

Partie 2

Les calculatrices **sont autorisées**.

NB : Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction.

Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Exercice I –

Le titane existe sous deux formes cristallines Ti_α et Ti_β .

Ti_α est la variété stable à basse température et correspond au mode d'empilement hexagonal compact (hc).

Ti_β , variété stable à haute température, cristallise dans le système cubique centré (cc).

1. Les atomes étant assimilés à des sphères dures de rayon R , la structure hc est obtenue de la manière suivante : dans la couche A , toutes les sphères sont tangentes, chaque sphère étant au centre d'un hexagone de côté $2R$. Dans la couche B , chaque sphère est située dans les creux de la couche précédente. Dans la couche suivante, les sphères sont à la verticale de celles de la couche A . L'empilement est donc du type $ABAB\dots$, toutes les sphères étant tangentes entre elles. La maille usuelle est un prisme droit à base hexagonale, de côté $a = 2R$ et de hauteur $b = 2a\sqrt{\frac{2}{3}}$.

- Justifier l'expression de b en fonction de a .
- Définir la compacité d'un empilement métallique.
- Calculer celle-ci dans le cas présent. Commenter le résultat obtenu.

2. Calculer la compacité d'un empilement cubique centré.

3. Le rayon de l'atome de titane dans Ti_β est estimé à $143,8 \text{ pm}$. Calculer la masse volumique de Ti_β . Comparer le résultat obtenu à la masse volumique de Ti_α soit $4503 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

4. a) De quel(s) facteur(s) d'équilibre dépend la transformation : $Ti_{\alpha} \rightleftharpoons Ti_{\beta}$?
 b) Ce système étant à l'équilibre à une température donnée, comment va-t-il évoluer si on augmente la pression ?
5. On peut envisager de stocker le dihydrogène à l'état condensé sous forme d'hydrure. C'est le cas, en particulier, du composé intermétallique $FeTi$ qui peut absorber de l'hydrogène selon la réaction : $FeTi(s) + \frac{x}{2} H_2(g) \longrightarrow FeTiH_x(s)$
- L'alliage $FeTi$ a une maille cubique ($a = 298 \text{ pm}$) avec un atome de titane à chaque sommet du cube et un atome de fer au centre du cube. Dans ce composé, seuls les sites octaédriques formés par deux atomes de fer et quatre atomes de titane sont susceptibles d'accueillir les atomes d'hydrogène (1 atome par site).
- a) Quelle serait la formule de l'hydrure si tous les sites étaient occupés ?
 b) Calculer la capacité d'absorption maximale théorique d'hydrogène en kg d'hydrogène par m^3 d'hydrure (on admettra que l'absorption du dihydrogène ne déforme pas le réseau cristallin du composé $FeTi$).
 c) En réalité, l'absorption maximale de dihydrogène correspond à l'hydrure de formule $FeTiH_{1,9}$. Quelle est alors la capacité maximale réelle d'absorption du composé $FeTi$?

Données : Constante d'Avogadro : $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Masses molaires atomiques : $M(Ti) = 47,88 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$M(H) = 1,008 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Exercice II –

- On verse lentement une solution de bromobenzène dans de l'éther (ou éthoxyéthane) anhydre sur des copeaux de magnésium en milieu éther anhydre pour obtenir le composé A . Ecrire la réaction.
- A la solution de A on ajoute du 3-bromopropène et on obtient B .
 - Indiquer la formule du 3-bromopropène.
 - Préciser le mécanisme réactionnel.
 - Donner la formule de B .
- On fait agir sur B , en présence de peroxyde, du bromure d'hydrogène. On obtient C .
 - Décrire le mécanisme de la réaction.
 - Formule du composé C ?
- Soit D l'organomagnésien obtenu à partir de C .
 D réagit avec la carboglace (CO_2 solide) et on obtient E après hydrolyse.
 Ecrire la réaction et donner la formule de E .

5. On fait réagir du chlorure de thionyle $SOCl_2$ sur E et on obtient F . Quelle est la formule de F ?
6. En présence de chlorure d'aluminium, F subit une réaction intramoléculaire qui conduit à G .
- Expliquer.
 - Formule de G .
7. $G \xrightarrow[H_2O]{LiAlH_4} H$
Quelle est la formule de H ?
8. H est déshydraté par l'acide sulfurique et on obtient J . Indiquer la formule de J .
9. En présence de lumière, le dibrome agit sur J pour donner un dérivé monohalogéné. On obtient K et K' . Quelles sont les formules de K et K' ?
10. Un chauffage en milieu basique conduit alors au produit final N .
- Donner la formule de N .
 - Quel est le nom courant de N ?
 - Discuter rapidement de la structure électronique et de la géométrie de la molécule N .

Fin de l'énoncé