

CUPRINS

1. Noțiuni introductive	11
1.1. Obiectul Opticii neliniare	11
1.2. Optica liniară și Optica neliniară	14
1.3. Scurt istoric	14
1.4. Originile fizice ale neliniarităților optice	25
2. Principii de bază	27
2.1. Noțiuni de bază	27
2.2. Formalismul opticii neliniare	33
2.2.1. Ecuațiile lui Maxwell în cazul mediilor neliniare	33
2.2.2. Ecuația undelor neliniară	36
2.2.3. Energia câmpului electromagnetic. Vectorul Poynting ...	40
2.2.4. Susceptibilitățile neliniare	41
A. Definiția formală a susceptibilităților neliniare	41
B. Proprietățile susceptibilităților neliniare	43
C. Ecuația undelor neliniară pentru fiecare componentă de frecvență	44
D. Simplificarea sistemului de ecuații neliniare cuplate .	46
2.3. Interpretarea cuantică a proceselor neliniare	48
2.3.1. Condițiile de a obține o descriere cuantică a unui proces neliniar	49
2.3.2. Noțiuni privind procesele de interacție dintre fotoni și atomi	50
2.3.3. Corespondența clasic → cuantic	53
2.3.4. Interpretarea cuantică a condiției de acord de fază	53
2.4. Recapitulare asupra problemelor importante enunțate în principiile de bază	55
3. Teoria susceptibilităților neliniare	57
3.1. Modelul lui Lorentz	57
3.2. Teoria cuantică a susceptibilităților neliniare	60
3.2.1. Formalismul lui Schrödinger. Teoria semicuantică. Calculul amplitudinilor de probabilitate	60
3.2.2. Susceptibilitatea de primul ordin (susceptibilitatea liniară)	62
3.2.3. Susceptibilitatea neliniară de ordinul al doilea	64
3.2.4. Susceptibilitatea neliniară de ordinul al treilea	65
4. Efecte neliniare de al doilea ordin (Optica neliniară de al doilea ordin) ..	68
4.1. Efecte care implică o singură undă laser incidentă	69
4.1.1. Generarea armonicii a doua și redresarea	69
A. Generarea armonicii a doua	69
B. Redresarea optică	74
4.1.2. Efectul electro – optic	75

4.2. Efecte neliniare care implică două unde laser	76
4.2.1. Amestecul a două unde optice de frecvențe diferite (<<up conversion>>)	77
4.2.2. Amestecul a trei unde ca interacție parametrică	80
A. Amestecul parametric. Amplificarea parametrică	80
B. Oscilatorul parametric optic	84
4.3. Observații asupra opticii neliniare de al doilea ordin	87
5. Efecte neliniare de al treilea ordin	
(Optica neliniară de al treilea ordin)	89
5.1. Efecte neliniare care implică o singură undă laser incidentă	89
5.1.1. Generarea armonicii a treia	89
5.1.2. Efectul Kerr optic	90
5.1.3. Bistabilitatea optică	95
A. Transmisia unei cavități Fabry – Perot care conține un mediu Kerr optic	95
B. Tranzistorul optic	97
C. Condițiile bistabilității optice	100
D. Calculatorul optic	101
5.1.4. Automodularea fazei	102
5.1.5. Autofocalizarea	104
5.1.6. Solitoni spațiali	104
5.2. Efecte neliniare care implică două unde laser	107
5.2.1. Difuzie stimulată	107
5.2.2. Difuzia Raman stimulată	112
5.2.3. Difuzia Brillouin stimulată	118
5.2.4. Difuzia Rayleigh stimulată sau amestec cu două unde	121
5.3. Efecte neliniare care implică amestecul a patru unde	129
5.3.1. Amestecul nedegenerat a patru unde într-un mediu Kerr	131
A. Modificarea indicelui de refracție al undelor pompe în ele însele	133
B. Modificarea indicelui undei sondă de undele pompe	135
C. Reacția distribuită	136
D. Conjugarea de fază	137
a. Conjugarea de fază către înainte	139
b. Conjugarea de fază către înapoi	140
5.3.2. Oglinzi cu conjugare de fază	141
5.3.3. Amestecul a patru unde degenerate ca o formă a holografiei în timp real	147
5.4. Observații asupra opticii neliniare de al treilea ordin	149
6. Teoria undei cuplate	150
6.1. Teoria undei cuplate pentru amestecul a trei unde	150
6.1.1. Ecuațiile undei cuplate	150
A. Forma ecuațiilor	151
B. Amestecul a trei unde plane uniforme colineare	152

6.1.2. Generarea armonicii a doua	154
A. Ecuțiile undei – cuplate pentru generarea armonicii a doua	154
B. Efectul acordului de fază	157
6.1.3. Conversia frecvenței	158
6.1.4. Amplificarea și oscilația parametrică	160
A. Amplificatorul parametric	160
B. Oscilatorul parametric	162
6.2. Teoria undei cuplate pentru amestecul a patru unde	163
6.2.1. Ecuțiile undei cuplate	163
6.2.2. Amestecul a patru unde degenerate	166
6.2.3. Conjugarea de fază	167
7. Medii neliniare anizotrope și medii neliniare dispersive	168
7.1. Medii neliniare anizotrope	169
7.1.1. Noțiuni introductive	169
7.1.2. Amestecul a trei unde într-un mediu neliniar de ordinul al doilea anizotrop	171
7.1.3. Acordul de fază în amestecul a trei unde	171
7.2. Medii neliniare dispersive	172
7.2.1. Noțiuni introductive	172
7.2.2. Descrierea transformării – integrale a unui mediu neliniar dispersiv	173
7.2.3. Descrierea ecuației diferențiale a mediilor neliniare dispersive	174
8. Solitoni optici	177
8.1. Noțiuni de bază	177
8.2. Ecuația diferențială pentru anvelopa undei	179
8.3. Deducerea ecuației anvelopei	181
8.4. Solitoni. Ecuația lui Schrödinger neliniară	183
8.5. Laseri cu solitoni	186
9. Materiale pentru optică neliniară	187
9.1. Noțiuni introductive	187
9.2. Cristale organice	187
9.3. Cristale anorganice	188
9.4. Alte tipuri de materiale pentru optica neliniară: materiale fotorefractive	189
9.4.1. Efectul fotorefractiv. Formarea rețelelor de indice de refracție	189
9.4.2. Caracteristici ale materialelor fotorefractive	192
9.4.3. Creșterea din flux a monocristalelor de $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ (BTO)	195
9.5. Alte dezvoltări	198
10. Dezvoltări recente ale opticii neliniare	199

Anexe	214
Anexa I-a. Efecte magneto-optice (Birefrința magnetică)	214
1. Efectul longitudinal ($B \parallel Oz$)	215
2. Efectul transversal ($B \parallel Ox$, adică, $B \perp Oz$)	218
Anexa a II-a. Modele utilizate la începuturile opticii neliniare pentru a ilustra originea neliniarităților optice	219
1. Polarizațiile neliniară statică și variabilă considerate ca mărimi scalare	219
1.1. Polarizația neliniară statică	222
1.2. Armonici ale polarizației neliniare	222
1.3. Interacția undelor monocromatice	223
2. Modelul electronului clasic și susceptibilitățile neliniare (Modelul oscilatorului armonic)	224
3. Modelul gazului de electroni liberi	228
Anexa a III-a. Formalismul complex, descompunerea spectrală a câmpurilor	233
Anexa a IV-a. Ecuația lui Schrödinger neliniară	236
Anexa a V-a. Dioda optică	241
1. Activitatea optică datorită intervenției gradientului spațial al câmpului electric	241
2. Efectele Faraday și Faraday invers	244
3. Dioda optică	245
Bibliografie	246