

Table des matières

INTRODUCTION..... 1

Une nouvelle physique par une nouvelle génération de physiciens.....	1
Des mathématiques simples en mal d'interprétation physique	4
Une nouvelle vision de la réalité	4
La question de l'interprétation de la mécanique quantique	7
Un sujet difficile.....	8
Comment lire ce livre	9

1. UNE BREVE HISTOIRE DES DEBUTS DE LA PHYSIQUE

QUANTIQUE.....11

La physique atomique à l'orée du XX ^e siècle	12
Des quanta de Planck aux photons d'Einstein	21
Les spectres atomiques expliqués	31
La mécanique ondulatoire.....	36
La mécanique des matrices d'Heisenberg	47
L'équation d'onde de Schrödinger.....	54
L'abandon du déterminisme.....	61
Une onde de probabilité.....	64

2. ETRE ET NE PAS ETRE : LA SUPERPOSITION73

La notion d'état en physique classique.....	74
Au cœur des ondes quantiques	75
Une petite digression par le spin	77
Etat et mesure	80
Tous les états à la fois.....	86
Etre et ne pas être ou l'incroyable destin du chat de Schrödinger	89

Etre là où l'on ne peut pas être : l'effet tunnel.....	93
La résonance quantique	100
Le MASER à ammoniac	106
L'horloge atomique à jet de césium	112
Créer une horloge en superposant les états d'un atome	116

3. ET POURTANT, ELLES TOURNENT !.....121

Les bizarreries du moment cinétique en physique quantique	122
Le spin	128
Zoom sur le spin 1/2	130
Le spin 1.....	136
Le cas particulier des photons	137
Les photons au service de la cryptographie.....	140
Les deux versions de la matière : les bosons et les fermions.....	148
Les condensats de Bose-Einstein	155
Les gaz de fermions	160

4. TRICOTER DES ETATS : L'INTRICATION169

Tricoter des électrons et des photons	170
Une théorie incomplète ?.....	176
Tester les inégalités de Bell	180
Cohérence et décohérence quantiques.....	181
Le LASER	186
La téléportation quantique.....	189
Quand l'intrication défie la résistance électrique : la supraconductivité	194

5. L'ORDINATEUR QUANTIQUE.....207

L'information.....	208
Du bit au qubit.....	213
Fabriquer des qubits.....	216
Calculer avec des qubits	232

De la théorie à la réalité248
Difficultés et perspectives257

6. LES INTERPRETATIONS MODERNES DE LA MECANIQUE QUANTIQUE.....259

Les difficultés de l'interprétation de l'Ecole de Copenhague261
Les mondes multiples (Hugh Everett) 265
Histoires cohérentes (Griffiths, Gell-Mann, Hartle, Omnès)268
La décohérence quantique (Heinz-Dieter Zeh, Wojciech Zurek)274
L'interprétation relationnelle (Carlo Rovelli)276
La reconstruction de la mécanique quantique ou comment en éviter une réinterprétation..... 284

QUELQUES COMPLEMENTS SUR LES ONDES ET LE CHAMP ELECTROMAGNETIQUE.....287

Les propriétés fondamentales des ondes287
Les interférences291
Les ondes stationnaires293
La décomposition spectrale d'une onde.....295
Vitesse de phase et vitesse de groupe.....296
Le champ électromagnétique297

INDEX301