

Inhaltsverzeichnis

1	Quantenmechanische Grundlagen von Lasern	1
1.1	Einstein-Ratengleichungen und Plancksches Strahlungsgesetz	1
1.2	Übergangswahrscheinlichkeiten und Matrixelemente	5
1.2.1	Dipolstrahlung und spontane Emission	5
1.2.2	Stimulierte Emission und Absorption	7
1.3	Modenstruktur und spontane Emission	10
1.3.1	Modendichte des Vakuums und von optischen Medien	10
1.3.2	Vakuumfluktuationen und spontane Emission	12
1.4	Wirkungsquerschnitte und Linienverbreiterung	15
1.4.1	Wirkungsquerschnitte von Absorption und Emission	15
1.4.2	Natürliche Linienbreite und Verbreiterung von Spektrallinien	19
2	Prinzip der Laser	23
2.1	Besetzungsinversion und Rückkopplung	23
2.1.1	Das Zwei-Niveau-System	24
2.1.2	Drei- und Vier-Niveau-Systeme	25
2.1.3	Die Rückkopplungsbedingung	34
2.2	Spektroskopische Laser-Ratengleichungen	36
2.2.1	Besetzung der Niveaus und stationärer Betrieb	36
2.2.2	Relaxationsoszillationen	42
2.3	Potentialmodell des Lasers	46
3	Optische Resonatoren	49
3.1	Lineare Resonatoren und Stabilitätskriterien	49
3.1.1	Grundlagen der Matrizenoptik	49
3.1.2	Stabile und instabile Resonatoren	51
3.2	Modenstruktur und Intensitätsverteilung	54
3.2.1	Die Grundmode: der Gauß-Strahl	55
3.2.2	Transversale Moden höherer Ordnung und Strahlqualität	60
3.2.3	Longitudinale Moden und Lochbrennen	69
3.3	Linienbreite der Laseremission	73
4	Erzeugung von kurzen und ultrakurzen Pulsen	77
4.1	Grundlagen der Güteschaltung	77
4.1.1	Aktive Güteschaltung	78
4.1.2	Experimentelle Umsetzung	84
4.1.3	Passive Güteschaltung	90
4.1.4	Skalierungsgesetze von wiederholtem Güteschalten	93
4.2	Grundlagen der Modenkopplung und ultrakurzer Pulse	96
4.2.1	Aktive Modenkopplung	98
4.2.2	Passive Modenkopplung	101
4.2.3	Pulskompression von ultrakurzen Pulsen	103

5 Beispiele für Laser und deren Anwendungen	111
5.1 Gaslaser: der Helium-Neon-Laser	112
5.2 Festkörperlaser	114
5.2.1 Der Nd ³⁺ -Laser	116
5.2.2 Der Tm ³⁺ -Laser	129
5.2.3 Der Ti ³⁺ :Al ₂ O ₃ -Laser	139
5.3 Spezielle Realisierungen von Lasern	146
5.3.1 Thermische Linse und thermische Spannung	147
5.3.2 Der Faserlaser	151
5.3.3 Der Scheibenlaser	170
Literaturverzeichnis	181
Index	185