

SCIENCES SUP

Cours et exercices corrigés

2^e et 3^e cycles • Écoles d'ingénieurs

PHYSIQUE DES TRANSITIONS DE PHASES

Concepts et applications

2^e édition

Préface de Pierre-Gilles de Gennes

*Pierre Papon
Jacques Leblond
Paul H.E. Meijer*

DUNOD

Table des matières

3.3	Le phénomène de fusion	88
3.4	La solidification	94
3.5	Cristallisation, fusion et interface	109
3.6	De très nombreuses applications	115
CHAPITRE 4 • TRANSITIONS DE PHASES DANS LES FLUIDES		123
4.1	L'approche par les équations d'état	123
4.2	La transition liquide-gaz dans les fluides simples	125
4.3	Conditions thermodynamiques de l'équilibre	130
4.4	Grandes classes d'équations d'état pour les fluides	133
4.5	États métastables : sous-refroidissement et surchauffe	137
4.6	Simulation des transitions de phases	138
4.7	Mélange binaire de deux composants	142
CHAPITRE 5 • LA TRANSITION VITREUSE		167
5.1	La formation des verres	167
5.2	La transition vitreuse	170
5.3	La structure des verres	175
CHAPITRE 6 • LA GÉLIFICATION ET LES TRANSITIONS DANS LES BIOPOLYMÈRES		191
6.1	L'état gel et la gélification	191
6.2	Propriété des gels	195
6.3	Un modèle pour la gélification : la percolation	198
6.4	Les gels de biopolymères	202
6.5	Les principales applications des gels et de la gélification	213
CHAPITRE 7 • TRANSITIONS ET PHÉNOMÈNES COLLECTIFS DANS LES SOLIDES. PROPRIÉTÉS NOUVELLES		217
7.1	Des transitions aux caractéristiques communes	217
7.2	La transition ordre - désordre dans les alliages	220
7.3	Le magnétisme	223
7.4	La ferroélectricité	231
7.5	La supraconductivité	238
7.6	Universalité des phénomènes critiques	243
7.7	Applications technologiques	248
CHAPITRE 8 • PHÉNOMÈNES COLLECTIFS DANS LES LIQUIDES : CRISTAUX LIQUIDES ET SUPERFLUIDITÉ		255
8.1	Les cristaux liquides	255
8.2	La superfluidité de l'hélium	294

CHAPITRE 9 • MICROSTRUCTURES, NANOSTRUCTURES ET TRANSITIONS DE PHASES	309
9.1 L'importance de l'approche microscopique	309
9.2 Microstructures dans les solides	310
9.3 Microstructures en phases fluides	329
9.4 Microstructures, nanostructures et leurs implications en technologie des matériaux	334
CHAPITRE 10 • LES TRANSITIONS DANS LES FILMS MINCES	339
10.1 Monocouche à l'interface air-eau	339
10.2 Monocouche à la surface d'un solide	347
10.3 Fusion et vitrification de films minces	348
CHAPITRE 11 • TRANSITIONS DE PHASES DANS LES CONDITIONS EXTRÊMES ET DANS LES GRANDS SYSTÈMES NATURELS ET TECHNIQUES	349
11.1 Transitions de phases dans les conditions extrêmes	350
11.2 Le rôle des transitions de phases dans le système Océan-atmosphère	360
11.3 Transitions de phases dans les systèmes techniques	370
EXERCICES : CORRIGÉS	379
PRINCIPALES NOTATIONS	393
TABLE DES PRINCIPALES CONSTANTES	395
ÉNERGIE	395
BIBLIOGRAPHIE	397
INDEX ALPHABÉTIQUE	402

SCIENCES SUP



2^e édition

Pierre Papon • Jacques Leblond • Paul H.E. Meijer

PHYSIQUE DES TRANSITIONS DE PHASES

Concepts et applications

La physique des transitions de phases est un domaine important à la frontière de plusieurs disciplines et elle joue un rôle central en sciences des matériaux.

Cet ouvrage, destiné aux étudiants de maîtrise, de DEA et des écoles d'ingénieurs, traite en onze chapitres des grandes classes de transitions de phases dans les fluides et les solides : vaporisation, fusion, solidification, transitions magnétiques, phénomènes critiques, supraconductivité...

Une description générale des phénomènes est donnée dans les deux premiers chapitres ; chacun des six chapitres suivants aborde l'étude d'une transition spécifique en explicitant les caractéristiques, les méthodes expérimentales pour l'étudier, les principaux modèles théoriques qui permettent de la prévoir ainsi que ses applications. Les trois derniers chapitres sont consacrés au rôle des microstructures et des nanostructures, aux transitions dans les films minces et aux phénomènes de transitions de phases dans les grands systèmes naturels et techniques. À la fin de chaque chapitre sont proposés des exercices, dont les solutions se trouvent en fin d'ouvrage, ainsi qu'une bibliographie de base.

Cette deuxième édition tient compte des développements intervenus récemment dans la physique des états de la matière, en particulier dans les domaines des nanomatériaux et des condensats de Bose-Einstein. Des précisions ont été apportées dans la description des mécanismes de transitions de phases en les illustrant avec de nouveaux exemples d'applications.

PIERRE PAPON, ancien directeur général du CNRS et président-directeur général de l'Iremer, est professeur de physique à l'École supérieure de physique et chimie industrielles de la ville de Paris (ESPCI).

JACQUES LEBLOND est professeur de physique à l'ESPCI.

PAUL H.E. MEIJER est professeur émérite à la Catholic University of America, Washington D.C ; il a été consultant au National Institute of Standards and Technology (NIST).

MATHÉMATIQUES

PHYSIQUE

CHIMIE

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

INFORMATIQUE

SCIENCES DE LA VIE

SCIENCES DE LA TERRE



9 782100 065516

ISBN 2 10 006551 3

<http://www.dunod.com>

