

Obsah

1	Laserová technika	11
2	Světlo jako elektromagnetické záření	15
2.1	Rovinná elektromagnetická vlna	15
2.2	Kulová elektromagnetická vlna	18
2.3	Polarizace elektromagnetické vlny	19
2.4	Objemová hustota energie	20
2.5	Plošná hustota výkonu elektromagnetické vlny	21
2.6	Impuls optického záření	22
2.7	Princip superpozice elektromagnetických vln	23
2.8	Pole dvou elektromagnetických vln	24
2.8.1	Vlny různých frekvencí, stejné polarizace, šířící se ve stejném směru	24
2.8.2	Vlny stejných frekvencí, stejné polarizace, šířící se v různých směrech	26
2.8.3	Superpozice vln před zrcadlem	27
2.9	Fabryův-Perotův rezonátor	28
2.9.1	Superpozice vln ve Fabryově-Perotově rezonátoru	29
2.9.2	Odrazivost a propustnost Fabryova-Perotova rezonátoru	32
2.10	Optický rezonátor	33
2.10.1	Otevřený rezonátor	35
2.10.2	Sférické otevřené rezonátory	36
2.11	Druhy elektromagnetického záření	38

2.11.1	Spektrum elektromagnetického záření	39
2.12	Koherence optického záření	41
2.13	Měřitelné veličiny optických polí	43
2.13.1	Radiometrické veličiny a jednotky	43
2.13.2	Fotometrické veličiny a jednotky	44
3	Látka jako soubor kvantových soustav	49
3.1	Kvantová soustava	49
3.2	Soubor kvantových soustav, populace hladin	50
3.2.1	Populace hladin při termodynamické rovnováze	51
3.2.2	Inverze populace a záporná teplota	54
3.3	Kvantové přechody	55
3.3.1	Pravděpodobnost kvantového přechodu	55
3.3.2	Šířka energetické hladiny	57
3.3.3	Buzení kvantových soustav	57
3.3.4	Relaxace v souboru kvantových soustav	58
4	Interakce optického záření s látkou	61
4.1	Elementární procesy absorpce a emise	61
4.2	Absorpční a emisní spektrum látky	63
4.3	Rovnovážné záření	64
4.3.1	Pravděpodobnostní rozdělení počtu fotonů	64
4.3.2	Střední hodnota energie	65
4.3.3	Spektrální hustota počtu elektromagnetických vln	65
4.3.4	Spektrální hustota energie	66
4.3.5	Plošná hustota zářivého toku	66
4.4	Einsteinovy součinitelé (koeficienty)	67
5	Detekce optického záření	71
5.1	Základní parametry optických detektorů	72
5.1.1	Detektivita	72

5.1.2	Konverzní účinnost	72
5.1.3	Časová odezva	73
5.1.4	Spektrální charakteristika	73
5.2	Tepelné detektory	74
5.2.1	Kalorimetr	75
5.2.2	Termočlánek	75
5.2.3	Bolometr	76
5.2.4	Termistor	76
5.2.5	Pyroelektrický detektor	77
5.3	Fotoelektrické detektory	77
5.3.1	Fotovodivostní detektor	78
5.3.2	Fotokatoda	79
5.3.3	Vakuová fotodioda	79
5.3.4	Polovodičová fotodioda	79
5.3.5	Lavinový detektor	80
5.4	Fotočlánky	80
5.5	Fotochemické detektory	81
5.5.1	Fotografická emulze	81
5.6	Lidské oko	81
6	Klasické zdroje optického záření	85
6.1	Záření rovnovážných zdrojů	86
6.1.1	Černé těleso	86
6.1.2	Záření Slunce	86
6.1.3	Žárovka	86
6.2	Záření nerovnovážných zdrojů	87
6.2.1	Luminiscence	87
6.2.2	Výbojka	89
7	Laser	91
7.0.3	Popis zesilování v aktivním prostředí	92

7.1	Aktivní prostředí v optickém rezonátoru	94
7.1.1	Práh generace	94
7.1.2	Saturace zesílení v aktivním prostředí	96
7.2	Výstupní výkon	97
7.3	Energie extrahovatelná z aktivního prostředí	98
7.4	Frekvenční spektrum laserového záření	98
7.5	Vlnový synchronismus	99
7.6	Časová závislost intenzity laserového záření	100
8	Klasifikace laserů	105
9	Pevnolátkové lasery	109
9.1	Aktivní prostředí pevnolátkových laserů	110
9.1.1	Matrice	110
9.1.2	Aktivátor	112
9.1.3	Výroba aktivních materiálů	115
9.2	Laserový systém	116
9.2.1	Hlavice laseru	116
9.2.2	Zdrojová část laseru	118
9.2.3	Chladicí část laseru	120
9.3	Vybrané pevnolátkové lasery	121
9.3.1	Rubínový laser	121
9.3.2	Neodymový laser	125
9.3.3	<i>Nd</i> :YAG laser	127
9.3.4	<i>Nd</i> :YLF laser	129
9.3.5	Alexandrit	130
9.3.6	<i>Ho</i> /CTH:YAG	133
9.3.7	<i>Er</i> :YAG	136
10	Kapalinové lasery	139
10.1	Aktivní prostředí	139

10.2	Buzení barvivových laserů	141
10.2.1	Koherentní buzení barvivových laserů	141
10.2.2	Nekoherentní buzení barvivových laserů	143
10.3	Využití barvivových laserů	144
11	Plynové lasery	145
11.1	Atomární lasery	146
11.1.1	Helium-neonový laser	146
11.1.2	Měděný laser	148
11.1.3	Jodový laser	150
11.2	Iontové lasery	151
11.2.1	Argonový laser	151
11.2.2	Helium-kadmiový laser	151
11.3	Molekulární lasery	153
11.3.1	Vodíkový laser	154
11.3.2	Dusíkový laser	154
11.3.3	Excimerové lasery	155
11.3.4	CO_2 laser	157
11.3.5	CO laser	162
11.4	Zvláštní metody buzení plynových laserů	163
11.4.1	Příčně buzené lasery (TE lasery)	163
11.4.2	Fotodisociační lasery	164
11.4.3	Chemické lasery	165
11.4.4	Plynově dynamické lasery	168
11.4.5	Opticky buzené plynové lasery	170
12	Plazmatické lasery	177
13	Polovodičový laser	179
13.1	Spektrum energií atomů v krystalech	179
13.2	Polovodiče	180

13.2.1	Příměsové polovodiče typu P a N	182
13.3	Polovodičový laser	184
13.3.1	Polovodičový laser buzený svazkem elektronů	187
13.3.2	Injekční polovodičové lasery	189
14	Aplikace laserů	191
14.1	Lasery v medicíně	191
14.2	Laserné technologie	193
14.2.1	Laserné svařování	195
14.2.2	Laserné vrtání	195
14.2.3	Laserné řezání	196
14.2.4	Dekorace skla laserem	197
14.2.5	Laserné značkování	197
14.2.6	Laserné kalení	198
14.3	Laser v mikroelektronice	198
14.3.1	Laserné doladování	199
14.3.2	Laserné rýhování	200
14.3.3	Laserné žíhání	200
14.3.4	Laserná litografie	201
14.4	Laser v astronomii, geodézii a geofyzice	201
14.4.1	Laserný radar v ekologii	203
14.5	Laser ve výzkumu termojaderné syntézy	203
14.6	Laser ve výpočetní technice.	205
14.7	Laserná spektroskopie	206
14.8	Laserná separace izotopů	208
15	Bezpečnost práce s lasery	209
15.1	Biologické efekty laserného záření	209
15.2	Zajištění bezpečnosti při práci s lasery	213