

Inhalt

Vorwort	5
1 Einführung	11
2 Grundlagen	15
2.1 Die Sprache der Physik	15
2.2 Klassische Mechanik	16
2.3 Quantenmechanik	18
2.4 Die lineare Welt – ein Gedankenspiel	21
2.5 Mathematische Vorbereitungen	23
2.5.1 Komplexe Zahlen	24
2.5.2 Potenzreihen	26
2.5.3 Vektoren	28
2.5.4 Matrizen	30
2.5.5 Die Deltafunktion	33
2.5.6 Lineare Differentialgleichungen	34
2.6 Lösungen der Übungsaufgaben	36
3 Lineare Räume und lineare Operatoren	39
3.1 Der Hilbert-Raum	39
3.1.1 Basisdarstellung	42
3.1.2 Der Dualraum	44
3.1.3 Die Dirac-Notation	45
3.2 Lineare Operatoren	47
3.3 Zugeordnete Operatoren	55
3.4 Hermitesche und unitäre Operatoren	56
3.5 Lösungen der Übungsaufgaben	58
4 Lineare Operatoren und Hilbert-Räume	61
4.1 Eigenvektoren und Eigenwerte	61
4.1.1 Operatorfunktionen	64

4.1.2	Eigenwerte und Eigenvektoren hermitescher Operatoren	64
4.1.3	Eigenwerte und Eigenvektoren unitärer Operatoren	67
4.1.4	Unitäre Transformation von Operatoren	68
4.2	Operatorräume	68
4.3	Erwartungswerte, Vertauschungsrelationen und Unschärfe	70
4.3.1	Verträgliche Operatoren	73
4.3.2	Die Unschärferelation	74
4.4	Leiteroperatoren, Erzeuger und Vernichter	76
4.5	Unendlichdimensionale Hilbert-Räume*	80
4.6	Lösungen der Übungsaufgaben	90
5	Quantenmechanik – ein kurzer Überblick	93
5.1	Messungen	94
5.2	Die klassische Mechanik	96
5.3	Die Schrödinger-Gleichung	98
5.4	Zweizustandssysteme und Spinmatrizen	106
5.5	Zeitentwicklung	109
5.6	Das Heisenberg-Bild	116
5.7	Mehrdimensionale Systeme	119
5.8	Mehrteilchensysteme und Verschränkung	124
5.9	Lösungen der Übungsaufgaben	128
6	Spezielle Funktionen	133
6.1	Orthogonale Polynomsysteme	133
6.1.1	Hermite-Polynome	134
6.1.2	Legendre-Polynome	138
6.1.3	Laguerre-Polynome	140
6.2	Kugelfunktionen	141
6.3	Bessel-Funktionen*	143
6.4	Lösungen der Übungsaufgaben	146
7	Elemente der Gruppentheorie*	149
7.1	Gruppen*	150
7.1.1	Permutationsgruppen*	155
7.1.2	Kontinuierliche Gruppen*	156
7.2	Darstellungen**	158
7.3	Lie-Gruppen und Lie-Algebren**	165
7.4	Symmetrien und unitäre Darstellungen in der Quantenmechanik*	172
7.4.1	Kontinuierliche Gruppen*	174

7.4.2	Raumspiegelung*	176
7.4.3	Identische Teilchen*	178
7.5	Lösungen der Übungsaufgaben*	183
8	Rechen- und Näherungsmethoden	189
8.1	Störungstheorie	189
8.2	Variationsrechnung	192
8.3	Numerische Methoden	195
8.3.1	Das „Shooting“-Verfahren	195
8.3.2	Basissatzentwicklung	196
8.3.3	Diskrete Operatordarstellung	197
8.4	Lösungen der Übungsaufgaben	201
A	Ergänzungen und mathematische Details	205
A.1	Wahrscheinlichkeiten	205
A.2	Lineare Differentialgleichungen	213
A.3	Fourier-Transformation	215
A.4	Die Dimensionsformel	217
A.5	Das Lebesgue-Stieltjes-Integral	218
A.6	Der statistische Operator*	219
A.7	Lösungen der Übungsaufgaben	222
B	Glossar	225
C	Bezeichnungen und Symbole	231
	Index	235