

Table des matières

Avant-propos

1 Origines de la physique quantique

Rappels de cours

Exercices et problèmes

EP 1.1 : Rayonnement du corps noir	1
EP 1.2 : Effet photoélectrique	1
EP 1.3 : Principe du photomultiplicateur	1
EP 1.4 : Modèle de J.J. Thomson	1
EP 1.5 : Diffusion de Rutherford	1
EP 1.6 : Perte d'énergie de l'atome d'hydrogène par rayonnement	2
EP 1.7 : Modèle de Bohr	3
EP 1.8 : Energie de liaison du positonium	3
EP 1.9 : Détermination du rapport des masses de l'électron et du proton	4
EP 1.10 : Expérience de Franck et Hertz	4
EP 1.11 : Modèle de Wilson-Sommerfeld	4
EP 1.12 : Superfluidité de l'hélium	5
EP 1.13 : Emission continue	5

2 Dualité onde-corpuscule

Rappels de cours

Exercices et problèmes

EP 2.1 : Ondes de De Broglie	61
EP 2.2 : Effet Compton	63

TABLE DES MATIÈRES

EP 2.3 : Interférences électroniques	70
EP 2.4 : Diffraction des neutrons	72
EP 2.5 : Effet de recul d'un atome	75
EP 2.6 : Collision photon-particule	79
EP 2.7 : Equation d'onde du photon	82
EP 2.8 : Vitesse de phase et vitesse de groupe	86
EP 2.9 : Pression de radiation	90
EP 2.10 : Transformée de Fourier	93
EP 2.11 : Etalement d'un paquet d'ondes gaussien	100
EP 2.12 : Largeur spectrale	109
EP 2.13 : Microscope de Heisenberg	113
EP 2.14 : Déflexion dans un champ magnétique	115
Particule dans un potentiel stationnaire	119
Rappels de cours	121
Exercices et problèmes	127
EP 3.1 : Discussion classique d'une courbe de potentiel	127
EP 3.2 : Effet tunnel et applications	131
EP 3.3 : Puits infini : Niveau de Fermi	138
EP 3.4 : Puits fini symétrique	140
EP 3.5 : Puits fini asymétrique	148
EP 3.6 : Approximation harmonique	154
EP 3.7 : Quantification gravitationnelle	159
EP 3.8 : Etats liés d'une particule dans un puits de potentiel sphérique	163
EP 3.9 : Effet MASER	170
EP 3.10 : Potentiel de Kronig-Penney	177
Bases mathématiques de la mécanique quantique	185
Rappels de cours	187
Exercices et problèmes	193
EP 4.1 : Inégalité de Schwartz	193
EP 4.2 : Algèbre des commutateurs	195
EP 4.3 : Dérivation d'un opérateur	200
EP 4.4 : Formule de Glauber	202
EP 4.5 : Fonction d'opérateurs	204

TABLE DES MATIÈRES

EP 4.6 : Trace d'un opérateur	204
EP 4.7 : Procédé d'orthogonalisation de Schmidt	204
EP 4.8 : Identité de Kubo	204
EP 4.9 : Théorème du viriel	204
EP 4.10 : Fonction de Dirac	204
EP 4.11 : Etats liés d'une particule dans un puits delta	204
EP 4.12 : Puits composé de plusieurs fonctions delta	204
EP 4.13 : Représentations $\{ r\rangle\}$ et $\{ p\rangle\}$	204
EP 4.14 : Equation de Schrödinger en représentation $\{ p\rangle\}$	204
EP 4.15 : Fonction d'onde en représentation $\{ p\rangle\}$	204
EP 4.16 : Hamiltonien perturbé	204
EP 4.17 : Niveaux d'énergie fonctions d'un paramètre	204
EP 4.18 : Quantification du champ électromagnétique	204
EP 4.19 : Ensemble de deux observables qui commutent	204
5 Postulats de la mécanique quantique	206
Rappels de cours	206
Exercices et Problèmes	207
EP 5.1 : Particule dans un potentiel coulombien	207
EP 5.2 : Hamiltonien perturbé	207
EP 5.3 : Mesure d'observables (1)	207
EP 5.4 : Mesure d'observables (2)	207
EP 5.5 : Mesure d'observables (3)	207
EP 5.6 : Mesure d'observables (4)	207
EP 5.7 : Mesure d'observables (5)	207
EP 5.8 : Système à deux niveaux	207
EP 5.9 : Relations d'Heisenberg	30
EP 5.10 : Matrice densité	30
EP 5.11 : Molécule diatomique	31
EP 5.12 : Molécule triatomique	31
EP 5.13 : Molécule à 6 atomes	31
EP 5.14 : Molécule à 6 atomes	32
EP 5.15 : Représentation d'interaction	32
EP 5.16 : Fonction de Green	33
EP 5.17 : Mesures portant sur un système de deux particules	33

TABLE DES MATIÈRES

Oscillateur harmonique	343
Exercices de cours	345
Exercices et Problèmes	349
P 6.1 : Méthode polynomiale	349
P 6.2 : Relation de Heisenberg	355
P 6.3 : Probabilité de mesure	358
P 6.4 : Etats quasi-classiques de l'oscillateur harmonique	361
P 6.5 : Oscillateur harmonique chargé dans un champ électrique constant	368
P 6.6 : Oscillateur harmonique chargé dans un champ électrique variable	373
P 6.7 : Oscillateur harmonique et opérateur de translation	381
P 6.8 : Modes propres de vibration de deux oscillateurs couplés (1)	385
P 6.9 : Modes propres de vibration de deux oscillateurs couplés (2)	389
P 6.10 : Modes propres de vibration de deux oscillateurs couplés (3)	395
P 6.11 : Modes propres de vibration de deux oscillateurs couplés (4)	401
P 6.12 : Oscillateur harmonique et opérateur d'évolution	410
Bibliographie	419
Index	421
Annexe	422

Chapitre 1

Origines de la physique quantique
