

LESLEY SMART
ELAINE MOORE

Introduction à la chimie du solide

Cours et exercices corrigés



Enseignement
de la
Chimie

MASSON



LESLEY SMART
ELAINE MOORE

Introduction à la chimie du solide

Traduit de l'anglais par Jean-Pierre Jolivet



Enseignement
de la
Chimie

L'ouvrage

- Il constitue une introduction d'ensemble à la chimie du solide. Il permet au lecteur une compréhension profonde des structures cristallines : réseaux, mailles, empilements compacts, sites octaédriques et tétraédriques et leur occupation par différents ions dans les structures cristallines bien connues.
- Ce travail descriptif est complété par la théorie de l'électron libre et la théorie des bandes. La relation à d'autres domaines de la chimie, ainsi que des descriptions d'applications industrielles, sont mises en relief.
- Le texte est émaillé de nombreux exemples tirés de la vie quotidienne. Les très nombreuses figures (dont beaucoup sont en deux couleurs) facilitent la compréhension du texte. Les auteurs proposent de très nombreux exercices, tous corrigés.

Le public

- Étudiants de licence de chimie et de chimie-physique.
- Élèves des écoles d'ingénieurs.

Les auteurs

Lesley Smart et **Elaine Moore** enseignent toutes deux la chimie à l'Open University (Royaume-Uni).

ISBN 2-225-85621-4



9 782225 856211



Table des matières

Préface de la deuxième édition anglaise	xi
Préface de la première édition anglaise	xiii
Unités de base du système SI	xv
L'alphabet grec	xv
Unités dérivées du système SI ayant des noms et des symboles particuliers	xvi
Préfixes du système SI	xvi
Constantes fondamentales	xvii
Quantités physiques diverses	xvii
Classification périodique des éléments	xviii

1	Introduction aux structures cristallines simples	1
1.1	Introduction	1
1.2	Empilement compact	1
1.3	Structures primitives et centrées	5
1.4	Symétrie	6
1.5	Réseaux et mailles	11
1.6	Solides cristallisés	26
1.7	Energie de réseau	57
1.8	Conclusion	67
	Lectures complémentaires	67
	Exercices	68
 2	 Diffraction des rayons X	 73
2.1	Introduction	73
2.2	Production des rayons X	73
2.3	Diffraction des rayons X	75
2.4	Diffraction de poudre	77
2.5	Diffraction des rayons X par les monocristaux	90
2.6	Résolution des structures de monocristaux	95
2.7	Affinement d'une structure	97
2.8	Structures cristallines aux rayons X dans la littérature	99
2.9	Diffraction des neutrons	101
	Lectures complémentaires	104
	Exercices	105

3	Méthodes de préparation	107
3.1	Introduction	107
3.2	Méthodes céramiques	107
3.3	Synthèse micro-ondes	109
3.4	La méthode sol-gel	110
3.5	Méthode du précurseur	114
3.6	Méthodes hydrothermales	115
3.7	Dépôt chimique en phase vapeur (CVD)	117
3.8	Transport chimique en phase vapeur	121
3.9	Quelle méthode choisir ?	121
	Lectures complémentaires	122
	Exercices	124
4	La liaison dans les solides et les propriétés électroniques	125
4.1	Introduction	125
4.2	La liaison dans les solides. Le modèle de bandes	125
4.3	Conductivité électronique. Métaux simples	128
4.4	Semi-conducteurs – Silicium et germanium	134
4.5	Semi-conducteurs dopés	137
4.6	Bandes dans les composés. Arséniure de gallium	139
4.7	Bandes dans les composés du bloc d. Monoxydes des métaux de transition	142
	Lectures complémentaires	145
	Exercices	145
5	Défauts et non-stœchiométrie	147
5.1	Introduction	147
5.2	Les défauts et leur concentration	147
5.3	Conductivité ionique dans les solides	154
5.4	Electrolytes solides	159
5.5	Photographie	169
5.6	Centres colorés	171
5.7	Composés non stœchiométriques	172
5.8	Défauts plans	182
5.9	Défauts tridimensionnels	188
5.10	Propriétés électroniques des oxydes non stœchiométriques	191
5.11	Conclusions	196
	Lectures complémentaires	197
	Exercices	198
6	Solides de basse dimensionalité	203
6.1	Introduction	203
6.2	Solides unidimensionnels	203
6.3	Solides bidimensionnels	214
	Lectures complémentaires	220
	Exercices	220

7	Zéolithes et structures apparentées	223
7.1	Introduction	223
7.2	Composition et structure	223
7.3	Synthèse des zéolithes	233
7.4	Détermination de la structure	234
7.5	Utilisation des zéolithes	237
7.6	Autres structures à squelette	246
7.7	Minéraux argileux	248
7.8	Post-scriptum	251
	Lectures complémentaires	252
	Exercices	252
8	Propriétés optiques des solides	255
8.1	Introduction	255
8.2	L'interaction de la lumière avec les atomes	255
8.3	Absorption et émission de radiations dans les semi-conducteurs	261
8.4	Fibres optiques	268
	Lectures complémentaires	272
	Exercices	272
9	Propriétés magnétiques et diélectriques	275
9.1	Introduction	275
9.2	Susceptibilité magnétique	275
9.3	Paramagnétisme dans les complexes métalliques	279
9.4	Métaux ferromagnétiques	280
9.5	Composés ferromagnétiques – Dioxyde de chrome	286
9.6	Antiferromagnétisme – Monoxydes des métaux de transition	287
9.7	Ferrimagnétisme – Ferrites	289
9.8	Polarisation électrique	294
9.9	Cristaux piézoélectriques – le quartz α	295
9.10	L'effet ferroélectrique	296
	Lectures complémentaires	301
	Exercices	302
10	La supraconductivité	303
10.1	Introduction	303
10.2	La découverte des supraconducteurs	303
10.3	Les propriétés magnétiques des supraconducteurs	304
10.4	La théorie de la supraconductivité	306
10.5	L'effet Josephson	308
10.6	La recherche d'un supraconducteur à haute température critique	308
10.7	Structures cristallines des supraconducteurs à haute température critique	309

10.8	Applications des supraconducteurs à haute température critique	315
	Lectures complémentaires	319
	Exercices	319
	Réponses aux exercices	321
	Index	347