

## Exercice 1

### Etude de l'or

L'or (symbole chimique Au) est un métal de numéro atomique  $Z = 79$  et de masse atomique  $M = 196,97 \text{ g.mol}^{-1}$ . L'élément or (du latin *aurum*) est connu depuis les anciennes civilisations. A température ambiante, l'or est le métal le plus malléable, d'une couleur jaune très caractéristique.

- 1) Rappeler les principales propriétés des métaux.
- 2) Sachant qu'il n'existe qu'un seul isotope naturel de l'or, donner la composition du noyau de cet atome.
- 3) Etablir la configuration électronique de l'or dans son état fondamental.
- 4) Sur un schéma **clair**, représenter la classification périodique des éléments en précisant clairement le nombre de lignes et de colonnes. On se limitera à représenter une classification ne présentant que les 111 éléments reconnus par l'IUPAC (*international union of pure and applied chemistry*), sachant que l'élément 111 (le roentgenium) se trouve sous l'or.
- 5) Préciser la position de l'or dans la classification périodique.
- 6) Le positionnement de l'hydrogène et de l'hélium dans la classification posent problème. Pour quelles raisons ?
- 7) Sur le schéma précédent, montrer où se trouvent les métaux dans la classification périodique.
- 8) En réalité, la configuration électronique de l'or dans son état fondamental, déterminée expérimentalement, constitue une exception aux règles classiques de remplissage. Quelle peut être sa vraie configuration et pour quelles raisons ? Nommer et expliciter la (les) règle(s) non respectée(s).

L'or est un métal précieux, en raison d'une part de sa rareté et d'autre part de son caractère de métal noble. En effet, l'or ne s'oxyde pas au contact de l'air ou de l'eau et ne réagit pas non plus avec les solutions alcalines ou les acides, à part l'eau régale (du latin *aqua regia* « eau royale »), mélange d'un volume d'acide nitrique et de trois volumes d'acide chlorhydrique.

- 9) Sur l'exemple du magnésium Mg, métal alcalino-terreux, donner l'équation de la réaction qui traduit l'action d'une solution aqueuse acide sur un métal.

Au cours de la réaction de l'eau régale sur l'or, l'acide nitrique  $\text{HNO}_3$  est réduit en dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  (gaz rouge sombre très toxique) et l'or est oxydé en un « complexe », l'ion  $[\text{AuCl}_4]^-$ , association d'ions chlorure (libérés par l'acide chlorhydrique) et d'un ion de l'or.

- 10) Donner le schéma de Lewis de l'acide nitrique et comparer les longueurs des différentes liaisons NO.
- 11) Préciser à l'aide d'un schéma la géométrie autour de l'atome d'azote dans l'acide nitrique. Donner une valeur approchée des angles entre liaisons.
- 12) Donner un schéma de Lewis du dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  produit. Quelle est la particularité du dioxyde d'azote ?

- 13) Quel est l'ion de l'or présent dans le complexe  $[\text{AuCl}_4]^-$  ? Donner sa configuration électronique.
- 14) Ecrire l'équation de la réaction de l'eau régale sur l'or.

## Exercice 2

### Etude du germanium (et des éléments autour...)

#### Données

$$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{nombre d'Avogadro } N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{constante de Planck : } h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$\text{vitesse de la lumière : } c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Le germanium a été découvert en 1886 à Freiberg en Allemagne par le chimiste Clemens Alexander Winkler. Le germanium (symbole Ge) tire bien évidemment son nom de la nationalité de son découvreur. Le germanium pur est un solide métalloïde blanc argenté cassant, utilisé notamment dans les transistors et dans certains verres en raison de sa transparence à l'infrarouge mais dans la demande commerciale en germanium reste faible.

- 1) Qu'est ce qu'un élément métalloïde ?

Le germanium a pour configuration électronique  $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^2$  dans l'état fondamental.

- 2) Déterminer le numéro atomique du germanium. Quels sont ses électrons de valence ?
- 3) Préciser les nombres quantiques associés aux orbitales de valence.
- 4) L'atome de germanium possède-t-il des électrons célibataires ? Justifier.
- 5) Pour la préparation du germanium pur à partir des différents minerais, on synthétise notamment du chlorure de germanium  $\text{GeCl}_4$ . Sachant que le chlore est un atome halogène, donner le schéma de Lewis de  $\text{GeCl}_4$  et préciser la géométrie de ce composé (faire un schéma et préciser la valeur des angles).

Les propriétés du germanium avaient été prédites en 1871 par le chimiste russe Dimitri Mendeleïev. Il avait même laissé une case vide dans sa classification pour cet élément qu'il avait appelé *éka*-silicium pour rappeler que cet élément encore inconnu avait sa place juste sous le silicium.

- 6) Quelle est en conséquence la configuration électronique du silicium ? Déterminer le numéro atomique du silicium.
- 7) Donner le premier élément (numéro atomique le plus faible) de la famille chimique du germanium et du silicium. Cet élément est noté X dans la suite de l'énoncé.

Dans la classification périodique, le gallium Ga est juste à gauche du germanium Ge, alors que l'étain Sn est juste en dessous du germanium. On donne ci-après, dans le désordre, les valeurs des énergies de quatrième ionisation  $EI_4$  de ces trois éléments.

3930 kJ.mol<sup>-1</sup> ; 4410 kJ.mol<sup>-1</sup> ; 6200 kJ.mol<sup>-1</sup>

- 8) Ecrire l'équation de la réaction associée à l'énergie de quatrième ionisation et donner, en une phrase, une définition précise de cette énergie.
- 9) Attribuer à chaque élément (Ga, Ge et Sn) son énergie de quatrième ionisation. Justifier clairement la réponse.
- 10) Convertir la première de ces énergies de quatrième ionisation (3930 kJ.mol<sup>-1</sup>) en eV et donner la longueur d'onde du photon permettant cette ionisation. Dans quel domaine du rayonnement se trouve ce photon ?

Les éléments de la famille du germanium peuvent former *a priori* deux oxydes distincts MO ou MO<sub>2</sub>. A température ambiante, le germanium se couvre en effet lentement d'une fine couche de dioxyde de germanium GeO<sub>2</sub>. Dans les questions suivantes on considère un des oxydes de l'élément X (voir sa définition précédemment), XO<sub>2</sub>.

- 11) Quelle est la nature de la liaison chimique dans l'oxyde XO<sub>2</sub> ? Justifier.
- 12) A l'aide des conventions usuelles de représentation, préciser la structure de cet oxyde XO<sub>2</sub> et sa géométrie.
- 13) Quel est l'état physique de cet oxyde XO<sub>2</sub> dans les conditions normales de température et de pression ?
- 14) Au laboratoire, l'eau distillée un peu « vieille » est légèrement acide. Ecrire les équations des réactions qui permettent d'expliquer cette acidité.