

Inhalt

Vorwort	5
Literatur	8
1 Algebraische Grundlagen	13
1.1 Operatoren & Matrizen	14
1.2 Algebren	16
1.3 Operator-Exponentialfunktionen	19
2 Quantenmechanische Grundlagen	25
2.1 Zustände und Observable	25
2.2 Schrödinger- und Heisenberg-Bild	27
2.3 Zeitperiodische Systeme & Floquet-Theorie	32
3 Die Oszillator-Algebra	35
3.1 Der harmonische Oszillator	36
3.2 Verschiebungs- & Squeeze-Operatoren	41
3.3 Eigenwerte und Eigenzustände	44
3.3.1 Matrixelemente	46
3.3.2 Kohärente Zustände	47
3.3.3 Gequetschte kohärente Zustände	52
3.4 Teilchen: Bosonen und Fermionen	54
3.5 Gekoppelte Oszillatoren	56
3.6 Anharmonische Oszillatoren	57
3.6.1 Der Morse-Oszillator	58
3.6.2 Das Pöschl-Teller-Potential	61
4 Drehimpuls und Spin	63
4.1 Die Drehimpuls-Algebra	63
4.2 Bahndrehimpuls und Spin	68
4.3 Kohärente Spinzustände	70
4.4 Die Schwinger-Transformation	72

5	Supersymmetrie	75
5.1	Die Superladung	75
5.2	Ein supersymmetrischer Oszillator	77
5.3	Supersymmetrische Quantenmechanik	78
5.4	Supersymmetrische Ketten und Forminvarianz	83
6	Lie-Algebren	89
6.1	Beispiele für Lie-Algebren	90
6.2	Einführung in die Strukturtheorie	95
6.3	Kanonische Ähnlichkeitstransformationen	102
6.4	Lie-Algebren der Dimension zwei	102
6.5	Einfache Lie-Algebren der Dimension drei	104
6.6	Die erweiterte Oszillator-Algebra	108
6.7	Deformierte Algebren	109
6.8	Treue Darstellungen und ihre Anwendungen	116
6.9	Exponentielle Operatorprodukte	124
7	Lie-algebraische Zeitentwicklung	129
7.1	Operator-Zeitentwicklung und Erwartungswerte	131
7.2	Oszillator-Systeme	133
7.2.1	Die einfachen $\mathfrak{su}(2)$ - und $\mathfrak{su}(1,1)$ -Algebren	134
7.2.2	Die auflösbaren Algebren	138
7.2.3	Observable im Heisenberg-Bild	141
7.2.4	Matrizelemente und Übergangswahrscheinlichkeiten	143
8	Harmonischer Oszillator mit Dämpfung und Antrieb	145
8.1	Klassische und quantenmechanische Grenzzyklen	147
8.2	Der ungedämpfte Oszillator	150
9	Erhaltungsgrößen und dynamische Invarianten	153
9.1	Integrable Systeme	153
9.2	Dynamische Invarianten	156
9.2.1	Der harmonische Oszillator	158
9.2.2	Zweiniveausysteme	163
10	Quantenmechanik im Phasenraum	165
10.1	Weyl-Symbole und Wigner-Dichten	167
10.2	Moyal-Produkt und Moyal-Klammer	169
10.3	Zeitentwicklung	172
10.4	Der harmonische Oszillator	175

11	Dynamik in angetriebenen Gittern	179
11.1	Eindimensionale Tight-Binding-Dynamik	179
11.1.1	Dynamische Invarianten	188
11.1.2	Das Single-Band-Modell	189
11.2	Zweidimensionale Tight-Binding-Systeme	190
11.2.1	Zeitunabhängige Felder	193
11.2.2	Lissajous-Dynamik	194
12	Mehrteilchen-Systeme	197
12.1	Das Bose-Hubbard-Dimer	197
12.2	Vielteilchen-Konversion	203
13	Aspekte nicht-hermitescher Dynamik	211
13.1	Biunitäre Zeitentwicklung	213
13.2	Der angetriebene gedämpfte harmonische Oszillator	215
13.3	Nicht-hermitesche Zweiniveaudynamik	218
13.4	Das PT-symmetrische Bose-Hubbard-Dimer	223
13.5	Der Swanson-Oszillator	230
13.5.1	Übergangsmatrixelemente	232
13.5.2	Zeitentwicklung kohärenter Zustände	233
13.5.3	Zeitentwicklung der Operatoren und Erwartungswerte	234
14	Offene Quantensysteme und Lindblad-Dynamik	239
14.1	Lindblad-Dynamik	239
14.2	Zweiniveausystem mit spontaner Emission	241
14.3	Der gedämpfte harmonische Oszillator	244
14.3.1	Eine spezielle Klasse von Lösungen	248
14.3.2	Operatorevolution im Heisenberg-Bild	255
14.3.3	Allgemeine Lindblad-Lösung	257
15	Lösungen der Aufgaben	269
A	Unendlichdimensionale Hilbert-Räume	315
B	Legendre-Polynome & Gauß-Integrale	319
	Index	321