

Inhaltsverzeichnis

1	Licht, Atome, Moleküle, Festkörper	1
1.1	Eigenschaften von Licht	1
1.2	Atome: Elektronenbahnen, Energieniveaus	7
1.3	Atome mit mehreren Elektronen	9
1.4	Moleküle	11
1.5	Energieniveaus in Festkörpern	16
1.6	Energiebänder in Halbleitern	19
	Aufgaben	27
2	Absorption und Emission von Licht	29
2.1	Absorption	29
2.2	Spontane Emission	32
2.3	Lichtverstärkung durch induzierte Emission	32
2.4	Linienbreite	35
2.5	Inversionserzeugung und -abbau	39
2.6	Aufbau von Lasern	41
2.7	Zeitliches Emissionsverhalten	45
	Aufgaben	51
3	Lasertypen	53
3.1	Wellenlängen und Ausgangsleistungen	55
3.2	Abstimmbare Laser	57
3.3	Frequenzstabile Laser	60
3.4	Hochleistungslaser	61
3.5	Ultrakurze Lichtimpulse	62
3.6	Laserparameter	63
	Aufgaben	65
4	Lasertübergänge in neutralen Atomen	67
4.1	He-Ne-Laser	67
4.2	Metaldampf-Laser (Cu, Au)	73
4.3	Jodlaser, COIL	78
	Aufgaben	79

5	Ionenlaser	81
5.1	Laser für kurze Wellenlängen	81
5.2	Edelgasionenlaser	83
5.3	Metalldampfionenlaser (Cd, Se, Cu)	88
	Aufgaben	92
6	Infrarot-Moleküllaser	93
6.1	Ferninfrarot-Laser	93
6.2	CO ₂ -Laser	96
6.3	CO-Laser	110
6.4	HF-Laser	112
	Aufgaben	117
7	UV-Moleküllaser	119
7.1	Stickstofflaser	120
7.2	Excimerlaser	122
	Aufgaben	130
8	Farbstofflaser	131
8.1	Eigenschaften von Farbstoffen	131
8.2	Anregung durch Blitzlampen	133
8.3	Anregung durch Laser	134
	Aufgaben	139
9	Festkörperlaser	141
9.1	Rubinlaser	142
9.2	Neodym-YAG-Laser und Alternativen	146
9.3	Glaslaser	154
9.4	Erbium- und Holmiumlaser	156
9.5	Abstimmbare Festkörperlaser	159
9.6	Farbzentrenlaser	167
9.7	Diodengepumpte, Scheiben- und Faserlaser	170
	Aufgaben	175
10	Halbleiterlaser	177
10.1	Lichtverstärkung in pn-Dioden	179
10.2	GaAlAs- und InGaAsP-Laser	181
10.3	Bauformen von Diodenlasern	182
10.4	Emissionseigenschaften von GaAlAs- und InGaAsP-Lasern	190
10.5	Frequenzabstimmung von Diodenlasern	194
10.6	Oberflächenemittierende Diodenlaser (VCSEL)	200
10.7	Halbleiterlaser für das tiefere Infrarot	203
10.8	„Blue“ GaN-Laser	205
10.9	Halbleiterlaser für die Telekommunikation	208
	Aufgaben	209

11 FELs, kohärente Röntgen- und Atomstrahlen	211
11.1 Elektronenstrahllaser (FEL)	212
11.2 Röntgenlaser mit hochionisierten Atomen	216
11.3 Kohärente Atomstrahlen	222
Aufgaben	223
12 Ausbreitung von Lichtwellen	225
12.1 Ebene und Kugelwellen, Beugung	225
12.2 Gauß-Strahlen	228
12.3 Durchgang von Gauß-Strahlen durch Linsen	233
12.4 Fernrohre und Ortsfrequenzfilter	236
12.5 Ausbreitung realer Laserstrahlen	239
12.6 Optische Fasern	245
12.7 Optische Materialien	253
Aufgaben	255
13 Optische Resonatoren	259
13.1 Planspiegelresonator	259
13.2 Hohlspiegelresonator	262
13.3 Resonatortypen	266
13.4 Instabile Resonatoren	270
13.5 Laser mit Grundmode	271
Aufgaben	273
14 Spiegel	275
14.1 Reflexion und Brechung	276
14.2 Metallspiegel	280
14.3 Dielektrische Vielschichtenspiegel	280
14.4 Strahlteiler	286
14.5 Phasenkonjugatoren	287
Aufgaben	292
15 Polarisation	293
15.1 Arten der Polarisation	293
15.2 Doppelbrechung	295
15.3 Polarisatoren	297
Aufgaben	300
16 Modulation und Ablenkung	301
16.1 Mechanische Modulatoren und Scanner	301
16.2 Akustooptische Modulatoren	302
16.3 Elektrooptische Modulatoren	305
16.4 Optische Isolatoren	308
16.5 Sättigbare Absorber	310
Aufgaben	311

17 Pulsbetrieb	313
17.1 Relaxationsschwingungen	314
17.2 Güteschaltung	316
17.3 Puls-Auskopplung (cavity-dumping)	320
17.4 Modenkopplung	321
17.5 Verstärkung und Kompression	328
Aufgaben	330
18 Frequenzselektion und -abstimmung	333
18.1 Frequenzabstimmung	333
18.2 Longitudinale Modenselektion	334
18.3 Prisma	337
18.4 Gitter	338
18.5 Fabry-Perot-Etalon	340
18.6 Doppelbrechende Filter	342
Aufgaben	343
19 Frequenzumsetzung	345
19.1 Doppler-Effekt	345
19.2 Nichtlineare optische Effekte	346
19.3 Frequenzverdopplung und -vervielfachung	347
19.4 Parametrische Oszillatoren	351
19.5 Stimulierte Ramanstreuung	353
19.6 Kontinuumserzeugung	355
19.7 Erzeugung hoher Harmonischer in Gasen	358
Aufgaben	359
20 Stabilität und Kohärenz	361
20.1 Leistungsstabilität	361
20.2 Frequenzstabilität	363
20.3 Schrotrauschen, Squeezed States	366
20.4 Kohärenz	368
Aufgaben	371
21 Photodetektoren und Energiemeßgeräte	373
21.1 Meßtechnische Grundbegriffe	373
21.2 Thermische Detektoren	374
21.3 Vakuumphotodetektoren	376
21.4 Halbleiterdetektoren	380
21.5 Messung ultrakurzer Lichtpulse mit Autokorrelator und FROG	384
Aufgaben	385

22	Spektralapparate und Interferometer	387
22.1	Prismenspektrometer	387
22.2	Gitterspektrometer	388
22.3	Zweistrahlinterferometer	390
22.4	Fabry-Perot-Interferometer	391
22.5	Optisches Überlagerungsverfahren	393
	Aufgaben	394
23	Anwendungen und Entwicklungspotential	395
23.1	Nachrichtenübertragung mit Glasfasern	395
23.2	Materialbearbeitung mit Lasern	397
23.3	Laser in der Medizin	407
23.4	Kernfusion mit Lasern	411
23.5	Wissenschaftliche Anwendungen	413
23.6	Holographie und Interferometrie	414
23.7	Lichtstreuung zur Strömungsmeßtechnik	417
23.8	Laser in Geräten und Gebrauchsgütern	418
23.9	Perspektiven der Laserentwicklung	425
	Aufgaben	431
24	Sicherheit von Laser-Einrichtungen	433
24.1	Grenzwerte für das Auge	434
24.2	Laser-Schutzbrillen	435
24.3	Laserklassen und Gefährdungspotential	436
24.4	Sicherheitsvorschriften	437
	Lösungen	439
	Weiterführende Literatur	467
	Sachverzeichnis	471