**Activité documentaire : La structure des cristaux métalliques.**

Savoir-faire :

* Représenter la maille en perspective cavalière
* Calculer la compacité dans le cas d’entités sphériques tangentes
* Dénombrer les atomes par maille et calculer la masse volumique d’un cristal

**CONTEXTE :**

Dans les métaux, les atomes peuvent s’assembler selon différents modes d’empilement parmi lesquels la structure cubique à faces centrées et la structure cubique centrée.

Quelles sont les caractéristiques de ces deux structures ?

**Comment la structure microscopique des métaux conditionne-t-elle certaines propriétés macroscopiques ?**

**A VOTRE DISPOSITION :**

|  |
| --- |
| **Document 1 : La perspective cavalière**  La perspective cavalière permet de représenter sur une surface en deux dimensions, un objet en trois dimensions. La figure tracée comporte donc des éléments obéissant à des règles précises qui permettent de déduire la structure réelle de l'objet.   Pour détailler la structure complète d'un objet il est nécessaire d'en représenter toutes les arêtes, même celles qui sont censées être cachées par une partie de l'objet.  Par convention: - Les traits pleins représentent les arêtes visibles. - Les traits en pointillés représentent des arêtes qui ne sont pas censées être vues.  traits pleins et pointillés en perspective cavalière |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Document 2 : Description de la maille d’un cristal**  Dans le modèle du cristal parfait, les atomes, assimilables à des sphères dures, sont identiques et empilés dans l’espace de manière ordonnée et périodique. Dans cette activité nous nous intéressons au système cristallin cubique dont la maille est un cube.  Quelle que soit la structure cristalline étudiée, on définit trois caractéristiques importantes : la population de la maille, la masse volumique et la compacité.   1. **La population de la maille, Z**   La population de la maille est notée Z et correspond au **nombre d’atomes (**dans le cas des métaux**) totalement inclus** dans la maille. La majorité des sphères sont partagées entre plusieurs mailles.   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Motif au centre du cube** | **Motif sur une face** | **Motif sur une arête** | **Motif sur un sommet** | |  |  |  |  | | Compte pour 1 | Compte pour 1/2 | Compte pour 1/4 | Compte pour 1/8 |  1. **La masse volumique ρ**   Une maille de volume Vmaille contient Z atomes de masse m, la masse volumique ρ du cristal vaut :  ρ =  La masse volumique s’exprime en kg.m-3, la masse de l’atome m en kg et le volume de la maille V en m3   1. **La compacité C**   La compacité C est le taux de remplissage de la maille.  C =  La compacité n’a pas d’unité et elle est inférieure à 1. |

|  |
| --- |
| **Document 3 : Modèle de la liaison métallique**  Dans les métaux, les électrons de valence sont très faiblement liés au noyau de l’atome métallique. En pratique, les électrons de valence sont délocalisés et répartis dans l’ensemble du métal. La liaison métallique est donc caractérisée par une structure d’ions positifs noyés dans un gaz d’électrons. Ce dernier assure la liaison entre les ions positifs.    *Un métal peut être décrit comme un assemblage d’ions positifs baignant dans un nuage (ou mer) électronique et dont les électrons sont très mobiles.*  La liaison métallique est une liaison intense qui agit de manière identique dans toutes les directions de l’espace, elle est responsable de la résistance à la rupture du métal. L’existence d’une structure ordonnée de cations est à l’origine, lors de l’application d’une contrainte mécanique, du glissement les uns sur les autres des plans de cations. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Document 5 : Quelques données**   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | **Fer α** | **Aluminium** | | **Arête a du cube (pm)** | 286 | 404 | | **Masse m d’un atome (kg)** | 9,3×10-26 | 4,5×10-26 | | **Rayon de l’atome (pm)** | 124 | 143 | |

**TRAVAIL A EFFECTUER**

1. **Etude de la structure cubique centrée : cas du fer α**

Dans le logiciel Minusc, ouvrir la structure du fer (α). Faire apparaitre une seule maille.

1. Cette structure est appelée cubique centrée, justifier son nom en indiquant les positions des atomes de fer.
2. A l’aide du document 1, dessiner cette maille en perspective cavalière.
3. A l’aide du document 3, déterminer la population de la maille.
4. A l’aide du document 3, calculer la masse volumique du fer α.
5. A l’aide du document 3, déterminer la compacité de la structure, pour cela :
6. Calculer le volume d’une maille
7. Calculer le volume réellement occupé par les atomes de la maille
8. En déduire la valeur de la compacité de la structure cubique centrée.
9. La compacité de la structure cubique centrée est inférieure à 1, qu’est-ce que cela signifie ?
10. **Etude de la structure cubique à faces centrées cfc : cas de l’aluminium**

Dans le logiciel Minusc, ouvrir la structure du cuivre analogue à celle de l’aluminium. Faire apparaitre une seule maille.

1. Cette structure est appelée cubique à faces centrées, justifier son nom en indiquant les positions des atomes.
2. Dessiner cette maille en perspective cavalière.
3. Déterminer la population de la maille.
4. Calculer la masse volumique de l’aluminium.
5. Déterminer la compacité de la structure.
6. **Lien entre la structure microscopique des métaux et leurs propriétés macroscopiques**
7. Comparer la valeur de la compacité de la structure cubique centrée à celle de la structure cubique à faces centrées. Des deux structures, quelle est celle où il y a le moins de vide entre les atomes ?
8. L’aluminium fait partie des matériaux qui sont une alternative à l’acier (alliage fer-carbone) dans le domaine automobile. Proposer une justification.
9. Expliquer pourquoi les métaux sont de bons conducteurs électriques.
10. Rechercher la définition de malléable. En vous appuyant sur le document 3, expliquer pourquoi les métaux sont malléables.