

Sommaire

1. Introduction à la physique des matériaux

- Classification des matériaux
- Propriétés physiques et mécaniques
- Relations entre structure, composition et propriétés
- Échelle atomique, microscopique et macroscopique

2. Structure cristalline des solides

- Réseaux cristallins et mailles élémentaires
- Principales structures cristallines
- Systèmes cristallins
- Coordonnées et directions cristallographiques
- Indices de Miller
- Défauts dans les cristaux

3. Structure électronique et liaisons atomiques

- Structure électronique de l'atome
- Liaisons ionique, covalente et métallique
- Liaisons de Van der Waals
- Énergie de cohésion
- Influence des liaisons sur les propriétés des matériaux

4. Diffraction et caractérisation structurale

- Principes de la diffraction
- Loi de Bragg
- Diffraction des rayons X
- Détermination des structures cristallines
- Analyse des matériaux cristallins

5. Défauts cristallins

- Défauts ponctuels
- Lacunes et interstitiels
- Impuretés et solutions solides
- Dislocations
- Défauts plans et joints de grains
- Influence des défauts sur les propriétés

6. Diffusion dans les matériaux

- Mécanismes de diffusion
- Lois de Fick
- Diffusion atomique

- Diffusion dans les solides
- Applications industrielles de la diffusion

7. Diagrammes de phases

- Notion de phase et équilibre thermodynamique
- Règle des phases
- Diagrammes de phases binaires
- Diagramme eutectique
- Diagramme péritectique
- Transformations de phases

8. Propriétés mécaniques

- Élasticité et déformation
- Plasticité
- Contraintes et déformations
- Résistance mécanique
- Dureté
- Fatigue et rupture
- Influence de la microstructure

9. Propriétés thermiques

- Capacité calorifique
- Dilatation thermique
- Conductivité thermique
- Vibrations du réseau cristallin
- Phonons
- Applications thermiques

10. Propriétés électriques

- Conducteurs et isolants
- Théorie des bandes d'énergie
- Métaux, semi-conducteurs et isolants
- Conductivité électrique
- Mobilité des porteurs
- Effet de la température et des impuretés

11. Propriétés magnétiques

- Origine du magnétisme
- Diamagnétisme et paramagnétisme
- Ferromagnétisme
- Antiferromagnétisme et ferrimagnétisme
- Domaines magnétiques
- Applications des matériaux magnétiques

12. Propriétés optiques

- Interaction lumière-matière
- Absorption et émission
- Réflexion et transmission
- Indice de réfraction
- Luminescence
- Matériaux optiques et photoniques

13. Matériaux métalliques

- Structure et propriétés des métaux
- Alliages métalliques
- Traitements thermiques
- Durcissement et écrouissage
- Applications des alliages

14. Matériaux céramiques et verres

- Structure des céramiques
- Propriétés mécaniques et thermiques
- Céramiques techniques
- Structure et propriétés des verres
- Applications

15. Matériaux polymères

- Structure moléculaire
- Polymérisation
- Thermoplastiques et thermodurcissables
- Élastomères
- Propriétés mécaniques et thermiques
- Applications

16. Matériaux composites

- Constituants des composites
- Matrice et renfort
- Composites à fibres
- Composites stratifiés
- Propriétés et applications

17. Nanomatériaux

- Effets de taille
- Nanoparticules et nanostructures
- Nanotubes et nanofils
- Propriétés spécifiques des nanomatériaux
- Applications technologiques

18. Méthodes expérimentales de caractérisation

- Microscopie optique
- Microscopie électronique
- Diffraction des rayons X
- Spectroscopies
- Analyse thermique
- Mesures mécaniques, électriques et optiques

19. Problèmes et exercices corrigés

- Structure cristalline
- Diffraction
- Défauts et diffusion
- Diagrammes de phases
- Propriétés mécaniques
- Propriétés thermiques et électriques
- Problèmes de synthèse

20. Applications et études de cas

- Choix d'un matériau selon ses propriétés
- Corrélation structure–propriétés
- Sélection des matériaux pour l'industrie
- Matériaux pour l'énergie
- Matériaux pour l'électronique et les technologies avancées