

1 Les gaz nobles et la règle de l'octet

L'observation des propriétés singulières des gaz dits « nobles » permet de tirer des conclusions importantes sur la formation des ions.

1.1 Documents 1 à 4

Doc. 1 | Les gaz nobles

À l'état naturel, il existe six gaz appelés gaz « nobles ». Ce sont l'hélium (He), le néon (Ne), l'argon (Ar), le krypton (Kr), le xénon (Xe) et le radon (Rn).

Ces gaz ont la caractéristique d'être très peu réactifs avec les autres atomes : on dit qu'ils sont « stables ». On les a longtemps appelés « gaz inertes », jusqu'à ce qu'on découvre qu'il existe des composés du xénon et du krypton.

Les gaz nobles représentent en volume un peu moins d'un pour cent de notre atmosphère, et c'est pour cette raison qu'on les qualifie parfois de « gaz rares ». Mais pour l'argon, qui à lui seul approche ce pourcentage, cette appellation n'est pas réellement appropriée.

Doc. 3 | Exemples d'utilisation des gaz nobles

Gaz	Utilisation
Hélium	À l'état liquide, pour refroidir les aimants supraconducteurs utilisés par exemple en IRM.
Néon	Présent dans les tubes luminescents et les enseignes lumineuses.
Radon	Il sert de traceur pour les géologues qui le suivent dans les cours d'eau.
Argon, krypton, xénon	Isolants sonores et thermiques enchâssés dans les vitrages à isolation renforcée.



◀ Le néon est souvent présent dans les enseignes lumineuses.

Doc. 2 | Ballon-sonde utilisé par les météorologues



Doc. 4 | La règle de l'octet

Dans la nature, pour gagner en stabilité, beaucoup d'atomes forment des ions. L'atome d'oxygène (${}_8\text{O}$) forme l'ion O^{2-} et l'atome de sodium (${}_{11}\text{Na}$) forme l'ion sodium Na^+ . L'atome de chlore (${}_{17}\text{Cl}$) forme l'ion chlorure Cl^- et l'atome de calcium (${}_{20}\text{Ca}$), l'ion calcium Ca^{2+} .

La règle de l'octet, proposée en 1904 par le physicien américain Gilbert Lewis (1875-1946), permet de justifier le fait que certains ions se forment et d'autres non. Un octet est constitué de huit électrons.

1.2 Questions

- Citer les différents noms sous lesquels on rencontre la famille de gaz citée dans le document.
 - Quels sont ceux qui ne conviennent pas ? Pourquoi ?
 - Quelle est la propriété chimique qui caractérise ces gaz ?
 - Citer une autre utilisation bien connue de l'hélium.

- Donner la structure électronique des atomes de néon (${}_{10}\text{Ne}$) et d'argon (${}_{18}\text{Ar}$), c'est-à-dire la répartition des électrons dans les différentes couches électroniques.

- Combien d'électrons possèdent-ils sur leur couche externe ?
- Comparer la structure électronique des ions O^{2-} , Na^+ , Cl^- et Ca^{2+} à celle des atomes de néon ou d'argon. Que peut-on constater ?

- Proposer un énoncé possible de la règle de l'octet.

2 Structure électronique et stabilité (rappels et compléments)

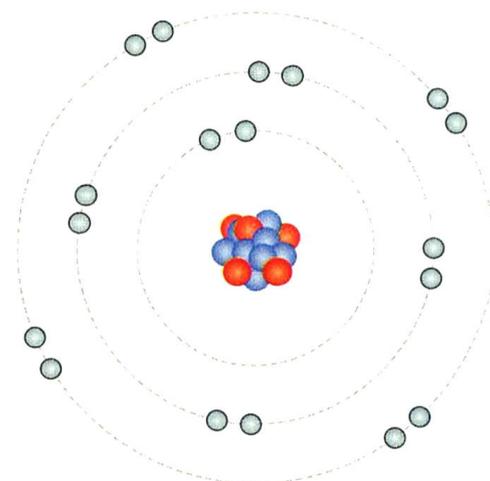
Pourquoi certains éléments chimiques, appelés gaz nobles, sont-ils peu réactifs ? Le document suivant propose quelques rappels et des compléments sur la structure électronique et la stabilité, afin de vous aider à progresser dans la compréhension de ces notions.

2.1 Document 5

Les électrons sont les particules qui intéressent le plus les chimistes. En effet, ce sont eux qui permettent aux éléments de se combiner et de s'assembler. Les électrons se répartissent autour du noyau, sur des couches en suivant une organisation particulière appelée structure électronique. Nommées par ordre alphabétique en partant de K, ces couches ne comportent qu'un nombre limité d'électrons : 2 électrons pour K, 8 pour L, 18 pour M...

La structure électronique d'un atome ou d'un ion simple se note alors $(K)^a(L)^b(M)^c\dots$, où a , b et c sont les nombres d'électrons des couches K, L et M. Si on connaît le nombre d'électrons d'un atome ou d'un ion monoatomique, il suffit de remplir les couches une par une (lorsqu'une est pleine, on passe à la suivante) pour obtenir leur répartition. Cette règle simple permet de trouver les structures électroniques à coup sûr lorsqu'il y a **moins de 18 électrons**. Pour comprendre le comportement d'un élément, le plus important est de savoir combien d'électrons gravitent sur sa dernière couche car toutes les propriétés chimiques de l'élément en découlent.

En 1916, Gilbert LEWIS (1875-1946) indique que les atomes tendent, en perdant ou en gagnant des électrons, à saturer leur dernière couche à 2 ou 8 électrons, et gagnent en stabilité.



Répartition des électrons de l'atome d'argon

2.2 Questions

1. Donner la structure électronique des atomes d'hélium He ($Z = 2$) et d'argon Ar.
2. Dénombrer les électrons présents sur la dernière couche de ces atomes.
3. L'oligothérapie permet de traiter des pathologies en utilisant des oligoéléments, espèces ioniques stables. Ainsi l'ion lithium Li^+ ($Z = 3$) est prescrit pour des troubles du sommeil alors que l'ion sulfure S^{2-} ($Z = 16$) est réputé pour soigner les infections respiratoires.

Après avoir dénombré les électrons présents dans chacun de ces ions, établir leur structure électronique.

4. Les comparer à celles des atomes d'hélium et d'argon.

5. Expliquer alors la dernière phrase du **Doc. 5** Cette affirmation est connue sous le nom de règles du « duet » et de l'octet. Justifier.

6. Pourquoi les gaz nobles sont-ils chimiquement peu réactifs ?

Correction des exercices

8.9 N° 14 p. 161 – Couche externe

- a. Hydrogène H : (K)¹ ;
Lithium Li : (K)²(L)¹ ;
Sodium Na : (K)²(L)⁸(M)¹.
- b. Hydrogène H : 1 électron externe ;
Lithium Li : 1 électron externe ;
Sodium Na : 1 électron externe.
- Comme ils ont tous les trois le même nombre d'électron externe, ou électrons de valence, ils se comportent de façon semblable quant à leur réactivité chimique, et on les classe dans la même *famille*.

8.10 N° 15 p. 161 – Comparer des couches

- a. ¹⁹F : 9 protons, 19 – 9 = 10 neutrons, 9 électrons.
Soyez sûr de bien lire la question : cette fois on veut la composition de l'atome, et pas seulement celle du noyau. Et comme l'atome doit être neutre, il faut compter autant d'électrons que de protons.
³⁵Cl : 17 protons, 35 – 17 = 18 neutrons, 17 électrons.
- b. Pour la structure électronique, on remplit les couches dans l'ordre, jusqu'à leur nombre maximum d'électrons.
Fluor F : (K)²(L)⁷ ;
Chlore Cl : (K)²(L)⁸(M)⁷.
- c. Les deux atomes ont le même nombre d'électrons sur leur couche externe (7). Ils se comportent de façon semblable quant à leur réactivité chimique, et on les classe dans la même famille.

8.11 N° 17 p. 161 – Structure électronique

- a. ²³Na.
- b. L'atome de sodium est donc formé d'un noyau de $Z = 11$ protons et de $A - Z = 23 - 11 = 12$ neutrons, et d'un cortège électronique de 11 électrons.
- c. Sodium Na : (K)²(L)⁸(M)¹. Un seul électron sur sa couche externe.

8.12 N° 25 p. 163 – L'or

- a. Le noyau d'un atome est chargé positivement, en raison des Z protons qu'il contient. Sa charge est $Q = +Z \cdot e$ où $+e$ est la valeur de la charge élémentaire, indiquée dans les données. Par conséquent, le nombre de protons Z est donc :

$$Q = +Z \cdot e \Leftrightarrow Z = \frac{Q}{e}$$

Application numérique :

$$Z = \frac{1,26 \times 10^{-17}}{1,6 \times 10^{-19}} = 78,75$$

On arrondi ce résultats à 79, car le résultat ne peut être qu'un nombre entier : 79 protons dans le noyau de l'atome d'or.

- b. Symbole de la forme ${}^A_Z\text{X}$ donc ${}^{197}_{79}\text{Au}$.
- c. Puisque les données ne fournissent que la masse d'un nucléon $m_n = 1,7 \times 10^{-27}$ kg, ceci indique qu'il faut calculer une masse approchée :

$$m_{\text{Au}} \simeq A \cdot m_n$$

Application numérique :

$$m_{\text{Au}} \simeq 197 \times 1,7 \times 10^{-27} = 3,3 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

- d. Le nombre N d'atomes dans le lingot est égal à la masse m' du lingot, divisée par la masse m_{Au} d'un atome d'or :

$$N = \frac{m'}{m_{\text{Au}}}$$

Application numérique :

$$N = \frac{1,0}{3,3 \times 10^{-25}} = 3,0 \times 10^{24} \text{ atomes d'or}$$

Ce nombre est tout-à-fait considérable.

Exercices pour la prochaine séance

9.1 N° 3 p. 176 – Symboles

9.2 N° 7 p. 176 – Qui perd gagne

9.3 N° 8 p. 176 – Sodium et oxyde

9.4 N° 13 p. 177 – Formule d'un ion

Jeudi 10 janvier : travaux pratiques de chimie, apporter la blouse !

Lundi 14 janvier : devoir surveillé, chapitres 7, 8 et 9.