCM 6

Parmi les valeurs suivantes, indiquer la (les) série(s) de 4 nombres quantiques définissant un électron 5d :

- A.  $n = 5$  ;  $\ell = 2$  ;  $m_\ell = -1$  ;  $m_s = +1/2$
- B.  $n = 5$  ;  $\ell = 2$  ;  $m_\ell = -5$  ;  $m_s = +1/2$
- C.  $n = 5$  ;  $\ell = 4$  ;  $m_\ell = 0$  ;  $m_s = +1/2$
- D.  $n = 5$  ;  $\ell = 2$  ;  $m_\ell = 0$  ;  $m_s = +1/2$
- E.  $n = 5$  ;  $\ell = 2$  ;  $m_\ell = 2$  ;  $m_s = +1/2$

■ QCM 7

Parmi les configurations électroniques suivantes, indiquer celle(s) qui correspond(ent) à un (des) élément(s) chimique(s) dans leur état fondamental :

- A.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$
- B.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8$
- C.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
- D.  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$
- E.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

■ QCM 8

Parmi les configurations électroniques suivantes lesquelles décrivent un élément chimique à l'état fondamental.

- A.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$
- B.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
- C.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1$
- D.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$
- E.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

■ QCM 9

La configuration électronique  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$  est :

- A. la configuration électronique de l'ion  $\text{Ga}^{3+}$  ( ${}_{31}\text{Ga}$ ).
- B. la configuration électronique de l'ion  $\text{Zn}^{2+}$  ( ${}_{30}\text{Zn}$ ).
- C. la configuration électronique de l'ion  $\text{Cu}^+$  ( ${}_{29}\text{Cu}$ ).
- D. la configuration électronique d'un élément appartenant à la colonne 10.
- E. la configuration électronique d'un élément appartenant à la 3<sup>e</sup> période.

■ QCM 10

Le cuivre est un élément chimique indispensable à la vie et le corps humain stocke Cu sous différentes formes dans le foie, les muscles et les os.

- A. La configuration électronique du cuivre ( $Z = 29$ ) dans son état fondamental est  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$
- B. La configuration électronique du cuivre dans son état fondamental est  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$
- C. La configuration électronique de l'ion  $\text{Cu}^+$  est  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^1$
- D. La configuration électronique de l'ion  $\text{Cu}^+$  est  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$
- E. La configuration électronique de l'ion  $\text{Cu}^{2+}$  est  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^1$



■ QCM 11

Soit la liste de configurations électroniques correspondant chacune à un élément chimique de la classification périodique à l'état fondamental :

Élément 1 :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

Élément 2 :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$

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

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

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

- A. L'élément 1 est un élément chimique de la colonne 1
- B. Les éléments 2, 3, 4 et 5 sont des éléments du bloc d
- C. Trois de ces éléments chimiques sont situées dans le bloc p
- D. Tous ces éléments chimiques sont situés sur la 4<sup>e</sup> période de la classification périodique
- E. L'élément 3 est situé dans la colonne 3

■ QCM 12

À propos de la classification périodique.

- A. Dans la classification périodique des éléments, une colonne contient les éléments ayant le même nombre d'électrons sur la couche externe
- B. Dans la classification périodique des éléments, une période contient les éléments ayant le même nombre d'électrons sur la couche externe
- C. Les alcalins ont leur sous-couche ns complète
- D. Les alcalino-terreux ont leur sous-couche ns incomplète
- E. Les halogènes sont des métaux

■ QCM 13

Les éléments chimiques suivants, considérés dans leur état fondamental, ont pour configuration électronique :

Élément chimique n° 1 :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

Élément chimique n° 2 :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

Élément chimique n° 3 :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$

Élément chimique n° 4 :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

- A. Les éléments chimiques n° 1 et n° 4 appartiennent à la famille des alcalins
- B. L'énergie de 1<sup>re</sup> ionisation de l'élément chimique n° 1 est inférieure à celle de l'élément chimique n° 2
- C. Un de ces quatre éléments chimiques appartient à la famille des halogènes