

Wilfried Kuhn
Janez Strnad

Quantenfeldtheorie

Photonen und ihre Deutung



Inhaltsverzeichnis

Methodisches Konzept	1
1 Klassische Mechanik	5
1.1 Grundbegriffe	5
1.2 Harmonischer Oszillator	7
2 Quantenmechanik	10
2.1 Grundbegriffe	10
2.2 Schrödinger-Gleichung	12
2.3 Vertauschbarkeit von Operatoren	15
2.4 Harmonischer Oszillator	16
2.5 Hermite-Polynome	19
2.6 Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren	22
2.7 Orthogonalität und Normierung	27
2.8 Entwicklung nach Eigenfunktionen	29
2.9 Erwartungswerte und Unschärfen	31
2.10 Matrizen	34
2.11 Selbstdjungierte Operatoren	38
2.12 Unschärfebeziehung	42
2.13 Kohärente Zustände	44
2.14 Heisenberg-Bild	54
2.15 Teilchenzahldarstellung und Dirac-Schreibweise	58
2.16 Gequetschte Zustände	63
2.17 Phase	67
2.18 Quantenmechanik und klassische Mechanik	78
3 Klassische Elektrodynamik	81
3.1 Grundlagen	81
3.2 Laufende und stehende Wellen	85
3.3 Schwingungen und Wellen	89
3.4 Modendichte	91
3.5 Dipolstrahlung	93
4 Theorie der Photonen	96
4.1 Quantisierung des elektromagnetischen Feldes	96
4.2 Feldquantisierung mit stehenden Wellen	98

4.3	Feldquantisierung mit laufenden Wellen	104
4.4	Was sind eigentlich Photonen?	108
4.5	Kohärente Zustände	112
4.6	Quantentheorie und klassische Elektrodynamik	116
4.7	Vielmodenzustände	117
4.8	Statistische Gemische	122
4.9	Thermisches monochromatisches Licht	125
4.10	Thermisches Vielmoden-Licht	128
4.11	Strahlung des schwarzen Körpers	131
4.12	Strahlungsübergänge	133
4.13	Matrixelemente für Strahlungsübergänge	138
4.14	Spontane und stimulierte Emission und Absorption	139
4.15	Halbklassische Näherung	143
4.16	Einstein-Koeffizienten	145
4.17	Spontane Emission	148
4.18	Gibt es eine Photonen-Wellenfunktion?	150
4.19	Photonen und Elektronen	154
5	Effekte und Experimente	161
5.1	Laser	161
5.2	Intensitätsmessung	167
5.3	Interferenz	168
5.4	Photoionisation	178
5.5	Casimir-Kraft	183
5.6	Lamb-Verschiebung	189
5.7	Photonenkorrelationen erster Ordnung	193
5.8	Photonenkorrelationen zweiter Ordnung	197
5.9	Hohlraum-Quantenelektrodynamik und Mikromaser	205
5.10	Experiment mit einzelnen Photonen	210
5.11	Photonenzählung	216
5.12	Nichtklassisches Licht	218
5.13	Compton-Effekt	221
5.14	Photoeffekt	226
	Schlußwort	235
	Literatur	238
	Sachwortverzeichnis	239