

Edmond BAUER

INTRODUCTION

A LA

THÉORIE DES GROUPES

ET A SES APPLICATIONS

A LA

PHYSIQUE QUANTIQUE



510-59-1

**ÉDITIONS
JACQUES GABAY**

TABLE DES MATIÈRES

§ 1. INTRODUCTION	I
-------------------------	---

CHAPITRE I

Espaces vectoriels. Géométrie unitaire

§ 2. <i>Espaces vectoriels ou affines à n dimensions</i>	3
A. Définition	3
B. Changement de coordonnées	4
C. Application linéaire	4
D. Composition des applications. Multiplication des matrices	5
E. Matrice inverse	6
F. Transformation d'une matrice par changement de coordonnées	6
§ 3. <i>Espaces euclidiens et unitaires</i>	7
A. Définition	7
B. Transformation unitaire	8
C. Formes bilinéaires et matrices hermitiennes	9
§ 4. <i>Réduction aux axes principaux</i>	10
§ 5. <i>Espace fonctionnel. Suites complètes de fonctions orthogonales</i>	13
A. Espace fonctionnel	14
B. Produit scalaire ; norme	14
C. Séries de Fourier. Systèmes complets de fonctions orthogonales	15
§ 6. <i>Opérateurs</i>	18
A. Applications de l'espace fonctionnel sur lui-même. Opérateurs linéaires ..	18
B. Formes linéaires. Opérateurs hermitiens.	20
C. Réduction à ses axes principaux d'un opérateur hermitien	21

CHAPITRE II

Les principes de la mécanique quantique

<i>Introduction</i>	27
§ 7. <i>Ondes lumineuses dans le vide</i>	28
A. Point de vue ondulatoire classique	28
B. Point de vue quantique	30

TABLE DES MATIÈRES

C. Les grandeurs physiques envisagées comme opérateurs.....	31
D. Energie, impulsion, équation de propagation.....	34
§ 8. Ondes matérielles.....	34
A. Particule libre de faible vitesse.....	34
B. Particule dans un champ de forces.....	35
C. Particules en nombre quelconque.....	36
§ 9. Moment d'impulsion.....	37
A. Opérateur correspondant.....	37
B. Opérateurs et groupes. Relations de commutabilité.....	38
§ 10. Les hypothèses de la mécanique quantique.....	40
§ 11. Changements au cours du temps d'un état et d'une grandeur physique.....	43
A. Théorie générale.....	43
B. Matrices de Heisenberg.....	45
§ 12. Transitions et rayonnement.....	48
§ 13. Théorie des perturbations.....	50
A. Position du problème.....	50
B. Problèmes non dégénérés.....	51
C. Dégénérescence.....	52
D. Quasi-dégénérescence.....	55
E. Cas de Heitler et London.....	59

CHAPITRE III

Théorie des groupes

§ 14. Rôle de la théorie des groupes en mécanique quantique.....	60
§ 15. Exemples. Définition générale.....	61
§ 16. Sous-groupes.....	66
A. Définition.....	66
B. Complexes associés.....	67
§ 17. Éléments conjugués. Classes.....	69
A. Cas des substitutions linéaires.....	69
B. Généralisation. Sous-groupes invariants.....	70
C. Groupe facteur.....	70
D. Groupes abéliens.....	71
§ 18. Groupe symétrique (permutations).....	72
§ 19. Isomorphisme. Homéomorphisme.....	74
A. B. Définition. Théorèmes généraux.....	74
C. D. Représentations d'un groupe.....	75
§ 20. Réductibilité des représentations.....	76
A. Sous-espace invariant.....	76
B. Réduction complète.....	77
C. Réduction d'un groupe unitaire en ses éléments irréductibles.....	78
D. Exemple.....	79
§ 21. Théorème d'unicité.....	81
§ 22. Lemme de Schur et théorèmes connexes.....	83
§ 23. Caractères d'une représentation.....	85
A. Définition.....	85

TABLE DES MATIÈRES

B. Nombre des représentations irréductibles d'un groupe fini.....	86
C. Représentation régulière.....	87
§ 24. <i>Relations d'orthogonalité</i>	88
A. Formules générales.....	88
B. Application aux caractères primitifs.....	91

CHAPITRE IV

Applications générales à la mécanique quantique. Théorème de Wigner

§ 25. <i>Propriétés d'invariance de l'équation de Schrödinger</i>	94
§ 26. <i>Théorème de Wigner</i>	97
§ 27. <i>Groupes abéliens</i>	105
A. Permutations de deux objets.....	105
B. Rotations dans le plan.....	106
§ 28. <i>Groupes non abéliens. Rotations et mirages dans le plan</i>	107

CHAPITRE V

Rotations dans l'espace

§ 29. <i>Fonctions sphériques et représentations du groupe des rotations</i>	109
§ 30. <i>Groupe des rotations et groupe unitaire à deux dimensions</i>	112
A. Le second est représentation du premier.....	112
B. Les représentations du groupe unitaire.....	116
§ 31. <i>Les transformations infinitésimales et le moment de quantité de mouvement</i> ..	118
A. Transformations infinitésimales d'un groupe continu.....	119
B. Cas des substitutions linéaires	121
C. Représentations du groupe des rotations. Matrices moments d'impulsion.	123
D. Matrices de Pauli.....	125
E. Moment d'impulsion dans l'état J	128
§ 32. <i>Effet Zeeman. Théorie générale</i>	130
§ 33. <i>Produit de deux représentations. Formule de réduction</i>	132
A. B. Définitions.....	132
C. Réduction dans le cas du groupe des rotations. Série de Clebsch-Gordan.	135
D. Moment d'impulsion résultant.....	136
E. Atome d'Hélium, sans spin.....	137
§ 34. <i>Le spin de l'électron</i>	138
A. Hypothèse d'Uhlenbeck et Goudsmit.....	138
B. Traduction en théorie quantique (Pauli).....	141
C. Applications.....	142
D. Atomes complexes.....	143
§ 35. <i>Règles de sélection</i>	145
§ 36. <i>Signature ou caractère de mirage</i>	147
A. Caractère de mirage. Règle de Laporte.....	147
B. Règles de sélection approchées des nombres L et S	149

TABLE DES MATIÈRES

§ 37. <i>Effet Stark. Effet Zeeman anomal</i>	150
A. Théorie générale	150
B. Intensité des composantes	151
C. Facteur de Landé	153
NOTE I. — (Théorème de Wigner)	156
NOTE II. — <i>Construction de toutes les représentations irréductibles du groupe D_3.</i>	157
NOTE III. — <i>Démonstration de la formule de Clebsch-Gordan. Calcul des coefficients</i>	161
