

Table des matières

Chapitre I. Distribution de Dirac et transformation de Fourier.....	7
I. Distribution de Dirac.....	7
1.1 Introduction à la fonction Delta.....	7
1.2 Définition de la fonction Delta.....	8
1.3 Fonctions tendant vers Delta.....	8
1.4 Dérivée de la fonction Delta.....	9
1.5 Primitive de la fonction Delta.....	9
1.6 Fonction Delta dans l'espace à 3 dimensions.....	10
II. Transformation de Fourier.....	12
2.1 Définitions.....	12
2.2 Tableau des principales correspondances opératoires.....	13
III. Exercices résolus.....	14
Chapitre II Espace des fonctions de carré sommable noté L^2.....	21
I. Espace vectoriel des fonctions d'onde noté F	21
1.1 Produit scalaire	22
1.2 Bases orthonormées discrètes dans F	22
II. Opérateurs néaires	23
2.1 Définitions.....	23
2.2 Produit d'opérateurs.....	23
2.3 Inverse d'un opérateur.....	24
2.4 Opérateur adjoint.....	24
2.5 Opérateurs unitaires.....	24
2.6 Fonction d'opérateur.....	25
2.7 Dérivée d'un opérateur.....	25
2.8 Règles de dérivation.....	25
III. Exercices résolus... ..	26
Chapitre III Formalisme général. Espace des états \mathcal{E}. Cadre mathématique	47
I. Vecteur de \mathcal{E} et de \mathcal{E}^*	47
1.1 Vecteur d'état	47
1.2 Produit scalaire.....	48
II. Opérateurs linéaires.....	49
2.1 Notation de Dirac d'un opérateur... ..	49
2.2 Opérateurs de projections.....	49

Chapitre III. BASES DE LA MÉCANIQUE QUANTIQUE.

1. La notion d'état dynamique	41
2. Les fonctions d'onde	43
3. Le principe de superposition linéaire des états	46
4. La probabilité de présence	48
5. Les variables dynamiques	50
6. Le principe de décomposition spectrale. La valeur moyenne	52
7. Variables dynamiques simultanément mesurables avec précision	55
8. Position et quantité de mouvement d'une particule	56
— coordonnées	57
— quantité de mouvement	58
— cas d'un système de plusieurs particules	58
9. Relations de commutation fondamentales	59
10. Opérateurs décrivant d'autres variables dynamiques	61
11. Energies cinétique et potentielle. Hamiltonien. Equation de Schrödinger .	64
12. Premières applications	66
13. Expression quantitative du principe d'incertitude	69
Exercices	70

Chapitre IV. PROBLÈMES A UNE DIMENSION.

1. Généralités	73
2. Discussion du puits ; états liés	75
3. Discussion géométrique	76
4. Etude des discontinuités de potentiel	80
— cas d'une discontinuité finie	80
— cas d'une paroi parfaitement réfléchissante	80
5. Puits symétriques et demi-puits	81
6. L'exemple du puits rectangulaire	82
7. L'oscillateur harmonique (puits parabolique)	86
8. Problèmes d'états non liés	91
9. Cas du puits rectangulaire	95
10. L'effet Tunnel	98
— la barrière rectangulaire	98
— barrière épaisse de forme quelconque	100
Exercices	101

Chapitre V. LES MÉTHODES D'APPROXIMATION.

1. Le calcul des perturbations dans le cas non dégénéré	105
2. L'exemple de l'oscillateur anharmonique	109
3. Le calcul des perturbations dans le cas dégénéré	110

4.	La méthode des variations	113
5.	Fondement de la méthode L. C. A. O.	116
	Exercices	117

Chapitre VI. LES MOMENTS CINÉTIQUES.

1.	Quantification du moment cinétique	121
2.	La base $\varphi(\alpha, J, M)$	125
3.	Les moments orbitaux	127
	— cas d'une seule particule	127
	— cas d'un système de plusieurs particules	128
	— moment orbital et énergie cinétique d'une particule	128
4.	Les fonctions sphériques	130
5.	Propriétés des fonctions sphériques	133
6.	Le rotateur linéaire rigide	135
7.	Spin d'une particule	136
8.	Composition de deux moments cinétiques	138
9.	Les rotations infinitésimales	140
10.	Niveaux d'un atome libre	141
	Exercices	143

Chapitre VII. MOUVEMENT D'UNE PARTICULE DANS UN CHAMP CENTRAL.

1.	Résolution de l'équation de Schrödinger du problème	145
2.	Discussion des niveaux d'un puits de potentiel à rayon d'action fini	149
3.	L'atome hydrogénoïde	151
4.	Théorie approchée des atomes alcalins	155
5.	Structure fine des niveaux des atomes alcalins	158
6.	Le puits rectangulaire infiniment profond	160
7.	La correction d'entraînement	162
	Exercices	164

Chapitre VIII. PROBLÈMES D'ÉVOLUTION DANS LE TEMPS.

1.	L'équation d'évolution de Schrödinger	167
2.	Equation d'évolution des valeurs moyennes	169
3.	Equation d'évolution des représentatives	171
4.	Systèmes conservatifs	173
5.	Le calcul des perturbations dans les problèmes d'évolution	175
6.	La règle d'or de Fermi	177
7.	Cas d'une perturbation fonction aléatoire stationnaire du temps	180

8. Atome plongé dans le rayonnement isotherme. Transitions induites....	182
9. Les transitions spontanées	184
— condition de validité	186
— cas des niveaux dégénérés	186
10. Perturbation fonction sinusoïdale du temps	187
11. Formule du courant	190
Exercices.....	194

Chapitre IX. SYSTÈMES DE PARTICULES IDENTIQUES.

1. Bosons et fermions	197
2. Cas des fermions. Déterminant de Slater. Principe de Pauli	200
3. Système de deux électrons (sans couplage spin orbite)	202
4. Les niveaux de l'atome d'hélium	203
A) configuration fondamentale $(1s)^2$	205
— méthode des perturbations	205
— méthode des variations	207
B) configuration excitée $(1s)(2s)$	208
Exercices	211

Chapitre X. DIFFUSION PAR UN CENTRE DE FORCES.

1. Introduction	213
2. Lemme mathématique	216
3. L'approximation de Born	217
4. Etude de l'équation de Schrödinger en coordonnées sphériques	220
5. Calcul de $f(\theta)$	222
6. Cas limite des très faibles vitesses	224
Exercices	228

Chapitre XI. FORMALISME DE DIRAC ET COMPLÉMENTS.

1. Généralités	231
2. Vecteurs droits et gauches. Opérateurs.....	232
3. Produit ket-bra. Projecteurs	234
4. Représentatives et changement de base.....	235
5. Fonction d'opérateur (hermitique).....	237
6. Produit direct ou tensoriel.....	238
7. Espaces à une infinité continue de dimensions.....	240
8. Mécanique de la particule sans spin.....	241

9. Rotation des états. Opérateurs scalaires et vectoriels.....	244
10. Représentative des scalaires et des vecteurs en base $ \alpha, J, M\rangle$	245
— opérateur scalaire.....	245
— opérateur vectoriel.....	246
11. Application aux fonctions sphériques.....	250
12. La formule de Landé.....	251
Exercices.....	252

Appendice A. **LES POLYNÔMES DE LAGUERRE GÉNÉRALISÉS.
APPLICATION A LA RÉOLUTION DE L'ÉQUATION
DE SCHRÖDINGER D'UN ATOME HYDROGÉNOÏDE.**

1. Les polynômes de Laguerre généralisés (méthode de la fonction géneratrice).....	255
2. Les polynômes $L_p(x)$	257
3. Résolution de l'équation de Schrödinger d'un atome hydrogénoïde....	258

Appendice B. **NOTIONS SUR LA THÉORIE DES FONCTIONS
ALÉATOIRES.**

1. Introduction.....	261
2. Fonctions aléatoires stationnaires, ergodiques.....	262
3. La fonction de corrélation.....	263
4. La densité spectrale.....	264
5. Effet d'un opérateur filtre sur une fonction aléatoire.....	265

CORRECTION DES EXERCICES.

Chapitre I.....	269
Chapitre II.....	271
Chapitre III.....	273
Chapitre IV.....	276
Chapitre V.....	288
Chapitre VI.....	299
Chapitre VII.....	303
Chapitre VIII.....	312
Chapitre IX.....	325
Chapitre X.....	329
Chapitre XI.....	336

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE.....	343
-----------------------------	-----

INDEX ALPHABÉTIQUE.....	344
-------------------------	-----