

Table des matières

Avant-propos	1
1 Origines de la physique quantique	7
1. Rayonnement du corps noir	9
2. Effet photoélectrique	14
3. Spectres atomiques	18
4. Limite de validité de la physique classique	25
5. Systèmes d'unités de la physique quantique	27
Exercices et Problèmes	30
2 Dualité onde-corpuscule	41
1. Cas de la lumière	44
2. Cas de la matière	53
3. Le paquet d'ondes	60
4. Vitesse de phase et vitesse de groupe	64
5. Relations d'incertitude de Heisenberg	68
Exercices et Problèmes	72
3 Particule dans un potentiel stationnaire	85
1. Résolution de l'équation de Schrödinger	87
2. Analogie optique	91
3. Marche de potentiel	92
4. Barrière de potentiel	96
5. Puits de potentiel	101
Exercices et Problèmes	111
4 Bases mathématiques de la mécanique quantique	129
1. Espace ξ des fonctions d'onde d'une particule	131
2. Notion de représentation - Notations de Dirac	139
3. Opérateurs linéaires	140

4.	Opérateurs adjoints	146
5.	Opérateurs hermitiques	148
6.	Vecteurs propres et valeurs propres d'un opérateur	149
7.	Observables	152
8.	Opérateurs unitaires	157
9.	Produit tensoriel d'espaces d'états	160
	Exercices et Problèmes	165
5	Postulats de la mécanique quantique	181
1.	Énoncé des postulats	184
2.	Valeurs moyennes et compatibilité des observables	192
3.	Conservation de la probabilité et lien avec la mécanique clas- sique	196
4.	Systèmes conservatifs	203
5.	Opérateur d'évolution	206
6.	Application des postulats : système à deux niveaux	211
	Exercices et Problèmes	216
6	Oscillateur harmonique	231
1.	L'oscillateur harmonique classique	234
2.	L'oscillateur quantique	236
3.	Valeurs propres de \mathbf{H}	237
4.	Etats propres de \mathbf{H}	244
5.	Fonctions propres de \mathbf{H}	247
6.	Valeurs moyennes des opérateurs \mathbf{X} et \mathbf{P} dans l'état $ \varphi_n\rangle$	251
7.	Oscillateur harmonique isotrope à trois dimensions	254
	Exercices et Problèmes	261
7	Moment cinétique	277
1.	Définitions et relations de commutation	280
2.	Valeurs propres et vecteurs propres de \mathbf{J}^2 et \mathbf{J}_z	282
3.	Représentation $\{ j, m\rangle\}$	293
4.	Moment cinétique orbital	296
	Exercices et Problèmes	309
8	Particule dans un potentiel central. Atome d'hydrogène	321
1.	Etats d'une particule dans un potentiel central	323
2.	Mouvement relatif de deux particules en interaction	328
3.	L'atome d'hydrogène	333
	Exercices et Problèmes	347

9 Spin des particules	363
1. Expérience de Stern et Gerlach	366
2. Espace des états de spin $\frac{1}{2}$	370
3. Système de deux spins $\frac{1}{2}$	379
4. Les spineurs	382
5. Résonance magnétique	387
6. Fermions et bosons	397
Exercices et Problèmes	398
10 Addition de deux moments cinétiques	411
1. Addition de deux spins $\frac{1}{2}$	415
2. Addition de deux moments cinétiques quelconques	423
3. Addition d'un moment cinétique orbital et d'un spin $\frac{1}{2}$	435
Exercices et problèmes	442
11 Perturbations stationnaires et méthode variationnelle	455
1. Méthodes des perturbations stationnaires	458
2. Méthode variationnelle	474
Exercices et Problèmes	480
12 Perturbation dépendant du temps	499
1. Position du problème	501
2. Résolution approchée de l'équation de Schrödinger	502
3. Equations de perturbation	504
4. Probabilité de transition	506
5. Perturbation sinusoïdale	507
6. Perturbation constante	513
7. Règle d'or de Fermi	514
8. Perturbation adiabatique	516
9. Application : Interaction d'une onde électromagnétique avec un atome	518
Exercices et Problèmes	522
Liste des exercices et problèmes	531
Notes biographiques	537
Bibliographie	555