

**Guy Louis-Gavet**

# **La physique quantique**

© Groupe Eyrolles, 2012  
ISBN : 978-2-212-55276-8

**EYROLLES**



## Table des matières

Sommaire .....	5
Préambule .....	7
<i>Un monde à trois facettes</i> .....	7
<i>À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle...</i> .....	8
<i>L'élaboration de la physique quantique</i> .....	10

### **Première période (1900-1921) :**

#### **Les pères fondateurs ..... 15**

#### **Max Planck (1858-1947) ..... 17**

Le four du boulanger .....	19
Les quanta d'énergie .....	22
<i>L'haltérophile</i> .....	25
<i>L'escalier bizarre</i> .....	26
<i>La pseudo-réalité scientifique</i> .....	26
<i>L'extraordinaire découverte de Planck</i> .....	27

#### **Albert Einstein (1879-1955) ..... 29**

Einstein à la recherche des atomes .....	31
<i>La sève au printemps</i> .....	32
<i>Nouvelles lois thermodynamiques</i> .....	33
<i>L'intuition d'Einstein</i> .....	33
<i>Atomes et grains de pollen</i> .....	34
L'existence des quanta de lumière, ou photons .....	36
<i>L'effet photoélectrique</i> .....	37
La lumière, onde ou formation de particules (ou photons) ? .....	40

<b>Niels Bohr (1885-1962)</b> .....	<b>43</b>
La structure des atomes .....	45
<i>La première structure quantique d'un atome</i> .....	47
Explication des raies spectrales d'un atome .....	49
La structure quantique de l'atome de Bohr .....	53
La table périodique de Mendeleïev .....	54
D'autres raies du spectre s'invitent .....	55
<i>Les orbites elliptiques</i> .....	56
<i>Le troisième nombre quantique</i> .....	56
<i>Le spin et le quatrième nombre quantique</i> .....	57
Le principe d'exclusion .....	59
<i>Taux de remplissage des différentes orbites</i> .....	60
<b>Deuxième période (1922-1927)</b>	
<b>La nouvelle physique quantique</b> .....	<b>63</b>
<b>Louis de Broglie (1892-1987)</b> .....	<b>65</b>
La composition de la lumière .....	68
L'onde de matière, ou onde pilote .....	71
<i>Orbites rigides devenues ondes</i> .....	73
<i>Caractéristiques de l'onde pilote</i> .....	76
De Broglie, savant hors pair de transition .....	78
<b>Werner Heisenberg (1901-1976)</b> .....	<b>83</b>
L'atome de Bohr, objet purement mathématique .....	85
Atome d'hydrogène et mécanique matricielle .....	87
<i>La délivrance</i> .....	90
Le principe d'indétermination .....	92
<i>L'équation du principe d'indétermination</i> .....	96
<b>Erwin Schrödinger (1887-1961)</b> .....	<b>99</b>
Une fonction d'onde particulière .....	102
<i>L'équation d'ondes contenant la fonction d'onde</i> .....	103
<i>Une application élargie</i> .....	105
Max Born et la fonction d'onde de Schrödinger .....	106
Schrödinger et les chats .....	109
<b>Paul Dirac (1902-1984)</b> .....	<b>113</b>
L'équation quantique et relativiste de Dirac .....	116
L'électrodynamique quantique relativiste .....	121

<b>Troisième période (1927-1970)</b>	
<b>La révolte d'Einstein et le quatrième mousquetaire. . . . .</b>	<b>127</b>
<b>Albert Einstein contre Niels Bohr . . . . .</b>	<b>129</b>
Quel statut pour la physique quantique ? . . . . .	131
Bohr et l'interprétation de Copenhague . . . . .	134
<i>Élaboration des principes de Bohr . . . . .</i>	<i>135</i>
Einstein contre Bohr : le congrès de Solvay de 1927 . . . . .	138
Le congrès de Solvay de 1930 . . . . .	141
La dernière tentative d'Einstein . . . . .	142
La rupture est consommée . . . . .	144
<b>Richard Feynman (1918-1988), le quatrième mousquetaire . . . . .</b>	<b>147</b>
L'électrodynamique quantique . . . . .	149
<i>Intégrales de chemin . . . . .</i>	<i>150</i>
<i>Généralisation . . . . .</i>	<i>153</i>
<i>Les diagrammes de Feynman . . . . .</i>	<i>154</i>
<i>Le problème des infinis . . . . .</i>	<i>158</i>
La théorie quantique des champs . . . . .	158
<i>L'échec lié à la gravitation . . . . .</i>	<i>160</i>
<i>Les interactions (ou forces) nucléaires faibles . . . . .</i>	<i>161</i>
<i>Les interactions (ou forces) nucléaires fortes . . . . .</i>	<i>162</i>
<i>Le déshabillage de la matière . . . . .</i>	<i>164</i>
Une vie consacrée à la physique quantique . . . . .	164
Conclusion . . . . .	167
<i>L'infiniment petit . . . . .</i>	<i>167</i>
<i>Nouvelles applications quantiques . . . . .</i>	<i>175</i>
<i>Le « modèle standard » . . . . .</i>	<i>179</i>
<i>Le LHC : un outil formidable . . . . .</i>	<i>181</i>
Index des personnes . . . . .	185
Index des notions . . . . .	187