

Approfondissement

Cortège électronique et tableau périodique

Pour aller plus loin : au-delà de $Z = 18$, périodicité des propriétés, histoire de la classification

5 exercices · niveau ●●● · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce que l'on travaille dans cette feuille

- Utiliser la configuration électronique pour justifier la structure du tableau périodique et prévoir des propriétés.
- Exploiter des données historiques et expérimentales (tableaux, graphiques) ; mener un raisonnement en plusieurs étapes. Les exercices « hors programme » fournissent toutes les règles utiles.

Exercice 1 Au-delà de $Z = 18$ (hors programme — pour aller plus loin)

●●●

À partir de $Z = 19$, les sous-couches se remplissent dans l'ordre : 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p. Une sous-couche d contient au plus 10 électrons. Les éléments dont la dernière sous-couche en cours de remplissage est une sous-couche d forment le bloc d, qui occupe les colonnes 3 à 12.

■ **DONNÉES** Numéros atomiques : K (19) ; Ca (20) ; Ga (31) ; Br (35) ; Kr (36)

- 1.1 Écrire la configuration électronique des atomes de potassium K et de calcium Ca. Quelle est leur couche externe ? Justifier que le potassium est un alcalin.
- 1.2 Justifier que la 4^e période compte 18 éléments, alors que les deux précédentes n'en comptent que 8.
- 1.3 Écrire la configuration électronique de l'atome de gallium Ga. Combien d'électrons possède sa couche externe ($n = 4$) ? Retrouver ainsi la colonne du gallium.
- 1.4 Montrer de même que le brome Br est un halogène et que le krypton Kr est un gaz noble.

Exercice 2 Des propriétés qui évoluent dans une famille

●●●

La figure 1 donne la température de fusion θ_{fus} des métaux alcalins, du lithium au césium ; le tableau ci-dessous donne les températures de fusion et d'ébullition des corps simples des halogènes ($^{\circ}\text{C}$).

Corps simple	F ₂	Cl ₂	Br ₂	I ₂
$\theta_{\text{fus}} (^{\circ}\text{C})$	-220	-101	-7	114
$\theta_{\text{éb}} (^{\circ}\text{C})$	-188	-34	59	184

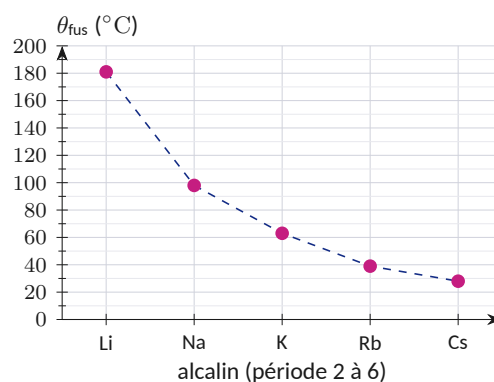


Figure 1 — Température de fusion des alcalins

- 2.1 Comment la température de fusion des alcalins évolue-t-elle quand on descend dans la colonne 1 ? Lire sur la figure 1 la température de fusion du sodium.
- 2.2 Lesquels de ces métaux sont liquides à 50°C ? Justifier.

- 2.3** Déterminer l'état physique de chaque dihalogène à 20 °C. Vérifier la cohérence avec l'aspect du dibrome (liquide rouge-brun) et du diiode (cristaux gris-violet).
- 2.4** L'astate At, situé sous l'iode, est un élément radioactif très rare. Prévoir, en justifiant, l'état physique de son corps simple à 20 °C.

Exercice 3 Masse atomique ou numéro atomique ?



Mendeleïev rangeait les éléments par masse atomique croissante. Il dut pourtant inverser l'ordre de certains éléments pour respecter les familles : ainsi, le tellure Te (masse atomique relative 127,6) est placé avant l'iode I (126,9). En 1913, l'Anglais Henry Moseley montre que le bon critère de classement est le numéro atomique Z .

■ **DONNÉES** Numéros atomiques : Ar (18) ; K (19) ; Te (52) ; I (53)

- 3.1** L'iode forme avec le sodium un solide de formule NaI, semblable au chlorure de sodium NaCl. Pourquoi Mendeleïev a-t-il placé l'iode sous le chlore et le brome, plutôt que le tellure ?
- 3.2** L'argon (masse atomique relative 39,95) est plus lourd que le potassium (39,10). Où placerait-on le potassium si l'on classait les éléments par masse croissante ? Pourquoi est-ce contraire à ses propriétés chimiques ?
- 3.3** Les atomes d'argon et de potassium les plus répandus sont $^{40}_{18}\text{Ar}$ et $^{39}_{19}\text{K}$. Donner leur nombre de neutrons. Expliquer pourquoi un atome de numéro atomique plus grand n'est pas forcément plus lourd.

Exercice 4 L'argon, un gaz « paresseux » caché dans l'air



En 1894, Lord Rayleigh mesure la masse volumique du diazote. Celui qu'il prépare par des réactions chimiques a une masse volumique de $1,2505 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, alors que le « diazote » obtenu en retirant de l'air le dioxygène, la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone a une masse volumique de $1,2572 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ (mesures dans les mêmes conditions). Avec William Ramsay, il montre que ce second gaz contient un gaz inconnu, plus dense, qui ne réagit avec aucune espèce chimique : ils le nomment argon, du grec *argos*, « paresseux ». Dans ces conditions, l'argon a une masse volumique de $1,784 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

■ **DONNÉES** Numéros atomiques : Ar (18)

- 4.1** Écrire la configuration électronique de l'atome d'argon. Relier sa couche externe au nom qui lui a été donné.
- 4.2** On note x la fraction du volume du « diazote de l'air » occupée par l'argon ; on admet que sa masse volumique vaut $\rho = (1 - x) \times 1,2505 + x \times 1,784$ (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Montrer que $x \approx 1,3 \%$.
- 4.3** L'air sec contient, en volume, 78,1 % de diazote et 0,93 % d'argon. Calculer le pourcentage d'argon dans le mélange « diazote + argon » et comparer au résultat précédent.
- 4.4** Le tableau de Mendeleïev (1869) ne comportait aucune colonne pour ces gaz. Expliquer pourquoi les chimistes du XIX^e siècle n'avaient pu les découvrir par des réactions chimiques. Après l'argon, Ramsay isole le néon, le krypton et le xénon (1898) : dans quelle colonne les place-t-on ?

Exercice 5 Des ions qui imitent les gaz nobles (avant-goût du chapitre suivant)



Les alcalins donnent des ions Li^+ , Na^+ , K^+ , les halogènes des ions F^- , Cl^- , Br^- .

■ **DONNÉES** Numéros atomiques : He (2) ; Li (3) ; F (9) ; Ne (10) ; Na (11) ; Mg (12) ; Al (13) ; Cl (17) ; Ar (18) ; K (19) ; Br (35) ; Kr (36)

- 5.1** Calculer le nombre d'électrons de chacun de ces six ions et, pour chacun, nommer le gaz noble dont l'atome possède le même nombre d'électrons.
- 5.2** Écrire la configuration électronique de l'ion Na^+ et celle de l'ion Cl^- . Que peut-on dire de leur couche externe ?
- 5.3** Les gaz nobles sont chimiquement très stables. Proposer une explication au fait que les alcalins perdent facilement un électron et que les halogènes en gagnent un.
- 5.4** Le magnésium donne l'ion Mg^{2+} . Vérifier que cet ion suit la même règle. Quelle charge prévoir pour l'ion formé par l'aluminium ?