

Spis treści

Przedmowa do wydania II	9
Wykaz podstawowych oznaczeń	11
1 Wstęp	15
2 Własności optyczne materii	19
2.1 Własności optyczne dielektryków	19
2.1.1 Wzory Fresnela dla półprzestrzeni	19
2.1.2 Wzory Fabry’ego-Perota dla warstwy dielektrycznej	21
2.2 Klasyczna teoria dyspersji	26
2.3 Kwantowa teoria dyspersji	30
3 Podstawowe pojęcia teorii pasmowej półprzewodników	39
3.1 Wstęp	39
3.2 Częstka w podwójnej studni potencjału	41
3.3 Ruch cząstki w polu potencjału okresowego. Model Kröniga-Penneya	46
3.4 Struktury pasmowe podstawowych półprzewodników	56
3.5 Przybliżenie silnego wiązania	57
3.6 Własności pasmowe nanostruktur na bazie GaAs	63
3.6.1 Model Kane’a. Metoda K-p	64
3.6.2 Model Kane’a z uwzględnieniem spinu	68
3.7 Pasma w studniach kwantowych	71
3.8 Minipasma i masy efektywne w supersieciach	72
4 Nanostruktury	77
4.1 Wstęp	77
4.2 Studnie kwantowe	82
4.3 Uwzględnienie różnicy mas efektywnych	87

4.4	Asymetryczna studnia potencjału	92
4.5	Paraboliczna studnia potencjału	95
4.6	Trójkątna studnia potencjału	96
4.7	Sferyczna studnia potencjału	98
4.8	Cylindrycznie symetryczna studnia potencjału	101
5	Własności optyczne półprzewodników	103
5.1	Funkcja dielektryczna półprzewodnika	103
5.2	Optyczna anizotropia nanostruktur	106
5.3	Ekscytony w kryształach nieskończonych	112
5.4	Ekscytony w nanostrukturach półprzewodnikowych	115
5.5	Teoria Stahla	119
5.6	Linowe własności optyczne półprzewodników nieskończonych i supersieci	123
5.6.1	Podatność elektryczna półprzewodników nieskończonych	123
5.6.2	Własności optyczne półprzewodników półnieskończonych. Polarytony	134
5.7	Funkcje optyczne. Zagadnienie ABC	138
5.8	Kwantyzacja środka masy ekscytonu	143
6	Własności elektro- i magnetoptyczne półprzewodników litych i supersieci	147
6.1	Efekty optyczne przyłożonych pól, elektrycznego i magnetycznego	147
6.2	Własności elektroptyczne nanostruktur	148
6.3	Własności elektroptyczne supersieci w pobliżu punktów krytycznych M_0 i M_1 przy uwzględnieniu ekscytonów H i L	150
6.4	Własności elektroptyczne supersieci z uwzględnieniem wyższych stanów ekscytonowych	161
6.5	Funkcje elektroptyczne warstw: współczynnik elektroodbicia	164
6.6	Własności magnetoptyczne supersieci	165
6.6.1	Przybliżenie słabego pola	166
6.6.2	Przybliżenie średniego pola	169
6.6.3	Silne pola magnetyczne	171
6.7	Elektro- i magnetoptyczne własności supersieci	176
6.8	Funkcje magnetoptyczne supersieci i cienkich warstw	177
6.8.1	Przybliżenie słabego pola	178

6.8.2	Pola średnie i silne	178
6.9	Metoda kwantyzacji środka masy ekscytonu i przybliżenie pola wolnozmiennego w obliczaniu funkcji magnetoptycznych	179
7	Własności optyczne studni kwantowych	183
7.1	Własności optyczne pojedynczej studni kwantowej	183
7.2	Metoda pola wolnozmiennego	189
8	Własności elektro- i magnetoptyczne studni kwantowych	195
8.1	Wstęp	195
8.2	Własności elektroptyczne studni kwantowej	196
8.3	Pole elektryczne przyłożone równoległe do studni –lateralny efekt Franza-Kieldysza	202
8.4	Własności magnetoptyczne studni kwantowych	204
8.5	Studnie kwantowe z przyłożonym polem magnetycznym i elektrycznym	211
8.5.1	Wstęp	211
8.5.2	Pola prostopadłe do studni kwantowej	212
8.5.3	Pola równoległe do płaszczyzn studni kwantowej	214
8.5.4	Pola w płaszczyźnie studni tworzące kąt $\pi/4$	217
8.5.5	Pola w płaszczyźnie studni i równoległe do siebie	219
9	Własności optyczne szerokich parabolicznych studni kwantowych	
	Sylwia Zielińska-Raczyńska i David Ziemkiewicz	223
9.1	Wstęp	223
9.2	Równanie konstytutywne dla szerokiej parabolicznej studni kwantowej	225
9.3	Szacowanie parametrów potencjału efektywnego	227
9.4	Obliczanie elementów macierzowych potencjału	230
9.5	Obliczenie funkcji i energii własnej ekscytonu	231
9.6	Rozwiązanie równania konstytutywnego	233
9.7	Obliczanie parametrów uwięzienia	234
9.8	Wybór stanów elektronowo-dziurowych	236
9.9	Obliczenie polaryzacji i średniej podatności	237
9.10	Efekt Starka w szerokich parabolicznych studniach kwantowych	241
9.10.1	Wstęp	241
9.11	Równanie konstytutywne dla SPSK z przyłożonym polem $\mathbf{F}$	242
9.12	Obliczanie elementów macierzowych potencjału oddziaływania	244
9.13	Efekty pola elektrycznego w szerokich studniach GaAs/Ga _{1-x} Al _x As	246

10 Własności optyczne przewodów (drutów) kwantowych	251
10.1 Równania konstytutywne	251
10.2 Ekscytony w drutach kwantowych	253
10.3 Własności elektrooptyczne drutów kwantowych	256
10.4 Magnetoptyczne własności drutów kwantowych	261
11 Własności optyczne kropek kwantowych	265
11.1 Wstęp	265
11.2 Kropki kwantowe kuliste	266
11.2.1 Model silnego uwięzienia	267
11.2.2 Model prawie nieruchomej dziury	268
11.2.3 Metoda wielomianowa	269
11.2.4 Metoda funkcji Greena dla kropki kulistej	271
11.3 Własności elektrooptyczne i magnetoptyczne kropek kwantowych	272
11.3.1 Konfiguracja Faradaya	273
11.3.2 Konfiguracja Voigta	279
11.4 Porównanie efektów magnetoptycznych	
dla konfiguracji Voigta i konfiguracji Faradaya	281
11.4.1 Wartości własne w konfiguracji Faradaya	285
11.4.2 Wartości własne w konfiguracji Voigta	286
11.4.3 Efekty magnetoptyczne w obu konfiguracjach	
w kropkach $\text{In}_{0,55}\text{Al}_{0,45}\text{As}/\text{Al}_{0,35}\text{Ga}_{0,65}\text{As}$	287
11.5 Asymetryczny efekt Starka	291
11.5.1 Asymetryczne kropki kwantowe	291
11.5.2 Widmo energii dla przypadku $\mathbf{F} = 0$	293
11.5.3 Rozwiązanie równań ruchu w asymetrycznym potencjale	
i stałym polu elektrycznym	296
11.5.4 Rozwiązanie równań konstytutywnych dla asymetrycznej kropki kwantowej	301
11.5.5 Wyznaczenie parametrów potencjałów uwięzienia	303
11.5.6 Przesunięcie Starka	308
11.5.7 Rozwiązanie równań ruchu w studni	
z asymetrycznym potencjałem parabolicznym	310
12 Własności optyczne dysków kwantowych	313
12.1 Dyski kwantowe	313
12.2 Funkcje własne dla dysku kwantowego	316
12.3 Rozwiązanie równania własnego	319

12.4	Podatność międzypasmowa dysków	327
12.4.1	Fala spolaryzowana w płaszczyźnie	328
12.4.2	Fala spolaryzowana w kierunku z	330
12.4.3	Fala TM	330
12.5	Własności optyczne dysków InAs/GaAs	333
12.6	Własności magnetoptyczne dysków	338
12.6.1	Efekt pola magnetycznego w konfiguracji Faradaya	338
12.6.2	Rozwinięcie na funkcje własne w granicy silnego pola magnetycznego	340
12.7	Rozwiązanie równania własnego dla dysku	342
12.8	Własności magnetoptyczne dysków $\text{In}_{0,55}\text{Al}_{0,45}\text{As} / \text{Al}_{0,35}\text{Ga}_{0,65}\text{As}$	343
13	Pierścienie kwantowe	351
13.1	Własności magnetoptyczne pierścieni kwantowych	351
13.1.1	Własności magnetoptyczne pierścieni kwantowych w granicy słabego uwięzienia	354
13.1.2	Granica silnego uwięzienia	355
13.1.3	Pierścienie kwantowe z niecentralnym potencjałem parabolicznym	358
14	Pałeczki kwantowe	361
14.1	Wstęp	361
14.2	Równania konstytutywne dla pałeczki kwantowej	363
14.2.1	Model nieskończonego potencjału uwięzienia we wszystkich kierunkach	363
14.2.2	Model skończonego potencjału uwięzienia w płaszczyźnie przekroju	365
14.3	Liniowe własności optyczne pałeczek kwantowych	367
14.3.1	Wektor elektryczny prostopadły do osi symetrii	368
14.3.2	Wektor elektryczny równoległy do osi symetrii	369
14.3.3	Energie rezonansowe dla przejść między i wewnątrz pasmowych w przybliże- niu nieskończonego potencjału uwięzienia	369
14.3.4	Współczynnik absorpcji	370
14.3.5	Równanie Schrödingera z potencjałem efektywnym	370

15 Własności optyczne nanostruktur o symetrii cylindrycznej – bezpośrednie rozwiązanie równań konstytutywnych	
Piotr Schillak	373
15.1 Wstęp	373
15.2 Opis metody	374
15.3 Obliczenia numeryczne	377
15.4 Wyniki dla kilku struktur o symetrii cylindrycznej	381
15.4.1 Dysk kwantowy	382
15.4.2 Cylinder kwantowy	385
15.4.3 Pałeczki kwantowe	385
15.5 Podwójne kropki kwantowe	386
16 Wnioski	393
17 Uzupełnienia	395
17.1 Równania Stahla	395
17.2 Gęstość dipolowa $M(\mathbf{r})$ dla przejść międzypasmowych	400
17.3 Dwuwymiarowy atom wodoru	402
17.4 Częstka naładowana w cylindrycznej studni potencjału i w polu magnetycznym	404
17.5 Metoda funkcji Greena	405
17.5.1 Funkcje Greena podstawowych operatorów	405
17.5.2 Funkcja Greena dla dwuwymiarowego atomu wodoropodobnego	409
17.6 Rozwiązanie równania Lippmanna-Schwingera z polem magnetycznym	411
17.7 Relacje dyspersyjne Kramersa-Kröniga	416
17.8 Funkcja Greena równania konstytutywnego z polem magnetycznym wzdłuż osi z	421
17.9 Funkcja Greena równania oscylatora harmonicznego	423
18 Dane pasmowe niektórych półprzewodników	427
Literatura	431
Spis rysunków	453
Spis tablic	459
Skorowidz	461