



VILNIUS
UNIVERSITETAS
VADOVYSLIS

Eugenijus Gaižauskas
Valdas Sirutkaitis

KIETOJO KŪNO LAZERIAI



Turinys

PRATARMĖ	9
DAŽNIAUSIAI VARTOJAMI SIMBOLIAI	11
1. FIZIKINIAI KIETOJO KŪNO LAZERIŲ VEIKIMO PRINCIPAI	13
<i>V. Sirutkaitis</i>	
1.1. Įvadas	13
1.2. Kietojo kūno lazerių ypatumai	14
1.3. Savaiminiai ir priverstiniai šuoliai	14
1.4. Nespinduliniai šuoliai	19
1.5. Spektrinės linijos plotis ir forma	20
1.6. Sugertis ir stiprinimas	24
1.7. Sotis	27
1.8. Generavimas.....	31
1.9. Užpildos apražos kietojo kūno lazerinėse medžiagose sudarymas	35
2. KIETOJO KŪNO LAZERINĖS MEDŽIAGOS.....	43
<i>V. Sirutkaitis</i>	
2.1. Sandara.....	43
2.2. Matricos	44
Kristalinės matricos.....	44
Stiklo matricos	47
2.3. Aktyvatoriai	49
2.4. Retųjų žemių metalų jonai.....	51
Retųjų žemių metalų jonų spektrinės savybės.....	53
IAG:Nd energijos lygmenų struktūra	60
Lygmenų išplitimas.....	63
Kaupinimo juostos.....	67
2.5. Relaksaciniai nespinduliniai šuoliai kietojo kūno lazerinėse medžiagose	67
2.6. Pereinamųjų metalų jonai.....	71
Vibroninių lazerių generavimo sąlyga	74
Statinis kristalo laukas.....	76
Dinaminis kristalo laukas	81
Sugeriamieji ir spinduliuojamieji šuoliai.....	84
Stebimos juostų formos	87
Jano ir Telerio efektas	89

Pereinamųjų metalų optinės savybės.....	91
Ti ³⁺ jonas.....	92
Aleksandrito lazeris.....	95
2.7. Lazeriniai neodimio stiklai.....	96
2.8. Keraminiai lazeriniai elementai.....	98
3. OPTINIŲ REZONATORIŲ FIZIKA.....	101
<i>E. Gaižauskas, V. Sirutkaitis (3.10–3.13, 3.19)</i>	
3.1. Įvadas.....	101
3.2. Šviesos laukas.....	102
3.3. Šviesos spindulių transformacijos (ABCD) matrica.....	104
3.4. Lęšių šviesolaidis.....	105
3.5. Optinių rezonatorių ABCD matricos tikrinės vertės ir vektoriai.....	109
3.6. Lazerio spindulių pluošto transformacijos optinėse sistemose.....	112
3.6.1. Gretaais Helmholco lygties artinys. Gauso pluoštas laisvoje erdvėje.....	112
3.6.2. Aukštesnės eilės Gauso pluošto (Gauso ir Lagero bei Gauso ir Ermito) modos.....	114
3.7. Gauso šviesos spindulių pluoštas lęšiškoje terpėje. ABCD dėsnis Gauso pluoštui.....	117
3.8. Gauso pluoštas dviejų sferinių veidrodžių rezonatoriuje.....	122
3.9. Apibendrintoji rezonatoriaus pastovumo sąlyga. Dviejų sferinių veidrodžių rezonatoriaus pastovumo diagrama.....	125
3.10. Difrakciniai nuostoliai rezonatoriuose.....	128
3.11. Aktyvieji rezonatoriai.....	131
3.12. Rezonatoriaus jautris.....	133
3.13. Skersinių modų atranka.....	135
3.14. Nepastovieji optiniai rezonatoriai.....	136
3.15. Nepastoviųjų rezonatorių schemas.....	138
3.16. Optinio rezonatoriaus rezonansiniai dažniai.....	142
3.17. Fotono gyvavimo trukmė rezonatoriuje. Rezonatoriaus kokybė.....	145
3.18. Spektro linijos plotis. Spektrinė analizė Fabri –Pero etalonu.....	146
3.19. Atrankieji rezonatoriai.....	148
4. ŠILUMINIAI REIŠKINIAI LAZERIO STRYPE.....	151
<i>V. Sirutkaitis</i>	
4.1. Šiluminiai reiškiniai nuolatinėje veikoje.....	152
4.2. Terminiai įtempiai.....	153
4.3. Fotoelastiniai reiškiniai.....	155
4.4. Šiluminis lęšis.....	156
4.5. Įtempių sąlygotas dvejetainis lūžimas.....	158
4.6. Termiškai indukuoto optinio iškraipymo kompensavimas cilindrinuose elementuose.....	160

4.7.	Šiluminiai reiškiniai impulsinėje veikoje	161
	Pavienių blyksnių lazeriai	161
	Dažniniai lazeriai.....	162
4.8.	Necilindriniai lazeriniai elementai	163
5.	KAUPINIMO ŠALTINIAI	165
	<i>V. Sirutkaitis</i>	
5.1.	Kaupinimo lempos.....	165
5.2.	Puslaidininkiniai lazeriai	170
6.	DIDELĖS GALIOS LAZERINIAI KOMPLEKSAI	177
	<i>E. Gaižauskas, V. Sirutkaitis (6.2.5–6.2.6)</i>	
6.1.	Lazerinės spinduliuotės stiprinimas	177
6.1.1.	Įvadas.....	177
6.1.2.	Rezonansinė optinės spinduliuotės ir medžiagos sąveika	177
6.1.3.	Jautris. Dispersija, stiprinimas, sugertis	181
6.1.4.	Stiprinimo ir sugerties sotinimas.....	184
6.1.5.	Sugerties ir stiprinimo sotinimas nevienalytiškai išplitusios linijos atveju.....	186
6.2.	Lazeriniai stiprintuvai	188
6.2.1.	Nuostovios spinduliuotės stiprinimas	188
6.2.2.	Šviesos impulsų stiprinimas	191
6.2.3.	Spektrinio pralaidumo juosta lazeriniuose stiprintuvuose	194
6.2.4.	Neodimio stiklo (Nd:stiklo) stiprintuvai	195
6.2.5.	Moduliuotųjų impulsų stiprinimas	198
6.2.6.	Regeneraciniai ir daugialėkiai stiprintuvai.....	202
6.2.7.	Padalytųjų impulsų stiprinimas	204
6.2.8.	Lazerinio stiprintuvo triukšmas.....	206
6.2.9.	Stiprinimas dėl Ramano sklaidos	207
6.2.10.	Stiprinimas be inversijos	209
7.	LAZERIŲ VEIKA (GENERAVIMO POBŪDIS)	211
	<i>E. Gaižauskas (7.1–7.3, 7.4.1, 7.5.1, 7.5.2),</i>	
	<i>V. Sirutkaitis (7.2, 7.4.2, 7.4.3, 7.5.3–7.5.7)</i>	
7.1.	Įvadas	211
7.2.	Nuolatinė veika	212
7.3.	Laisvoji veika	218
7.3.1.	Pulsuojantis lazerio generavimas laisvąja veika	219
7.3.2.	Relaksaciniai svyravimai kietojo kūno lazeriuose	220
7.4.	Lazerio kokybės moduliavimo veika.....	223
7.4.1.	Milžiniškųjų impulsų generavimas moduluojant rezonatoriaus kokybę	223
7.4.2.	Kokybės moduliavimo metodai	226
7.4.3.	Nuolatinio kaupinimo kokybės moduliavimo lazeriai.....	242

7.5. Modų sinchronizavimo veika	243
7.5.1. Sinchronizuotųjų modų impulsas	244
7.5.2. Aktyvusis modų sinchronizavimas.....	246
7.5.3. Pasyvusis modų sinchronizavimas	248
7.5.4. Pasyviai sinchronizuotų modų su neigiamu grįžtamoju ryšiu kietojo kūno lazeris	253
7.5.5. Nauji modų sinchronizavimo būdai	255
7.5.6. Adityvus modų sinchronizavimas	258
7.5.7. Kero lęšio modų sinchronizacija.....	260
8. PLONOJO DISKO, ŠVIESOLAIDINIAI IR SPALVINIŲ CENTRŲ LAZERIAI	265
<i>E. Gaižauskas (8.2), V. Sirutkaitis (8.1)</i>	
8.1. Plonojo disko ir šviesolaidiniai lazeriai	265
8.1.1. Plonojo disko lazeris	265
8.1.2. Šviesolaidiniai lazeriai	268
8.2. Spalvinių centrų lazeriai	277
8.2.1. Spalviniai centrai.	277
8.2.2. Spalvinių centrų lazeriai.....	280
PAGRINDINIŲ TERMINŲ RODYKLĖ IR JŲ ANGLIŠKIEJI ATITIKMENYS	285
LITERATŪRA.....	289