

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Grundprinzipien des Lasers	1
1.1 Licht im Hohlraum	1
1.2 Atome im Laserfeld	6
1.3 Ratengleichungen	11
1.4 Lichtverstärkung	13
1.5 Lichterzeugung mit Lasern	15
Aufgaben	19
2 Grundgleichungen der klassischen Elektrodynamik	21
2.1 Mikroskopische Maxwell-Gleichungen	21
2.2 Wellengleichung und Potentiale	25
2.3 Makroskopische Maxwell-Gleichungen	28
2.4 Lorentz-Kraft	29
2.5 Feldenergie und Feldimpuls	32
Aufgaben	36
3 Wellen im Medium	39
3.1 Dielektrizitätsfunktion	39
3.2 Komplexe Darstellung der Felder*	42
3.3 Ebene Wellen im homogenen Medium	44
3.4 Polarisationsvektoren	47
3.5 Wellenenergie	50
Aufgaben	54
4 Laserpulse	57
4.1 Fourier-Transformation*	57
4.2 Fourier-Darstellung von Laserpulsen	60

4.3	Randwertprobleme*	62
4.4	Envelope und Chirp	63
4.5	Envelopengleichung	65
4.6	Gauß-Pulse	69
4.7	Vorläufer*	72
4.8	Tunneln von Laserpulsen	77
	Aufgaben	79
5	Lichtstrahlen und Resonatormoden	81
5.1	Geometrische Optik	81
5.2	Paraxiale Strahlen	87
5.3	Laserresonatoren	93
5.4	Gauß-Strahlen	98
5.5	Paraxiale Wellengleichung	103
	Aufgaben	105
6	Inhomogene Medien	107
6.1	Eben geschichtete Medien	107
6.2	WKB-Näherung*	110
6.3	Stokes-Gleichung*	116
6.4	Resonanzabsorption	124
6.5	Fresnel-Formeln	129
	Aufgaben	141
7	Klassisches Lorentz-Modell	145
7.1	Polarisierbarkeit	145
7.2	Dispersion	149
7.3	Anregung des ungedämpften Oszillators	153
7.4	Anregung des gedämpften Oszillators	159
7.5	Dipolstrahlung	162
7.6	Lichtstreuung	165
7.7	Strahlungsdämpfung	167
7.8	Druckverbreiterung	168

7.9	Doppler-Verbreiterung	171
	Aufgaben	173
8	Hamilton-Mechanik elektrischer Ladungen	177
8.1	Hamilton-Prinzip	177
8.2	Bewegungsgleichungen	180
8.3	Teilchenbewegung in einer elektromagnetischen Welle*	182
8.4	Oszillation um das Schwingungszentrum	184
8.5	Drift des Schwingungszentrums	186
9	Grundlagen der Quantenmechanik	191
9.1	Grundpostulate der Quantenmechanik*	191
9.2	Zeitentwicklung von Quantensystemen	196
9.3	Ortsdarstellung und Wellenmechanik	199
9.4	Vertauschungsrelationen	203
9.5	Schrödinger- und Heisenberg-Bild	204
9.6	Wechselwirkungsbild	208
9.7	Ehrenfest-Theorem	210
10	Semiklassische Licht-Materie-Wechselwirkung	211
10.1	Quantensysteme im klassischen Strahlungsfeld	211
10.2	Potentiale in der Quantenmechanik	214
10.3	Impuls- und Energiesatz*	219
10.4	Dipolnäherung	221
10.5	Volkov-Zustände	223
10.6	Kramers-Henneberger-System	223
	Aufgaben	226
11	Quantenmechanisches Lorentz-Modell	229
11.1	Harmonischer Oszillator	230
11.2	Stationäre Zustände	230
11.3	Klassisches mikrokanonisches Ensemble	236
11.4	Kohärente Zustände	237
11.5	Verschiebungsoperator	241

11.6	Angeregter harmonischer Oszillator	243
11.7	Einstinsche Ratengleichungen des harmonischen Oszillators	248
	Aufgaben	249
12	Schwache Anregung von Atomen im Laserfeld	251
12.1	Zeitabhängige Störungstheorie	251
12.2	Monochromatische Störung	254
12.3	Kramers-Heisenberg Streuformel	256
12.4	Polarisierbarkeit und Dispersion	260
12.5	Rayleigh-Streuung	262
12.6	Raman-Streuung	264
12.7	Übergänge im Strahlungsfeld einer Mode	265
12.8	Übergänge im Strahlungsfeld mit kontinuierlichem Spektrum	268
12.9	Übergänge im Strahlungsfeld mit diskretem Spektrum*	270
12.10	Einstein-Koeffizienten	276
	Aufgaben	277
13	Zweiniveausysteme	281
13.1	Optische Zweiniveausysteme	281
13.2	Rabi-Oszillationen	288
13.3	Resonanzfluoreszenz	291
13.4	Bloch-Vektor	293
13.5	Optisches Bloch-Modell	297
14	Statistische Ensembles	305
14.1	Bloch-Gleichungen mit Dämpfung	305
14.2	Freier Induktionszerfall und Photon-Echo	312
14.3	Statistischer Operator	315
14.4	Dichtematrix-Gleichungen	319
14.5	Populationsmatrix	321
14.6	Ensemble mit Phasenrelaxation	322
14.7	Ensemble mit Anregungsprozessen	324
	Aufgaben	326

15	Semiklassische Lasertheorie	329
15.1	Quasistatisches Gleichgewicht	329
15.2	Sättigung und Leistungsverbreiterung	334
15.3	Normalmodenentwicklung	336
15.4	Feldgleichungen des Einmodenlasers	338
15.5	Laserschwelle und stationäre Laserstrahlung	341
16	Quantisierung des freien Strahlungsfelds	345
16.1	Hamilton-Prinzip für klassische Felder	345
16.2	Quantisierung stehender Wellen	347
16.3	Normalmodenentwicklung nach fortschreitenden Wellen	351
16.4	Quantisierung fortschreitender Wellen	353
16.5	Vergleich zwischen stehenden und fortschreitenden Wellen*	357
16.6	Energie und Impuls: Photonen	360
17	Quantenzustände des Strahlungsfelds	363
17.1	Fock-Zustände	363
17.2	Kohärente Zustände	366
17.3	Strahlung im thermischen Gleichgewicht	369
17.4	Strahlungsfeld mit klassischer Anregung	371
18	Atome im quantisierten Feld	375
18.1	Hamilton-Operator der Licht-Atom-Wechselwirkung	375
18.2	Übergangsraten für Absorption und Emission	377
18.3	A-Koeffizient der spontanen Emission	380
18.4	Zweiniveausystem im quantisierten Einmodenfeld	381
18.5	Weisskopf-Wigner Theorie der spontanen Emission	385
19	Optische Kohärenz	391
19.1	Grundbegriffe der Statistik*	391
19.2	Zeitliche Kohärenz	395
19.3	Wiener-Khintchine-Theorem	398
19.4	Räumliche Kohärenz	403
19.5	Van Cittert-Zernike-Theorem	406

19.6	Kohärenzfunktionen höherer Ordnung	409
19.7	Photonenstatistik.....	412
	Aufgaben	415
	Literaturverzeichnis	417
	Sachregister	419

*) Abschnitt mit vorwiegend einführendem oder ergänzendem Inhalt