

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Emission und Absorption von Licht	5
2.1	Die Moden des elektromagnetischen Feldes in einem Hohlraum	5
2.2	Thermische Strahlung; Planck'sches Gesetz	8
2.3	Absorption, induzierte und spontane Emission, Einstein-Koeffizienten	10
2.4	Grundbegriffe der Strahlungsmessung	14
2.5	Polarisation von Licht	17
2.6	Absorption und Dispersion	19
2.6.1	Klassisches Modell	20
2.6.2	Linienspektren und kontinuierliche Spektren	24
2.6.3	Oszillatorenstärken und Einstein-Koeffizienten	25
2.7	Übergangswahrscheinlichkeiten	28
2.7.1	Lebensdauer angeregter Zustände	29
2.7.2	Semiklassische Behandlung der Übergangswahrscheinlichkeit	30
2.8	Kohärenz	32
2.8.1	Kohärenz eines Strahlungsfeldes	32
2.8.2	Zeitliche Kohärenz	33
2.8.3	Räumliche Kohärenz	35
2.8.4	Kohärenzvolumen	36
2.8.5	Kohärenz atomarer Zustände	39
3	Linienbreiten und Profile von Spektrallinien	43
3.1	Natürliche Linienbreite	44
3.2	Doppler-Verbreiterung	47
3.3	Stoßverbreiterung von Spektrallinien	51
3.4	Homogene und inhomogene Linienverbreiterung	57
3.5	Sättigungsverbreiterung	58
3.5.1	Änderung der Besetzungsdichten durch optisches Pumpen	59
3.5.2	Sättigungsverbreiterung von Absorptionslinien	62
3.6	Flugzeit-Linienbreiten	64
3.7	Linienbreiten in Flüssigkeiten und Festkörpern	67

4 Experimentelle Hilfsmittel des Spektroskopikers	69
4.1 Spektrographen und Monochromatoren	70
4.1.1 Grundbegriffe	71
4.1.2 Prismenspektrograph	76
4.1.3 Gitterspektrograph	78
4.2 Interferometer	83
4.2.1 Michelson-Interferometer	85
4.2.2 Vielstrahlinterferenz	89
4.2.3 Planparalleles Fabry-Pérot-Interferometer	94
4.2.4 Konfokales Interferometer	99
4.2.5 Dielektrische Vielfachschichten	103
4.2.6 Interferenzfilter	105
4.2.7 Durchstimmbare Interferometer	107
4.2.8 Lyot-Filter	109
4.3 Auflösungsvermögen und Lichtstärke von Spektrometern und Interferometern	113
4.4 Moderne Methoden der Wellenlängen-Messung	116
4.4.1 Das Michelson-Lambdameter	117
4.4.2 Sigmameter	121
4.4.3 Computergesteuertes Fabry-Pérot-Wellenlängenmessgerät	123
4.4.4 Fizeau-Lambdameter	126
4.5 Detektoren	128
4.5.1 Thermische Detektoren	130
4.5.2 Photodioden	136
4.5.3 Diodenanordnungen und CCD-Detektoren	144
4.5.4 Photomultiplier	147
4.5.5 Photonenzählmethode	152
4.5.6 Bildverstärker und optische Vielkanal-Analysatoren	153
4.5.7 Kanal-Photomultiplier	155
4.5.8 Kanalplatten-Verstärker	156
5 Der Laser als spektroskopische Lichtquelle	159
5.1 Elementare Grundlagen des Lasers	159
5.1.1 Schwellwertbedingung	160
5.1.2 Bilanzgleichungen	162
5.2 Optische Resonatoren	164
5.2.1 Offene Resonatoren	165
5.2.2 Räumliche Modenstrukturen im offenen Resonator	167
5.2.3 Beugungsverluste offener Resonatoren	172
5.2.4 Stabile und instabile Resonatoren	173
5.2.5 Frequenzspektrum passiver optischer Resonatoren	177
5.3 Laser-Moden	179
5.3.1 Frequenzspektrum des aktiven Resonators	179
5.3.2 Beeinflussung der Modenfrequenz durch das aktive Medium	181

5.3.3	Verstärkungssättigung und Modenwechselwirkung	183
5.3.4	Das Frequenzspektrum realer Mehrmoden-Laser	186
5.4	Experimentelle Realisierung von stabilen Einmoden-Lasern	188
5.4.1	Linien-Selektion	188
5.4.2	Moden-Selektion	190
5.4.3	Intensitätsstabilisierung	196
5.4.4	Wellenlängenstabilisierung von Lasern	199
5.4.5	Kontrollierte Wellenlängendurchstimmung	207
5.4.6	Wellenlängeneichung	212
5.5	Linienbreiten von Einmoden-Lasern	214
5.6	Durchstimmbare Laser	218
5.6.1	Halbleiterlaser	220
5.6.2	Durchstimmbare vibronische Festkörperlaser	224
5.6.3	Farbzentrenlaser	226
5.6.4	Farbstofflaser	230
5.6.5	Excimer-Laser	241
5.6.6	Freie-Elektronen-Laser	243
5.7	Kohärente Strahlungsquellen durch nichtlineare Frequenzverdoppelung und Mischung	246
5.7.1	Grundlagen	247
5.7.2	Optische Frequenzverdopplung	251
5.7.3	Frequenzmischung	256
5.7.4	Erzeugung kohärenter VUV-Strahlung	258
5.7.5	Röntgen-Laser	260
5.7.6	Differenzfrequenz-Spektrometer	262
5.7.7	Optische parametrische Oszillatoren	265
5.7.8	Raman-Frequenz-Konversion	268
5.8	Gaußstrahlen	270
Literatur		281
Sachverzeichnis		297