

TABLE DES MATIÈRES

<i>Introduction</i>	5
 <i>Première partie</i>	
<i>LA DESCRIPTION DES GRANDEURS PHYSIQUES</i>	
1 - Orientation de l'espace et chiralité	15
1. Distinction entre la droite et la gauche.....	15
2. Orientation des angles plans	16
3. Orientation des trièdres	17
4. Orientation des surfaces	18
5. Orientation des angles solides	21
6. Objets égaux, identiques et inverses	21
7. Chiralité d'un objet	22
8. Orientation des objets.....	24
9. Chiralité topologique.....	25
Exercices sur le chapitre 1	26
2 - Grandeurs scalaires et vectorielles	33
1. Scalaires et vecteurs	33
2. Les produits de vecteurs.....	33
3. Trièdres supplémentaires	37
4. Applications à la trigonométrie sphérique.....	38
5. Applications à la cristallographie	40
Exercices sur le chapitre 2	43
3 - Grandeurs polaires et axiales	47
1. Caractère polaire ou axial d'une grandeur.....	47
2. Homogénéité des formules physiques.....	49
3. Observables physiques et intermédiaires de calcul.....	51
4. Chiralité et scalaires axiaux	51
5. Courbure et torsion.....	52
6. Caractère de la divergence et du rotationnel.....	54
7. Caractère des grandeurs électromagnétiques.....	54
8. Retour sur le produit vectoriel	55
Exercices sur le chapitre 3	56

4 - Grandeurs tensorielles	59
1. Opérateurs tensoriels d'ordre deux	59
2. Tenseurs symétriques et antisymétriques.....	61
3. Produit tensoriel de deux vecteurs.....	64
4. Produit de deux dyadiques.....	66
5. Tenseurs d'ordre n	66
6. Symétrie intrinsèque d'un tenseur.....	67
Exercices sur le chapitre 4	68

Deuxième partie

LES OPÉRATIONS DE SYMÉTRIE

5 - Opérations de symétrie spatiales	75
1. Les transformations de l'espace	75
2. Produit d'opérations de symétrie	76
3. Les opérations de symétrie élémentaires	77
4. Les opérations de symétrie composées	80
5. Eléments de symétrie d'une opération.....	85
6. Ordre d'une opération de symétrie.....	86
7. Notations usuelles.....	86
8. Complexes de points équivalents	87
9. Représentation stéréographique.....	87
10. Isométries dans les espaces à une et deux dimensions.....	90
11. Rotation dans le point de vue passif.....	91
Exercices sur le chapitre 5	92
6 - Propriétés des opérations de symétrie spatiales	95
1. Transformations affines et non affines.....	95
2. Transformations régulières et singulières	99
3. Transformations ponctuelles et spatiales	99
4. Isométries propres et impropres	101
5. Transformations infinitésimales et continues	103
Exercices sur le chapitre 6	104
7 - Description des rotations	109
1. Représentation matricielle des isométries ponctuelles.....	109
2. Propriétés des matrices orthogonales	110
3. Construction des isométries ponctuelles à une et deux dimensions.....	113
4. Énumération des isométries ponctuelles à trois dimensions.....	114
5. Description tensorielle d'une isométrie	115
6. Angles d'Euler d'une rotation.....	118

TABLE DES MATIÈRES	547
7. Représentation de Rodrigues et Hamilton	119
8. Descriptions vectorielle et spinorielle d'une rotation	121
Exercices sur le chapitre 7	123
8 - Produits de rotations	127
1. Produit de deux matrices orthogonales	127
2. Produit de deux tenseurs de Gibbs	128
3. Démonstration géométrique des formules de Rodrigues	129
4. Constructions d'Euler et de Hamilton	131
5. Produit de deux quaternions ou matrices de Pauli	133
6. Produit de trois rotations	134
7. Produit de deux isométries spatiales	135
Exercices sur le chapitre 8	136

Troisième partie

LES GROUPE DE SYMÉTRIE

9 - La symétrie dans les objets usuels, l'art et la nature	141
1. La symétrie bilatérale	141
2. Les symétries de rotation discrètes	142
3. Les symétries continues de rotation	147
4. La centrosymétrie et la symétrie de rotation-inversion	149
5. La symétrie de translation	151
6. La symétrie hélicoïdale	156
7. La symétrie du miroir avec glissement	157
8. Autres symétries observées dans la nature	158
9. Caractère approximatif de la symétrie	158
10. La symétrie dans les créations humaines	160
Exercices sur le chapitre 9	161
10 - Groupe de symétrie d'un système	165
1. Structure de groupe	165
2. Groupes isomorphes	167
3. Le groupe $3m$	168
4. Sous-groupes d'un groupe	169
5. Classes d'un groupe	169
6. Autres groupes diédriques	170
7. Produit de deux groupes	172
8. Groupes ponctuels et groupes d'espace	173
9. Rotation d'angle 2π et opération identité	174
Exercices sur le chapitre 10	176

11 - Groupes finis de symétrie	183
1. Classification des groupes ponctuels.....	183
2. Les groupes ponctuels cycliques	184
3. Enumération des groupes ponctuels propres	188
4. Utilisation de la construction d'Euler	189
5. Enumération des groupes ponctuels	192
6. Groupes polaires et non polaires	195
7. Groupes ponctuels à deux dimensions	196
8. Notation des groupes ponctuels	196
9. Figures caractéristiques des groupes axiaux	200
Exercices sur le chapitre 11	200
12 - Groupes infinis de symétrie	205
1. Groupes de translations	205
2. Groupes de rotations.....	206
3. Paramètres d'un groupe continu.....	209
4. Fonctions invariantes dans les groupes continus.....	210
5. Autres groupes continus.....	213
6. Groupes de Lie.....	214
Exercices sur le chapitre 12	215
13 - Antisymétrie et symétrie spatio-temporelle	219
1. Symétrie des objets à deux couleurs	219
2. Opérations et antiopérations	221
3. Groupes d'antisymétrie.....	222
4. Enumération des groupes d'antisymétrie	222
5. Symétrie spatio-temporelle	223
6. Applications physiques	225
Exercices sur le chapitre 13	228

Quatrième partie

LA SYMÉTRIE DES OBJETS MATHÉMATIQUES

14 - Symétrie des courbes et des surfaces	233
1. Symétrie des courbes planes.....	233
2. Symétrie des courbes focales.....	235
3. Symétrie des épi- et hypo-cycloïdes.....	236
4. Autres courbes planes non périodiques.....	237
5. Relations groupe - sous-groupe	239

TABLE DES MATIÈRES	549
6. Symétrie des courbes planes périodiques	240
7. Symétrie des courbes gauches	241
8. Symétrie des surfaces	242
Exercices sur le chapitre 14	246
15 - Symétrie des polygones et des polyèdres	251
1. Symétrie des polygones	251
2. Propriétés des polyèdres.....	253
3. Polyèdres réguliers	256
4. Polyèdres semi-réguliers.....	261
5. Polyèdres irréguliers symétriques	264
6. Symétrie des polytopes	265
Exercices sur le chapitre 15	266
16 - Pavages réguliers du plan, de la sphère et de l'espace	271
1. Pavage du plan.....	271
2. Pavage de la sphère	281
3. Pavage de l'espace	283
Exercices sur le chapitre 16	287
17 - Origine de la théorie des groupes - Le groupe des substitutions.....	289
1. Equations algébriques et groupes	289
2. Le groupe des substitutions.....	292
3. Groupes de substitutions et groupes ponctuels.....	295
Exercices sur le chapitre 17	298
18 - Développement de la théorie des groupes	301
1. Groupes de nombres.....	301
2. Groupes matriciels.....	302
3. Groupes abstraits	303
4. Groupes homomorphes	304
5. Les groupes simples	305
6. Groupes et géométries.....	306
7. Théorie des groupes et mathématiques	307
8. Représentations matricielles des groupes	307
9. Théorie des groupes et physique	308
Exercices sur le chapitre 18	309

Cinquième partie**LA SYMÉTRIE DE LA MATIÈRE**

19 - Symétrie des molécules.....	313
1. Molécules linéaires.....	313
2. Molécules planes	314
3. Molécules non planes	315
4. Stéréoisomères.....	319
5. Molécules déformables	322
6. Origine de la chiralité.....	322
7. Stéréoisomères topologiques	327
Exercices sur le chapitre 19	329
20 - Symétrie des macromolécules, agrégats et virus	333
1. Fullerènes.....	333
2. Agrégats métalliques.....	336
3. Virus.....	340
4. Le problème de Tammes.....	343
Exercices sur le chapitre 20	344
21 - Symétrie des polymères.....	347
1. Groupe d'espace et groupe ponctuel.....	347
2. Chaînes.....	347
3. Frises	348
4. Rubans.....	351
5. Colonnes	355
6. Polymères.....	356
Exercices sur le chapitre 21	360
22 - Symétrie des milieux désordonnés	363
1. Milieux amorphes ou homogènes.....	364
2. Pavages désordonnés.....	368
Exercices sur le chapitre 22	376
23 - Symétrie des cristaux liquides.....	377
1. Milieux amorphes anisotropes.....	378
2. Milieux périodiques à une dimension	380
3. Milieux périodiques à 2 dimensions.....	384
4. Milieux périodiques à 2+1 dimensions	385
5. Milieux ordonnés à 3 dimensions.....	387
Exercices sur le chapitre 23	392

24 - Symétrie des surfaces	395
1. Symétrie ponctuelle des surfaces.....	395
2. Groupes ponctuels des surfaces périodiques	398
3. Réseaux bidimensionnels.....	398
4. Systèmes et réseaux de Bravais.....	400
5. Groupes d'espace bidimensionnels.....	402
6. Exemples de milieux périodiques à deux dimensions.....	404
Exercices sur le chapitre 24	408
25 - Symétrie des cristaux	411
1. Symétrie macroscopique des cristaux	411
2. Symétrie microscopique des cristaux.....	412
3. Énumération des groupes ponctuels.....	415
4. Systèmes cristallins	418
5. Réseaux de Bravais	420
6. Les groupes d'espace	424
7. Exemples de structures cristallines.....	429
8. Cristaux chiraux.....	430
Exercices sur le chapitre 25	432
26 - Symétrie des surstructures cristallines	435
1. Groupes cristallographiques bicolores	435
2. Surstructures cristallographiques.....	439
3. Cristaux magnétiques	443
4. Symétrie des macles	445
5. Défauts ordonnés	447
Exercices sur le chapitre 26	448
27 - Symétrie des quasi-cristaux	451
1. Phases incommensurables et systèmes composites.....	451
2. Pavages quasipériodiques	454
3. Quasicristaux	459
Exercices sur le chapitre 27	466
28 - Symétrie des milieux conformes	467
1. La spirale logarithmique	467
2. Phyllotaxie des plantes.....	469
3. Parastiches dans la matière molle.....	472
4. Cristallographie cylindrique	473
Exercices sur le chapitre 28	474

29 - Symétrie des milieux fractals	475
1. Modèles mathématiques.....	476
2. Auto-similarité.....	481
3. Dimension fractale de Hausdorff.....	482
4. Milieux fractals naturels.....	484
5. Fractals dans la matière condensée	488
Exercices sur le chapitre 29	493
<i>Index biographique</i>	497
<i>Bibliographie générale</i>	509
<i>Lexique</i>	535
<i>Table des matières</i>	545