

LC 10: Solides métalliques

Niveau: L1

- Prérequis:
- Cristallo: maille élémentaire, population, coordination, structure cubique simple et centré (L1)
 - Conductivité thermique et électrique (TS)
 - Oxydoréduction, potentiel standard (L1)
 - Energie de liaison
 - masse volumique
 - liaison covalente, rayon covalent (L1)

- Intro pédagogique:
- Passer un module sur le solide cristallin
 - Avant: étude de la cristallographie et du modèle du cristal parfait
 - Après: étude des cristaux ioniques et covalents.
 - Première approche du solide métallique, explications des propriétés
 - Choix: on se limite à l'étude des structures compactes et principalement cfc pour introduire les sites interstitiels. Les autres vues en TD.
 - Difficulté: visualisation dans l'espace \Rightarrow utilisation de modèles moléculaires et de logiciel
- TD: études de autres structures
approche documentaire sur les défauts

Intro: → Terme métal instinctif : vous l'avez déjà tous utilisé.

→ Mais c'est quoi d'un point de vue chimiste ?

→ Tableau périodique

⇒ métaux = 80% du tableau

Objectifs : - caractériser et expliquer à l'aide de modèles les propriétés des métaux

- comprendre par sa cristallo l'existence d'alliage

I. Description des solides métalliques.

A) Propriétés des métaux.

→ conducteur thermique et électrique

↳ ex : cuillère en bois VS cuillère en métal (par)

$$\kappa_{th} \approx 0,15 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$\kappa_{th} = 80 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

WIKI

↳ utilisé pour les câbles électriques : Cu : $\sigma = 59,6 \cdot 10^6 \text{ S.m}^{-1}$

→ éclat métallique car ils réfléchissent la lumière

→ malléables : peuvent se mettre sous forme de feuilles

MARUCCO
p. 115

ductiles : peuvent se mettre sous forme de fils

→ bon réducteur : $E^\circ(\text{Li(s)}/\text{Li}^+) = -3,04 \text{ V}_{ESH}$

$$E^\circ(\text{Fe(s)}/\text{Fe}^{2+}) = -0,44 \text{ V}_{ESH}$$

Image de corrosion du fer

Tr: Est-ce qu'on peut trouver un modèle qui explique ses prop. ?

B) Modèle de Drude - Lorentz.

→ Electron facilement arrachable ⇒ faiblement lié au noyau
+ mouvement facile ⇒ e^- délocalisé

→ Modèle : empilement régulier de cations
+ gaz d'électron

FOSSET PSI p. 661

⇒ liaison forte entre e^- et cation sans direction privilégiée
 e^- partagé avec tous les atomes.

$$E(\text{Li}_2)_{cov} = 0,6 \text{ eV} \quad \text{mais} \quad E(\text{Li}_2)_{met} = 1,8 \text{ eV}$$

→ Mobilité des e^- \Rightarrow propriétés de conduction et optique.

→ Image de déformation \Rightarrow les plans glissent sans modifier l'énergie de cohésion

Tr: limite du modèle : on n'explique pas comment sont positionnés les atomes, ni les densités des métaux.

II - Etude cristallographique des métaux

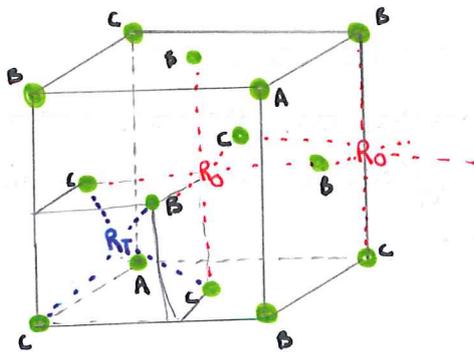
A) Description dans le modèle du cristal parfait

→ Hypothèse : sphères dures définies par un rayon, impénétrables et indéformables.

→ Empilement compact : ABAB ou ABCABC CHIMIE³ p. 222
construite avec des billes

\Rightarrow 2 types de structure : cfc et hc
Al ou Cu \leftarrow \leftarrow Mg ou Co

→ Etude de la maille cfc :



* Coordination de 12

* Population : $N = 6 \times \frac{1}{2} + 8 \times \frac{1}{8} = 4$

* Paramètre de maille :

$4r = a\sqrt{2} \Rightarrow a = 2\sqrt{2}r$

* Compacité : $C = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \approx 0,74$

* site interstitiels : site inoccupé dans la maille :

- $R_T = r \left(\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} - 1 \right) \approx 0,225r$

- $R_0 = r(\sqrt{2} - 1) \approx 0,414r$

FOSSET PSI
p. 674

* masse volumique : $\rho = \frac{NM}{N_A a^3}$

AN : $\rho_{Al} = 2,71 \text{ g/cm}^3$ et $\rho_{Cu} = 7,58 \text{ g/cm}^3$

MARUCCO p. 3
pour les rayons

Tr: Est-ce possible de modifier les propriétés de métaux ?

B) Description des alliages.

→ Alliage = mélange composé de 2 ou plusieurs métaux ou de métaux et non métaux.

HOUSECROFT

⇒ modification des propriétés physico-chimique

p. 155

→ Alliage par substitution = 2^{ème} métal occupe les sites du réseau

Pas de modif. de structure ⇒ rayons proches

Ex: argent fin: Ag à 92,5% et Cu à 12,5%

$$r(\text{Ag}) = 144 \text{ pm} \quad r(\text{Cu}) = 128 \text{ pm}$$

l'aiton ⇒ modifie des prop. mécanique (usurable)

→ Alliage d'insertion = 2^{ème} métal occupe des sites interstitiels
Espace défini ⇒ il faut un rayon d'une certaine taille

Ex: Acier: Fe et C (< 2%)

FOSSET PCS1 p. 690

$$r(\text{Fe}) = 126 \text{ pm} \Rightarrow r_{\text{t}} = 28,35 \text{ pm}$$

$$r(\text{C}) = 70 \text{ pm}$$

$$r_{\text{o}} = 52,16 \text{ pm}$$

↳ site 0

Améliore les propriétés mécaniques du fer

Conclusion: → Bilan avec propriétés + modèle associé

Ouverture: Pour la conduction, le modèle de Drude-Lorentz ne permet pas d'expliquer la différence de conduction entre Fe et Cu ⇒ modèle des bandes.

Bibli: - FOSSET PCS1

- HOUSECROFT

- CHIMIE³

- MARUCCO

- KITTEL