

# INTRODUCTION À LA PHYSIQUE SUBATOMIQUE

---

André Rougé



ÉCOLE POLYTECHNIQUE



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Panorama de la Physique des Particules</b>	<b>9</b>
1.1	Historique . . . . .	10
1.2	Résumé–lexique . . . . .	15
1.3	Production et détection des particules . . . . .	24
<b>A</b>	<b>Symétries</b>	<b>27</b>
<b>2</b>	<b>Symétries, Invariances, Lois de conservation</b>	<b>29</b>
2.1	Symétries et lois de conservation en Mécanique Classique . . . . .	30
2.2	Lois de symétrie en Mécanique Quantique . . . . .	31
<b>3</b>	<b>Spin et rotations, addition des spins</b>	<b>41</b>
3.1	Quelques propriétés des rotations . . . . .	41
3.2	Rotations en Mécanique Quantique . . . . .	43
3.3	Rappels des propriétés des moments cinétiques . . . . .	44
3.4	Transformation des observables, conservation du moment cinétique . . . . .	44
3.5	Spin, hélicité, le spin des particules de masse nulle . . . . .	46
3.6	Application à l'étude d'une désintégration . . . . .	49
3.7	Addition des Moments cinétiques . . . . .	52
<b>4</b>	<b>Symétries discrètes, Parité, Conjugaison de charge</b>	<b>61</b>
4.1	La Parité . . . . .	61
4.2	La Conjugaison de charge . . . . .	67
4.3	Autres symétries discrètes . . . . .	70
4.4	La non conservation de P et C dans les interactions faibles . . . . .	72
<b>5</b>	<b>Le modèle non relativiste des Quarks</b>	<b>77</b>
5.1	Introduction, les quarks, la couleur. . . . .	77



5.2	Les baryons . . . . .	85
5.3	Les mésons légers . . . . .	94
5.4	Les quarks lourds, le quarkonium . . . . .	97
<b>A</b>	<b>Exercices</b>	<b>101</b>
<b>B</b>	<b>Relativité</b>	<b>117</b>
<b>6</b>	<b>Introduction</b>	<b>119</b>
<b>7</b>	<b>Transformations de Lorentz</b>	<b>123</b>
7.1	Les postulats . . . . .	123
7.2	Transformations des coordonnées d'espace et de temps . . . . .	123
7.3	Quadrivecteurs et invariants, espace-temps . . . . .	130
7.4	Tenseurs, formalisme tensoriel . . . . .	135
7.5	Apparence des objets en mouvement . . . . .	137
<b>8</b>	<b>Impulsion et énergie</b>	<b>139</b>
8.1	Quadrivecteur impulsion-énergie . . . . .	139
8.2	Particules de masse nulle . . . . .	142
8.3	Cinématique des réactions entre particules . . . . .	142
8.4	$E = mc^2$ . . . . .	149
8.5	Equation fondamentale de la dynamique . . . . .	150
<b>9</b>	<b>Electromagnétisme</b>	<b>153</b>
9.1	Lois de transformation des grandeurs électromagnétiques . . . . .	153
9.2	Applications . . . . .	158
<b>B</b>	<b>Exercices</b>	<b>171</b>
<b>C</b>	<b>Réactions</b>	<b>179</b>
<b>10</b>	<b>Collisions, Sections efficaces</b>	<b>181</b>
10.1	Définition de la section efficace . . . . .	181
10.2	Calcul des sections efficaces . . . . .	187
<b>11</b>	<b>Désintégrations, Durées de vie</b>	<b>201</b>

11.2	Calcul des vies moyennes en Mécanique Quantique . . . . .	202
11.3	Ordres de grandeur . . . . .	205
11.4	Désintégration et oscillations, le système $K^0 \bar{K}^0$ . . . . .	211
<b>12</b>	<b>Processus fondamentaux</b>	<b>221</b>
12.1	Amplitudes Invariantes . . . . .	221
12.2	Opérateurs d'annihilation et de création, Hamiltoniens. . . . .	224
12.3	Quelques propriétés des perturbations invariantes . . . . .	230
<b>C</b>	<b>Exercices</b>	<b>235</b>
	<b>Appendices</b>	<b>247</b>
<b>A</b>	<b>Distributions, Distribution de Dirac, Bases continues</b>	<b>247</b>
A.1	Distributions . . . . .	247
A.2	Bases continues . . . . .	248
<b>B</b>	<b>Applications de la théorie des groupes</b>	<b>251</b>
B.1	Introduction . . . . .	251
B.2	Vocabulaire . . . . .	252
B.3	Le lemme de Schur, règles de sélection et dégénérescences . . . . .	256
B.4	Les groupes de permutations et le principe de Pauli . . . . .	258
B.5	Le groupe des rotations, SU(2) et les spins demi-entiers . . . . .	260
B.6	Le groupe de Poincaré et la définition relativiste du spin . . . . .	262
B.7	SU(2), SU(3), algèbres de Lie et symétries internes . . . . .	266
<b>C</b>	<b>Corrigés des exercices</b>	<b>281</b>
	<b>Index</b>	<b>313</b>



20465 20379 رقم الحـ  
20798 رقم الفاتورة :  
4251 11/98 التاريخ :  
A1 E5 B5 الأصل :



Cet ouvrage est issu de cours donnés dans la majeure de physique de l'École Polytechnique. Il offre une introduction simple à la physique contemporaine des particules élémentaires, illustrée par des résultats d'expériences récentes.

Sur un plan pédagogique, il s'inscrit dans le prolongement du cours de Mécanique Quantique et donne de nombreuses applications de ses concepts et de ses techniques dans le domaine de la physique subatomique. Il fournit aussi une introduction à la relativité restreinte, orientée vers les applications en physique des particules et physique nucléaire.

Le texte est complété par de nombreux exercices et problèmes dont les solutions sont données à la fin du volume. Écrit pour des élèves dont le niveau est celui d'une maîtrise de physique, il peut par ses compléments et appendices, être également utile dans des enseignements de troisième cycle.



ISBN 2-7298-5713-3