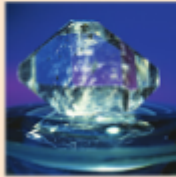


## S'auto-évaluer

## SAVOIR

### QCM

Pour chaque question, indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s).

| ÉNONCÉ                                                                                                                                                                                                                                                 | A                                                                 | B                                                                 | C                                         | Si échec<br>revoir |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|
| 1. La couche électronique L comporte au maximum :                                                                                                                                                                                                      | 2 électrons                                                       | 8 électrons                                                       | 18 électrons                              | §1, p. 72          |
| 2. Un atome de carbone, que l'on trouve, par exemple, dans les cristaux de diamant, possède 6 électrons : sa formule électronique dans son état fondamental est :<br> | $K^2 M^4$                                                         | $K^1 L^5$                                                         | $K^2 L^4$                                 | §1, p. 72          |
| 3. Pour obtenir la structure électronique d'un gaz noble, un atome M de formule électronique $K^2 L^2$ peut :                                                                                                                                          | perdre 2 électrons                                                | gagner 2 électrons                                                | devenir un cation $M^{2+}$                | §2, p. 72          |
| 4. Pour obtenir la structure électronique d'un gaz noble, un atome M de formule électronique $K^2 L^6 M^3$ peut :                                                                                                                                      | devenir 1 cation $M^+$                                            | devenir 1 anion $M^-$                                             | gagner 1 électron                         | §2, p. 72          |
| 5. Dans la Classification actuelle, les éléments sont rangés par :                                                                                                                                                                                     | numéro atomique croissant                                         | masse atomique croissante                                         | nombre de protons de leur noyau croissant | §3, p. 73          |
| 6. Les atomes de formule électronique $K^2 L^5$ et $K^2 L^6 M^2$ appartiennent à la même :                                                                                                                                                             | période de la Classification                                      | colonne de la Classification                                      | ligne de la Classification                | §3, p. 73          |
| 7. Les atomes de formule électronique $K^2 L^5$ et $K^2 L^6 M^2$ appartiennent à la même :                                                                                                                                                             | période de la Classification                                      | colonne de la Classification                                      | ligne de la Classification                | §3, p. 73          |
| 8. Les atomes des éléments d'une même famille chimique ont tous :                                                                                                                                                                                      | le même nombre d'électrons                                        | le même nombre d'électrons externes                               | des propriétés chimiques voisines         | §3, p. 73          |
| 9. Les gaz nobles :                                                                                                                                                                                                                                    | possèdent tous 1 octet d'électrons                                | appartiennent à la 18 <sup>e</sup> colonne de la Classification   | sont quasi inertes chimiquement           | §3, p. 73          |
| 10. Tous les atomes de la 1 <sup>re</sup> colonne de la Classification :                                                                                                                                                                               | donnent des ions de formule $M^+$                                 | donnent des ions de formule $M^-$                                 | sont inertes chimiquement                 | §4, p. 75          |
| 11. Un atome qui donne un ion $M^{3+}$ :                                                                                                                                                                                                               | peut appartenir à la 13 <sup>e</sup> colonne de la Classification | peut appartenir à la 15 <sup>e</sup> colonne de la Classification | est un gaz noble                          | §4, p. 75          |

Réponses, p. 324

# SAVOIR Analyser, résoudre et rédiger

## Compétences mises en œuvre

- Utiliser la Classification pour retrouver la charge d'ions monoatomiques.
- Localiser une famille chimique dans la Classification.
- Utiliser les propriétés des éléments d'une famille chimique.

## Les composés ioniques

L'élément aluminium Al appartient à la 13<sup>e</sup> colonne de la Classification. Les éléments chlore et iode appartiennent tous deux à la famille des halogènes.

1. Déterminer la formule d'un composé constitué uniquement d'ions aluminium et d'ions chlorure.
2. En déduire la formule d'un composé constitué uniquement d'ions aluminium et d'ions iode.



Le diiode réagit avec l'aluminium pour former de l'iodure d'aluminium.

## CONSEILS

### Que demande-t-on ?

On doit déterminer la formule d'un édifice constitué d'ions. Il faut donc déterminer la formule de ces ions.

### Quelles sont les données dont on dispose et comment les utiliser ?

- On dispose du numéro de la colonne où se situe l'aluminium et on sait situer la famille des halogènes.
- On peut en déduire le nombre d'électrons externes d'un atome d'aluminium et celui d'un atome de chlore.

### Comment déterminer la formule des ions aluminium et des ions chlorure ?

1. Connaissant le nombre d'électrons externes des atomes, on détermine le nombre d'électrons qu'ils doivent perdre ou gagner pour s'entourer d'un octet d'électrons.

### Comment déterminer la formule d'un composé formé d'ions aluminium et chlorure ?

On recherche une association électriquement neutre de type  $Al_nCl_p$  :  $(+3) \times n + (-1) \times p = 0$  et on essaie  $n = 1$ .

### Comment déterminer la formule du composé constitué d'ions aluminium et d'ions iode ?

2. On utilise la similitude des propriétés des éléments appartenant à une même famille chimique, celle des halogènes pour le chlore et l'iode.

## Solution rédigée

1. L'aluminium appartient à la colonne 13 : un atome d'aluminium possède donc 3 électrons externes. Il doit perdre 3 électrons pour s'entourer d'un octet électronique et donner l'ion  $Al^{3+}$ .

Le chlore est un halogène : il appartient à la colonne 17. Un atome de chlore possède donc 7 électrons externes. Il doit gagner 1 électron pour s'entourer d'un octet électronique et donner l'ion  $Cl^-$ .

Un composé constitué d'ions est électriquement neutre. La charge  $+3e$  d'un ion aluminium est compensée par la charge  $-3e$  de 3 ions chlorure ; la formule d'un édifice constitué d'ions  $Al^{3+}$  et  $Cl^-$  s'en déduit :



2. L'iode appartient à la même famille que le chlore. Il conduit donc à des ions et des composés de formules similaires ; soit, avec l'aluminium :



## Application immédiate n° 1

Les éléments sodium Na et potassium K appartiennent à la famille des alcalins. L'élément oxygène O appartient à la 16<sup>e</sup> colonne de la Classification.

1. Déterminer la formule d'un composé constitué uniquement d'ions sodium et d'ions oxygène.
2. En déduire la formule d'un composé constitué uniquement d'ions potassium et d'ions oxygène.

## Analyser, résoudre et rédiger SAVOIR

### Compétences mises en œuvre

- Identifier la couche externe des électrons d'un atome et dénombrer ses électrons.
- Appliquer la règle de l'octet pour trouver la charge d'un ion monoatomique.

### Déterminer la charge d'un ion

L'élément magnésium Mg a pour numéro atomique  $Z = 12$ .

1. Donner la formule électronique d'un atome de magnésium dans son état fondamental.
2. Quel est le nombre d'électrons externes de cet atome ?
3. À quelle période et à quelle colonne de la Classification appartient l'élément magnésium ?
4. Déterminer la charge et la formule électronique (dans son état fondamental) de l'ion monoatomique que donne cet atome.



La sellaïta est un minéral rare qui contient le cation cherché et des ions fluorure.

### CONSEILS

1. On utilise le numéro atomique de l'élément pour déterminer le nombre d'électrons de l'atome.
2. Les électrons externes appartiennent à la dernière couche occupée : la couche  $M$ .
3. Pour situer l'élément magnésium :
  - la couche électronique externe permet de déterminer la période ;
  - le nombre d'électrons externes permet de déterminer la colonne.
4. On utilise la règle de l'octet, ou la place de l'élément dans la Classification, pour déterminer combien d'électrons l'atome doit gagner ou perdre.

### Solution rédigée

1. Un atome de magnésium est électriquement neutre et possède 12 électrons. Sa formule électronique dans son état fondamental s'en déduit :



2. La couche  $M$  est la dernière couche occupée : l'atome de magnésium possède 2 électrons externes.
3. L'élément magnésium appartient :
  - à la 3<sup>e</sup> période, car sa couche électronique externe est la couche  $M$  ;
  - à la 2<sup>e</sup> colonne, car cette couche externe est occupée par 2 électrons.
4. Afin d'obtenir un octet d'électrons, l'atome considéré perd 2 électrons pour donner le cation  $Mg^{2+}$  porteur de 2 charges élémentaires. La formule électronique de cet ion s'écrit :



### Application immédiate n° 2

L'élément phosphore P a pour numéro atomique  $Z = 15$ .

1. Donner la formule électronique d'un atome de phosphore dans son état fondamental.
2. Quel est le nombre d'électrons externes de cet atome ?
3. À quelle période et à quelle colonne de la Classification appartient l'élément phosphore ?
4. Déterminer la charge et la formule électronique (dans son état fondamental) de l'ion monoatomique que donne cet atome.

Voir correction, p. 325

## Pour commencer

### Comment se répartissent les électrons ?

#### 1 Établir la formule électronique d'atomes

On donne le numéro atomique des atomes suivants :

- a. carbone C ( $Z = 6$ ) ; b. néon Ne ( $Z = 10$ ) ;  
c. chlore Cl ( $Z = 17$ ).

1. Quel est leur nombre d'électrons ?
2. Établir leur formule électronique dans leur état fondamental.
3. Déterminer leur nombre d'électrons externes.

#### 2 Établir la formule électronique d'ions

On donne le numéro atomique des ions suivants :

- a. lithium  $\text{Li}^+$  ( $Z = 3$ ) ; b. fluorure  $\text{F}^-$  ( $Z = 9$ ) ;  
c. sulfure  $\text{S}^{2-}$  ( $Z = 16$ ).

1. Quel est leur nombre d'électrons ?
2. Établir la formule électronique de ces ions dans leur état fondamental.
3. Déterminer leur nombre d'électrons externes.

### Quelles sont les structures électroniques les plus stables ?

#### 3 Vérifier la stabilité des atomes et des ions

On donne les formules électroniques de quelques atomes et ions dans leur état fondamental :

- He :  $K^2$  ; Li :  $K^2 L^1$  ; Be :  $K^2 L^2$  ; Be $^{2+}$  :  $K^2$  ;  
N :  $K^2 L^3$  ; N $^{3-}$  :  $K^2 L^7$  ; N $^{3-}$  :  $K^2 L^8$  ; Ne :  $K^2 L^8$ .

Identifier les structures électroniques les plus stables.

#### 4 Déterminer la charge d'un anion

Un cristal de fluorine contient des ions fluorure.

1. Déterminer, dans leur état fondamental, la formule électronique des atomes de :

- a. fluor F ( $Z = 9$ ) ;  
b. soufre S ( $Z = 16$ ) ;  
c. argon Ar ( $Z = 18$ ).

2. En déduire leur nombre d'électrons externes et les ions stables qu'ils peuvent donner.



#### 5 Déterminer la charge d'un cation

1. Déterminer, dans leur état fondamental, la formule électronique des atomes de :

- a. béryllium Be ( $Z = 4$ ) ;

- b. néon Ne ( $Z = 10$ ) ;  
c. sodium Na ( $Z = 11$ ).

2. En déduire leur nombre d'électrons externes et les ions stables qu'ils peuvent donner.

### Quelle est la structure de la Classification ?

#### 6 Classer des éléments

On donne ci-dessous la formule électronique de certains atomes dans leur état fondamental :

- a.  $K^1$  ; b.  $K^2 L^3$  ; c.  $K^2 L^5$  ; d.  $K^2 L^6$  ; e.  $K^2 L^8 M^1$  ;  
f.  $K^2 L^8 M^2$  ; g.  $K^2 L^8 M^5$  ; h.  $K^2 L^8 M^6$ .

Quels sont ceux qui appartiennent :

- a. à la même période ?  
b. à la même colonne ?

#### 7 Étudier un élément et ses proches voisins

Un atome dans son état fondamental a pour formule électronique  $K^2 L^3$ .

À l'état naturel, cet élément se trouve dans le borax.

1. À quelle période appartient-il ?
2. Donner la formule électronique d'un atome de l'élément situé juste avant lui dans cette période.
3. À quelle colonne appartient-il ?
4. Donner la formule électronique d'un atome de l'élément situé dans la même colonne juste en dessous de lui.



#### 8 Reconnaître des familles chimiques

On donne ci-dessous la formule électronique de certains atomes dans leur état fondamental :

- a.  $K^1$  ; b.  $K^2 L^1$  ; c.  $K^2 L^7$  ; d.  $K^2 L^8$  ; e.  $K^2 L^8 M^1$  ;  
f.  $K^2 L^8 M^2$  ; g.  $K^2 L^8 M^3$  ; h.  $K^2 L^8 M^6$ .

1. Parmi les éléments correspondant à ces atomes, quels sont ceux qui appartiennent à une même famille ?
2. Quels sont ceux qui appartiennent à la famille des gaz nobles ? Où se situe-t-elle dans la Classification ?

#### 9 Exploiter les propriétés d'une famille

Le brome et l'iode appartiennent à la même famille située à la 17<sup>e</sup> colonne de la Classification.

1. Comment s'appelle cette famille ?
2. Quel est le nombre d'électrons externes des atomes de cette famille ?
3. Le brome forme avec le phosphore un composé de formule  $\text{PBr}_3$ . Quelle est la formule du composé que l'iode forme avec le phosphore ?

## Comment utiliser la Classification ?

### 10 Déterminer la charge de l'ion sélénium

L'élément sélénium Se appartient à la 16<sup>e</sup> colonne de la Classification.

À très faible dose, il joue un rôle bénéfique dans le fonctionnement du système immunitaire humain, mais il devient très rapidement toxique à des doses plus importantes. L'apport naturel en sélénium dépend de sa teneur dans les sols et varie selon les zones géographiques.

- Déterminer le nombre d'électrons externes d'un atome de sélénium dans son état fondamental.
- Donner la formule de l'ion monoatomique stable qu'il peut former.

### 11 Déterminer la charge de l'ion baryum

- Quel est le nombre d'électrons externes d'un atome de baryum Ba, élément que l'on peut trouver dans un cristal de withérite, sachant qu'il appartient à la 2<sup>e</sup> colonne ?

- Quel ion monoatomique stable peut-il former ? Donner sa formule.



## Pour s'entraîner

### 12 À chacun son rythme

Cet exercice est proposé à deux niveaux de difficulté. Dans un premier temps, essayer de résoudre l'exercice de niveau 2. En cas de difficultés, passer au niveau 1.

Un ion  $X^{2+}$  possède 8 électrons sur sa couche externe L dans son état fondamental.

#### Niveau 2

- Déterminer le numéro atomique de l'élément correspondant.
- Rechercher le nom et le symbole de cet élément dans la Classification.

#### Niveau 1

- Quelles couches électroniques comportent cet ion ?
  - Écrire sa formule électronique.
  - En déduire la formule électronique de l'atome X correspondant dans son état fondamental.
  - Déterminer le numéro atomique de l'élément correspondant.
- Rechercher le nom et le symbole de cet élément dans la Classification.

### 13 Proposer un énoncé à partir de son corrigé

Un professeur de Seconde a donné à ses élèves un exercice dont la solution est fournie ci-après. Après avoir lu l'intégralité de la solution, construire l'énoncé correspondant.

#### Solution de l'énoncé à proposer

- La formule électronique de l'atome proposé est  $K^2 L^8 M^1$ .
- Pouvant accueillir 18 électrons, cette couche n'est pas saturée.
- a. L'ion obtenu porte une charge +e. Sa formule électronique est alors  $K^2 L^8$ .  
b. Cette couche, qui peut accueillir au maximum 8 électrons, est donc saturée.

### 14 La Classification selon MENDELEEV

En 1869, MENDELEEV présente sa Classification :

- « I. Les éléments disposés d'après la grandeur de leur poids atomique présentent une périodicité des propriétés.  
II. Les éléments qui se ressemblent par leurs fonctions chimiques présentent des poids atomiques [...] croissant uniformément (K, Rb, Cs). [...] V. La grandeur poids atomique détermine le caractère de l'élément.  
VI. Il faut attendre la découverte de plusieurs corps simples encore inconnus, ressemblant, par exemple, à Al et Si et ayant un poids atomique entre 65 et 75. »



Lire le texte et répondre aux questions suivantes :

- Le mot « poids » est-il bien adapté ? Par quel terme peut-on le remplacer ?
- Quel est le critère actuel de classement ?
- a. Rechercher la position des éléments potassium K, rubidium Rb et césium Cs dans la Classification.  
b. Pourquoi « se ressemblent-ils » ?  
c. Quels ions monoatomiques stables donnent-ils ?
- MENDELEEV prédit l'existence d'un élément situé en dessous de l'aluminium, l'ekaaluminium. Il prévoit aussi la densité, une température de fusion peu élevée pour ce métal ainsi que la formule de l'oxyde et du chlorure correspondants.  
a. Rechercher la position de l'aluminium et de l'ekaaluminium dans la Classification.  
b. Quel est le nom actuel de l'ekaaluminium ?  
c. Rechercher l'auteur et l'année de la découverte de cet élément ainsi que l'origine de son nom actuel.  
d. Déterminer la charge des ions stables que peuvent donner les atomes de ces deux éléments.  
e. Les oxydes de ces deux éléments sont des solides ioniques constitués d'un de ces ions et de l'ion oxyde  $O^{2-}$ . Établir la formule de ces oxydes.

# Exercices

## 15 L'élément silicium



Les laves émises lors des éruptions volcaniques ont des compositions variées. La viscosité d'une lave dépend de sa teneur en silice, dont l'un des constituants est le silicium. Si la teneur en silice de la lave est importante, elle est très visqueuse, sinon la lave est fluide.

Le silicium a pour numéro atomique  $Z = 14$ .

- Établir la formule électronique d'un atome de silicium dans son état fondamental.
- En déduire la période et la colonne de la Classification auxquelles cet élément appartient.

## 16 Tableau périodique

Les trois premières périodes de la Classification sont représentées dans le tableau simplifié ci-dessous (les numéros des colonnes de la Classification y sont rappelés) :

| 1  | 2  | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H  |    |    |    |    |    |    | He |
|    | Be | B  | C  |    | O  | F  |    |
| Na | Mg | Al | Si | P  |    |    |    |

- Pourquoi la 1<sup>re</sup> ligne de la Classification ne comporte-t-elle que deux éléments ?
- Compléter la 2<sup>e</sup> période, sachant que :
  - le lithium, de symbole Li, donne le cation  $\text{Li}^+$  ;
  - l'azote, de symbole N, appartient à la même famille que le phosphore P ;
  - les atomes de néon ont une structure électronique externe en octet.
- Dans la 3<sup>e</sup> période, le soufre, de symbole S, a des propriétés chimiques analogues à l'oxygène O ; le chlore, de symbole Cl, donne facilement l'anion  $\text{Cl}^-$  et l'argon, de symbole Ar, est un gaz noble.

Compléter la 3<sup>e</sup> ligne du tableau.

## 17 Report of the law of octaves

In 1866, John A. R. NEWLANDS claimed the discovery of a law according to which the elements analogous in their properties exhibit *peculiar* relationships, similar to those subsisting in music between a note and its octave. Starting from the atomic weights on CANNIZZARRO's system, he arranged the known elements in order of succession. This arrangement of the fifty-six elements was said to form the *compass* of eight octaves, and NEWLANDS found that chlorine, bromine, iodine, and fluorine were thus

brought into the same line, or occupied corresponding places in his *scale*. Nitrogen and phosphorus, oxygen and sulphur... were also considered as forming true octaves (are separated by six elements).

- NEWLANDS has arranged the elements according to their atomic weight. What are the current criteria for Classification ?
- How many chemical elements were discovered in 1866 ?
- Find the position of the elements chlorine, bromine, iodine and fluorine in the Classification. Why do they belong to the same group ?
- Argon is the first noble gas that has been discovered in 1894. The noble gases are not yet discovered in 1866. Find the position of the elements oxygen, sulphur, nitrogen and phosphorus and explain why oxygen and sulphur, then nitrogen and phosphorus, are forming an octave.

Vocabulaire : *peculiar* : particulière ; *compass* : étendue ; *brought* : placé ; *scale* : ordre.

## 18 Proposer un énoncé et son corrigé

- Proposer un exercice dont l'énoncé doit porter sur deux des éléments suivants : magnésium, chlore ou brome. Cet énoncé doit nécessairement contenir les termes suivants : « position », « Classification », « ions », « formule », « solide ionique ».
- Rédiger son corrigé.
- Proposer à un(e) camarade de tester l'énoncé et comparer les corrigés.

## 19 Retour sur l'ouverture du chapitre

L'abondance en masse des principaux éléments chimiques constituant la Terre est donnée ci-dessous.



- Rechercher :
  - la place de ces éléments dans la Classification ;
  - les noms de ces éléments ainsi que l'origine de ces noms ;
  - la date et l'auteur de leur découverte.
- Un diagramme circulaire est un disque partagé en secteurs dont les angles au centre sont proportionnels aux valeurs étudiées. Représenter les pourcentages massiques de ces différents éléments par un diagramme circulaire à l'aide d'un tableau.
- Sous quelle forme trouve-t-on principalement les éléments oxygène, silicium et aluminium sur Terre ?

| Élément       | O    | Si   | Al  | Fe  | Ca  | Na  | K   | Mg  | autres |
|---------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| Teneur (en %) | 46,6 | 27,7 | 8,1 | 5,0 | 3,6 | 2,8 | 2,6 | 2,1 | 1,5    |

