

Sommaire

Avant-propos.....	9
Chapitre I : La métamorphose de la physique.....	11
Un environnement bien tranquille	11
Le saut dans l'inconnu	13
Chapitre II : Les grands principes et les notions essentielles	19
Les principes de conservation de quantités physiques	20
Acte I : Énergie	20
Acte II : Impulsion.....	21
Acte III : Moment angulaire.....	21
Acte IV : Autres quantités physiques	22
Acte V : Intervention d'Emmy Noether	22
Acte VI : Le principe de moindre action.....	23
Les notions essentielles.....	24
Champ.....	24
Interaction	25
Symétries	27
Symétrie de jauge et brisure de symétrie	29
Théorie de jauge.....	31
Antimatière.....	32
Une application des antiparticules : le TEPscan hospitalier.....	35
Chapitre III : La montée vers la simplicité.....	37
Prologue : le capharnaüm des interactions à l'aube du XX ^e siècle.....	38
<i>Étape 1 : l'interaction gravitationnelle</i>	39
<i>Étape 2 : l'interaction électromagnétique</i>	40
Interaction électromagnétique et charges électriques, équations de Maxwell.....	41
Le spectre électromagnétique	45
La lumière visible et l'arc-en-ciel	46
Le rayonnement électromagnétique et le corps humain	48
<i>Étape 3 : l'interaction faible</i>	50

La radioactivité	50
Un voyage magique et merveilleux vers l'atome.....	51
La désintégration β^-	53
Une application de la désintégration β^- : la datation au Carbone-14.....	53
La désintégration β^+	55
Il y a un fantôme dans la désintégration β^- !	55
Les neutrinos	56
Oscillations et énergies de masse des neutrinos.....	57
Le fonctionnement des étoiles (le soleil)	58
<i>Étape 4 : l'interaction électrofaible</i>	60
Courants chargés et courant neutre	63
<i>Étape 5 : l'interaction forte</i>	64
La théorie des quarks.....	64
La chromodynamique quantique ou QCD	66
Les gluons.....	68
Une corde	70
Le confinement des quarks.....	71
<i>Étape 6 (et dernière) : le modèle standard</i>	72
Conservation du nombre leptonique.....	75
Conservation du nombre baryonique.....	76
Conclusion sur le modèle standard.....	78
Le siècle de la physique des particules.....	79
Vers la Grande Unification	85
Chapitre IV : La relativité restreinte	87
Préambule : un état des lieux des « galiléens » à l'arrivée d'Einstein.....	87
Une histoire de référentiels.....	88
L'expérience décisive : Michelson et Morley	91
L'apport d'Einstein en 1905 : un photon dans deux référentiels.....	92
Masse-énergie.....	96
Espace-temps	98
Une affaire de métrique.....	99
La métrique de l'espace euclidien	99
La métrique de l'espace-temps.....	100
Une nouvelle unité de longueur : la « seconde-lumière ».....	102
(Chrono)géométrie de l'espace-temps, cône de lumière et ligne d'univers...	102
Chapitre V : La relativité générale	107
Prélude : la relativité restreinte laisse à Einstein un goût amer.....	107
Un ascenseur en chute libre.....	108
Une boîte aux confins de l'univers.....	108
Principe d'équivalence.....	109
Formalisme de la relativité générale	110
Notation de Riemann	110
Vers l'équation d'Einstein.....	112

Une image gastronomique de l'espace-temps déformé.....	115
Une image mobilière de l'espace-temps déformé	116
La théorie d'Einstein confrontée à la réalité expérimentale	118
Chapitre VI : Physique quantique : naissance et premiers pas.....	121
Introduction : Qu'est-ce que la physique quantique	122
Mécanique quantique : quand ?	122
Naissance de la mécanique quantique : la constante de Planck	123
La mécanique quantique s'installe : l'effet photoélectrique.....	124
Argument des réticents.....	125
Chapitre VII : Physique quantique : fin de l'adolescence.....	127
Les réticents K.-O.	127
La mécanique quantique rallie les derniers « refuzniks » :	
l'effet Compton.....	128
La fin de la controverse : la lumière est une onde et un corpuscule	129
Le grand saut : TOUT est onde et corpuscule	131
L'apport de Broglie : le triomphe de l'onde.....	131
Représenter une particule : une fonction d'onde	132
Chapitre VIII : Physique quantique : la maturité.....	135
L'équation de Schrödinger.....	135
Une application de l'équation de Schrödinger :	
le microscope à effet tunnel.....	141
Chapitre IX : Physique quantique : la sagesse	145
Le modèle de l'atome de Bohr.....	146
Portrait de l'atome	150
Électrons.....	151
Noyau.....	153
Retour à l'atome de Bohr	153
Une application de l'atome de Bohr : le laser.....	153
Demi-vie ou vie moyenne	154
Une autre expérience décisive : Stern et Gerlach.....	155
Le spin	157
Principe d'exclusion de Pauli, statistique de Bose-Einstein	159
Une application du spin : l'IRM hospitalier	160
Précision de la mesure : les incertitudes de Heisenberg.....	161
L'électrodynamique quantique ou QED.....	163
Les diagrammes de Feynman	165
Calcul du moment magnétique de l'électron.....	166
Le problème des infinis : la renormalisation	168
Fin des controverses	169
Conclusion.....	171
Épilogue.....	173

Bibliographie.....	175
Appendice I : Puissances de 10, unités et tailles comparées.....	177
Puissances de 10 et appellations usuelles.....	177
Autres unités d'énergie et de longueur.....	179
Taille comparée de quelques objets.....	180
Appendice II : Les éléments.....	183
Tableau périodique des éléments ou classification périodique.....	183
Utilisation du tableau périodique.....	186
Représentations d'un élément.....	186
Chaîne de L'Uranium-238.....	187
Isotopes.....	187
Configurations électroniques.....	187
Brève histoire de l'univers, naissance des éléments.....	191
Appendice III : Jargon.....	199
Section efficace.....	199
Luminosité.....	201
Nombre d'Avogadro.....	202
Mole.....	202
Distribution angulaire.....	203
Calendrier d'une expérience simple.....	204
Appendice IV : Compléments mathématiques.....	207
Petit rappel des règles mathématiques à respecter.....	207
<i>I. Démonstrations diverses.....</i>	209
Calcul des paramètres de la collision Compton.....	209
Obtention de la loi de décroissance exponentielle.....	215
Relation entre fréquence et longueur d'onde pour un photon.....	218
La théorie de jauge : des cercles et des ressorts.....	219
<i>II. Démonstrations relatives à la relativité.....</i>	222
Un photon dans deux référentiels.....	222
Expérience de pensée donnant le facteur de dilatation du temps.....	224
Justification de la contraction des longueurs.....	225
Loi des vitesses avec les transformations de Galilée et de Lorentz-Poincaré... ..	227
La transformation de Galilée est :.....	227
La transformation de Lorentz-Poincaré est :.....	228
Obtention de l'équation d'Einstein $E = mc^2$	229
Notation de Riemann et théorème de Pythagore.....	231
Métrique de l'espace euclidien.....	232
Métrique de l'espace-temps.....	233
Le cône de lumière et les régions de l'espace-temps.....	235

<i>III. Démonstrations relatives à la physique quantique</i>	236
Expression d'un minuscule système en unités de h, sa longueur d'onde.....	236
Fonction d'onde de Broglie	238
Rayons possibles pour les orbites de l'atome de Bohr.....	240
Petites règles mathématiques pour la suite	241
Dérivée seconde, par rapport à l'espace, de la fonction d'onde.....	243
Obtention des deux relations de base de l'équation de Schrödinger	244
Première relation :	
variation de la fonction d'onde par rapport au temps	244
Deuxième relation :	
variation de la fonction d'onde par rapport à l'espace.....	245
Obtention de l'équation de Schrödinger	246
Résolution de l'équation de Schrödinger (cas particulier de l'effet tunnel) ..	247
Appendice V : Listes diverses	253
Liste des analogies et des exemples	253
Liste des figures.....	255
Liste des scientifiques cités dans cet ouvrage qui ont reçu un prix Nobel	256
Glossaire	261
Index	285