

CB du 11/06 : Chimie (durée 1 heure)

Solution de l'exercice 1 : Autour de la chimie du titane

Q.1 Soit $Z(\text{Ti}) = 22$ dans l'état fondamental on a alors : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$

Les électrons de valence sont : $4s^2 3d^2$

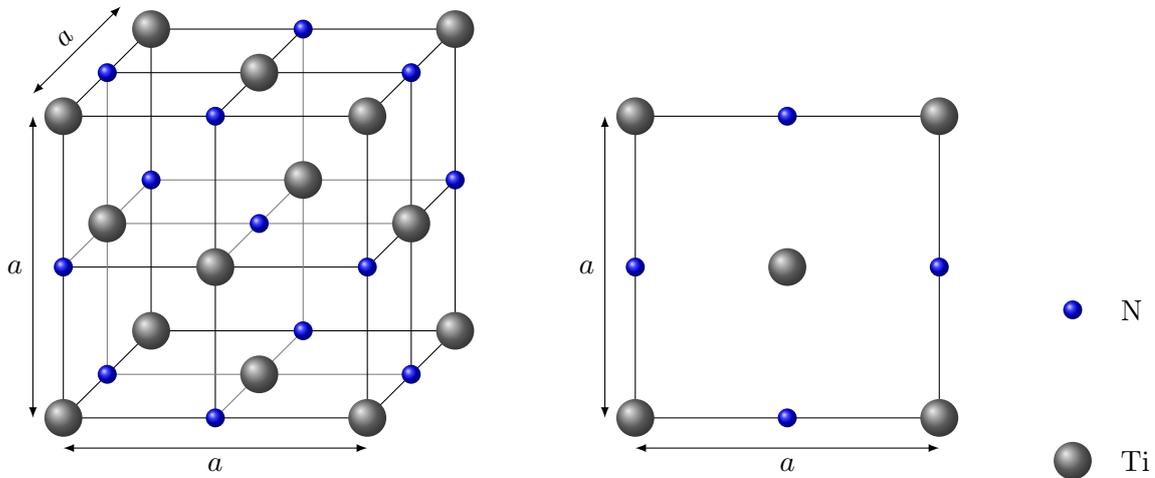
Les électrons de cœur sont : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Les ions formés sont ceux qui vident une sous-couche : Ti^{2+} et Ti^{4+} .

Q.2 Comme le nombre quantique principal le plus élevé est $n = 4 \Rightarrow 4^{\text{ième}}$ ligne.

Il y a 4 électrons de valence et la sous-couche en cours de remplissage est $d \Rightarrow 4^{\text{ième}}$ colonne.

Q.3 Soit une maille :



Q.4 Soit $P(\text{Ti}) = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ et $P(\text{N}) = 1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$

On a respecté la stœchiométrie du cristal car $P(\text{Ti}) = P(\text{N}) = P$.

Q.5 Soit $\rho = \frac{P(\text{Ti})M(\text{Ti}) + P(\text{N})M(\text{N})}{\mathcal{N}_A a^3} = \frac{PM(\text{NTi})}{\mathcal{N}_A a^3} \Rightarrow a = \left(\frac{\mathcal{N}_A \rho}{4M(\text{NTi})} \right)^{\frac{1}{3}}$

AN : $a = 4,28 \times 10^{-10} \text{ m}$.

Q.6 Soit le modèle des sphères dures suivant :

Soit $4R(\text{Ti}) = a\sqrt{2}$

On obtient alors : $R(\text{Ti}) = \frac{a\sqrt{2}}{4}$

AN : $R(\text{Ti}) = 1,51 \times 10^{-10} \text{ m}$

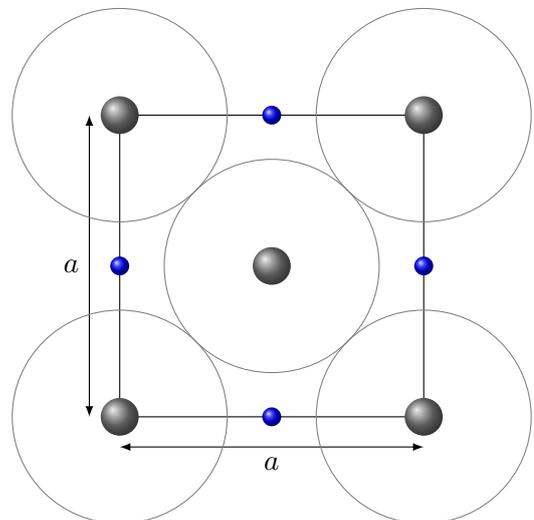
Le site est habitable si :

$$2R(\text{Ti}) + 2R(\text{N}) \leq a$$

or

AN : $2R(\text{Ti}) + 2R(\text{N}) = 4,14 \times 10^{-10} \text{ m} < a$

Le site est habitable par N.



Q.7 Si la réaction est d'ordre 1 on a : $-\frac{dC}{dt} = kC \Rightarrow \ln \left(\frac{C(t)}{C(t=0)} \right) = -kt$

À la calculatrice, le tracé de la courbe nous donne une droite avec $R^2 = 1$ donc l'ordre est compatible.

Q.8 Le coefficient directeur obtenu est : $k = 0,02 \text{ h}^{-1}$.

Q.9 On a les demi-équations électroniques suivantes : $\text{Ti}^{3+} = \text{Ti}^{4+} + e^-$ et $\text{Ce}^{3+} = \text{Ce}^{4+} + e^-$
L'équation de la réaction de titrage est alors : $\text{Ti}^{3+}(\text{aq}) + \text{Ce}^{4+}(\text{aq}) = \text{Ti}^{4+}(\text{aq}) + \text{Ce}^{3+}(\text{aq})$

Q.10 On dresse le tableau d'avancement de la réaction de titrage à l'équivalence :

| | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|
| | $\text{Ti}^{3+}(\text{aq})$ | + | $\text{Ce}^{4+}(\text{aq})$ | = | $\text{Ti}^{4+}(\text{aq})$ | + | $\text{Ce}^{3+}(\text{aq})$ |
| $t = 0 \text{ s}$ | $C_1 E$ | | CV_{eq} | | 0 | | 0 |
| $t \rightarrow +\infty$ | $C_1 E - \xi_{\text{eq}} = 0$ | | $CV - \xi_{\text{eq}} = 0$ | | ξ_{eq} | | ξ_{eq} |

On en déduit que : $C_1 = \frac{CV_{\text{eq}}}{E}$ AN : $C_1 = 0,12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Q.11 On considère la réaction de dissolution suivante : $\text{Ti}(\text{OH})_3(\text{s}) = \text{Ti}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{HO}^-(\text{aq})$

de produit de solubilité : $K_s = \frac{[\text{Ti}^{3+}][\text{HO}^-]^3}{(c^\circ)^4} = \frac{C_1[\text{HO}^-]^3}{(c^\circ)^4}$

or en utilisant le produit ionique de l'eau $K_e = \frac{[\text{HO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{(c^\circ)^2}$ on obtient :

$$\text{pH} = \text{p}K_e - \frac{1}{3} \left(\text{p}K_s + \log \left(\frac{C_1}{c^\circ} \right) \right)$$

AN : $\text{pH} = 1,6$

... **FIN** ...