

Corrigé exercice 4

ÉTUDE DU TANTALE

L'atome

1) En comptant les électrons de la configuration électronique fournie de l'atome neutre, on obtient le numéro atomique du tantale : $Z = 73$. Il s'agit du nombre de protons dans le noyau de chaque isotope du tantale.

L'isotope majoritaire du tantale a pour masse molaire $180,947 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Or on sait que la masse molaire d'un isotope de nombre de masse A est égale à $A \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ avec une précision de l'ordre de $\pm 0,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Par conséquent, l'entier A ne peut valoir que 181.

En conclusion :

Le noyau de l'isotope ^{181}Ta est constitué de $A = 181$ nucléons, dont $Z = 73$ protons et $N = A - Z = 108$ neutrons.

2) La configuration électronique du tantale se termine par d^3 . Cet élément est donc dans la 3^{ème} colonne du bloc d . Ce bloc étant précédé des deux colonnes du bloc s , on en déduit :

Le tantale est dans la colonne n°5 du tableau périodique.

3) La masse molaire d'un élément est la moyenne de la masse molaire de ses isotopes, pondérée par l'abondance naturelle :

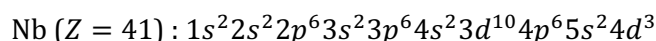
$$M = \frac{0,012 \times 179,947 + 99,988 \times 180,947}{100} \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

On trouve :

$$M(\text{Ta}) = 180,947 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Remarque : L'abondance de l'isotope minoritaire est tellement faible que son influence dans la masse molaire est négligeable, même avec six chiffres significatifs.

4) On écrit la configuration électronique du niobium en appliquant la règle de remplissage de Klechkowski :



On constate que la configuration électronique se termine par $4d^3$, alors que c'était $5d^3$ pour le tantale. **Le niobium est donc situé juste au-dessus du tantale dans le tableau périodique.** Ces éléments ont le même nombre d'électrons de valence dans le même type d'orbitales, d'où leurs propriétés chimiques similaires.

5) Les électrons de valence du tantale sont ceux de la couche la plus élevée $n = 6$, soit les deux électrons de l'OA $6s$, auxquels on ajoute les 3 électrons des OA $5d$, qui font partie d'une sous-couche inférieure incomplète.

Le tantale a 5 électrons de valence ($6s^2 5d^3$).

Les composés du tantale

6) Le tantale est **beaucoup moins électro-négatif** que les éléments O, Br et F, situés bien plus à droite et plus haut que lui dans le tableau périodique. Il est également bien moins électro-négatif que l'hydrogène, dont l'électro-négativité est très proche de celle de C.

Pour conséquent, la liaison entre le tantale et les autres éléments de ces composés doit être de nature

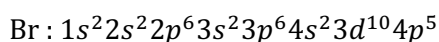
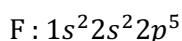
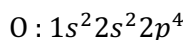
fortement **ionique**. On peut donc postuler que le tantale se trouve sous forme de **cation** dans toutes les espèces proposées.

En revanche, dans le cas de $\text{Ta}(\text{OH})_5$, la liaison entre H et O est de nature covalente (ion HO^-).

7) Pour trouver la charge de ce cation dans chaque espèce, on détermine la charge de l'anion associé et on raisonne par électroneutralité.

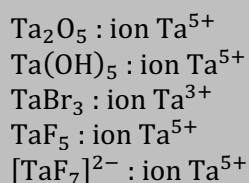
Dans $\text{Ta}(\text{OH})_5$, on reconnaît l'ion polyatomique HO^- (ion **hydroxyde**).

Dans tous les autres cas, l'anion est monoatomique : anion de l'oxygène, du fluor ou du brome. On sait que l'oxygène et le fluor sont situés en deuxième période, colonnes 16 et 17 respectivement, et le brome est, comme le fluor, un halogène, situé deux périodes en-dessous du fluor. D'où les configurations électroniques :



Ces éléments étant beaucoup plus électronégatifs que le tantale, ils tendent à compléter leur couche de valence (et ainsi acquérir la configuration électronique du gaz noble qui les suit) : ainsi, l'oxygène capte **deux** électrons et donne O^{2-} et le fluor et le brome captent **un seul** électron pour donner F^- ou Br^- .

Il reste à trouver le cation du tantale qui assure la neutralité des sels proposés (ou la charge -2 du complexe) :



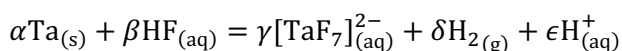
8) On peut dire qu'on obtient facilement l'**ion Ta^{5+}** , ce qui correspond à un atome de tantale qui aurait perdu ses 5 électrons de valence.

Le métal et sa réactivité.

9) Les métaux simples sont des corps qui possèdent *en général* les propriétés suivantes :

- ils sont solides (sauf le mercure), opaques et réfléchissants ;
- ils sont malléables (facilement déformables) et ductiles (étirables en fils) ;
- ils sont bons conducteurs de l'électricité ;
- ils sont bons conducteurs thermiques ;
- ce sont de bons réducteurs (sauf métaux nobles).

10) On écrit les réactifs ($\text{Ta}_{(s)}$ et $\text{HF}_{(aq)}$) à gauche de l'équation et les produits à droite ($[\text{TaF}_7]_{(aq)}^{2-}$ et $\text{H}_{2(g)}$). Cependant, comme on sait qu'une réaction conserve la charge, il y a nécessairement des cations parmi les produits, puisque les réactifs sont neutres. Il ne peut s'agir que de cations $\text{H}_{(aq)}^+$, puisque HF est nommé « acide fluorhydrique », ce qui signifie qu'il peut se dissocier dans l'eau et libérer des ions $\text{H}_{(aq)}^+$. L'équation cherchée est donc de la forme :



Si on pose $\alpha = 1$, on trouve $\gamma = 1$ par conservation de l'élément Ta, dont on déduit $\beta = 7$ par conservation de l'élément F. Par conservation de la charge, on trouve $\epsilon = 2$, et enfin, par conservation de l'élément H, on déduit : $\delta = \frac{5}{2}$.

