

Spis treści

Przedmowa	11
Wstęp	15
Część I. W świecie geometrii elementarnej	
1. Izometrie w dwóch wymiarach	21
1.1. Wstęp	21
1.2. Izometrie w dwóch wymiarach w geometrii elementarnej	22
1.3. Składanie izometrii	24
1.4. Wynik złożenia izometrii w dwóch wymiarach	28
1.5. Izometrie sprzężone	28
1.6. Przekształcanie wektora	30
1.7. Iloczyn skalarny	32
1.8. Przekształcanie funkcji	32
2. Przekształcenia symetrii w dwóch wymiarach	35
2.1. Symetrie figur płaskich	35
2.2. Symetria kwadratu	36
2.3. Składanie operacji symetrii	38
2.4. Tabela grupowa	40
2.5. Grupa przekształceń	41
2.6. Psujemy kwadrat, czyli przykłady podgrup	42
2.7. Symetrie wielokątów foremnych o parzystej liczbie boków	46
2.8. Symetria trójkąta równobocznego	46
2.9. Układy o symetrii obrotowej bez odbić	47
2.10. Symetrie sprzężone	48
2.11. Klasy elementów sprzężonych	50
3. Symetria obrazów dyfrakcyjnych	52
3.1. Symetria obrazów dyfrakcji światła na otworach	52
3.2. Wyniki doświadczenia dla otworu kwadratowego	52
3.3. Dyfrakcja w granicy Fraunhofera	53
3.4. Opis dyfrakcji na otworze kwadratowym w granicy Fraunhofera	56

3.5. Wyniki doświadczenia dla otworu trójkątnego	57
3.6. Symetria obrazu dla otworu trójkątnego w granicy Fraunhofera	58
3.7. Iloczyn prosty grup	60
3.8. Opis dyfrakcji na otworze trójkątnym w granicy Fraunhofera	61
3.9. Symetria obrazów dyfrakcyjnych siatek płaskich	62
4. Izometrie w trzech wymiarach	64
4.1. Izometrie w trzech wymiarach: obrót, odbicie, inwersja	64
4.2. Składanie izometrii w trzech wymiarach.	67
4.3. Izometrie w trzech wymiarach: obroty zwierciadlane i obroty inwersyjne	70
4.4. Wynik złożenia izometrii w trzech wymiarach.	73
4.5. Złożenie odbicia i obrotu.	76
4.6. Izometrie sprzężone.	77
4.7. Przekształcenia wektorów	81
4.8. Przekształcenia funkcji.	83
4.9. Pseudowektory	84
4.10. Transformacje pseudowektorów	86
5. Symetrie w trzech wymiarach	89
5.1. Symetrie w trzech wymiarach	89
5.2. Symetrie sześcianu	90
5.3. Symetria ośmiościanu i kuboooktaedru	94
5.4. Graficzne przedstawianie układów atomów	94
5.5. Układy atomów o symetrii sześcianu lub ośmiościanu	95
5.6. Składanie symetrii i symetrie sprzężone	96
5.7. Psujemy sześcian. Prostopadłościan o podstawie kwadratowej	97
5.8. Psujemy sześcian. Prostopadłościan dowolny	99
5.9. Psujemy sześcian. Romboedr.	100
5.10. Symetrie czworościanu.	100
5.11. Symetrie wybranych układów atomów	103
6. Momenty dipolowe	106
6.1. Rozważania wstępne, pole układu ładunków o symetrii sferycznej	106
6.2. Elektryczny moment dipolowy	108
6.3. Elektryczny moment dipolowy cząsteczek	111
6.4. Elektryczny moment dipolowy a symetria układu	114
6.5. Niezmienniczość wektora	118
6.6. Przekształcanie funkcji a moment dipolowy	120
6.7. Magnetyczny moment dipolowy	120
6.8. Moment magnetyczny w mikroświecie	122
6.9. Magnetyczny moment dipolowy a symetria układu	125
7. Grupy przekształceń	128
7.1. Wstęp	128
7.2. Grupy symetrii	128
7.3. Dygresja: inne grupy	130
7.4. Generatory grupy	132
7.5. Podgrupy	134
7.6. Twierdzenie Lagrange'a	136
7.7. Klasy elementów sprzężonych	139
7.8. Podgrupy niezmiennicze	141

Część II. W świecie geometrii analitycznej

8. Macierze izometrii w dwóch wymiarach	147
8.1. Macierzowy zapis wektorów	147
8.2. Iloczyn skalarny	148
8.3. Macierze izometrii w dwóch wymiarach	149
8.4. Macierze obrotów w dwóch wymiarach	150
8.5. Transformacja wektorów bazy przy obrocie	153
8.6. Macierze odbić w dwóch wymiarach	156
8.7. Transformacja wektorów bazy przy odbiciu	159
8.8. Składanie macierzy izometrii	160
8.9. Przykłady składania izometrii w dwóch wymiarach	160
8.10. Macierze odwrotne	162
8.11. Przekształcanie funkcji	163
9. Ogólne własności macierzy izometrii w dwóch wymiarach	167
9.1. Zachowanie długości wektorów, macierze ortogonalne	167
9.2. Macierze izometrii sprzężonych	169
9.3. Zmiana układu współrzędnych	170
9.4. Sens współczynników q_{nm}	174
9.5. Transformacja współrzędnych przy obrocie i odbiciu	175
9.6. Odwrotna transformacja współrzędnych	177
9.7. Transformacja wektorów bazy	178
9.8. Transformacja macierzy izometrii	178
9.9. Niezmienniki zmiany współrzędnych	180
9.10. Transformacja funkcji przy zmianie układu współrzędnych	181
10. Macierze symetrii w dwóch wymiarach	184
10.1. Macierze przekształceń symetrii kwadratu	184
10.2. Grupy macierzowe przekształceń symetrii	188
10.3. Reprezentacje macierzowe grup przekształceń	191
10.4. Symetrie prostokąta i rombu	191
10.5. Reprezentacje równoważne	192
10.6. Symetrie trójkąta równobocznego	192
10.7. Przekształcanie funkcji typu p pod wpływem operacji symetrii kwadratu	193
10.8. Przekształcanie funkcji typu d pod wpływem operacji grupy kwadratu	195
10.9. Przekształcanie funkcji typu d pod wpływem operacji symetrii grupy ośmiokąta ..	198
11. Macierze izometrii w trzech wymiarach	201
11.1. Transformacje wektorów	201
11.2. Składanie macierzy izometrii	203
11.3. Ogólne własności macierzy izometrii w trzech wymiarach	204
11.4. Obrót w trzech wymiarach	206
11.5. Ślad macierzy izometrii sprzężonych	211
11.6. Odbicie w trzech wymiarach	211
11.7. Inwersja i obroty inwersyjne	214
11.8. Macierze transformacji pseudowektorów	216
11.9. Wyznacznik i ślad macierzy transformacji pseudowektorów	218
12. Macierze symetrii w trzech wymiarach	219
12.1. Macierze symetrii grupy sześcianu	219

12.2. Macierze symetrii prostopadłościanu ogólnego	221
12.3. Macierze symetrii ostrosłupa o podstawie trójkątnej	222
12.4. Popsuty sześcian	223
12.5. Macierze transformacji wektora i pseudowektora pod wpływem operacji grupy symetrii ostrosłupa o podstawie prostokątnej	227
13. Macierze przekształceń w zastosowaniach fizycznych	230
13.1. Elektryczny moment dipolowy cząsteczek	230
13.2. Indukowany elektryczny moment dipolowy	233
13.3. Symetria tensora polaryzowalności	236
13.4. Przykład 1. Symetria obrotowa wokół osi 3	237
13.5. Przykład 2. Symetria prostopadłościanu	240
13.6. Przykład 3. Symetria czworościanu	241
13.7. Przykład makroskopowy: kula przewodząca	242
13.8. Przykład makroskopowy: obrotowa elipsoida przewodząca	244
13.9. Przykłady mikroskopowe: półklasyczny model atomu wodoru	246
13.10. Polaryzowalność atomów	249
13.11. Polaryzowalność cząsteczek	251
13.12. Tensor bezwładności	253

Część III. W świecie reprezentacji

14. Drgania membran	259
14.1. Wstęp	259
14.2. Dwuwymiarowe klasyczne równanie falowe	261
14.3. Zmiana układu współrzędnych	263
14.4. Fale na membranie kwadratowej	265
14.5. Formalny opis fal na membranie kwadratowej	266
14.6. Przerabiamy uzyskane wyniki	271
14.7. Wstępne rozważania dotyczące symetrii funkcji falowych	273
14.8. Mody zdegenerowane 21 i 12, funkcje rzeczywiste	277
14.9. Mody zdegenerowane 21 i 12, funkcje zespolone	281
14.10. Różne wybory bazy rozwiązań równania falowego	285
14.11. Degeneracje przypadkowe, n i m nieparzyste	287
14.12. Degeneracje przypadkowe, n i m parzyste	291
14.13. Podsumowanie	293
15. Reprezentacje grupy kwadratu	295
15.1. Macierzowa reprezentacja grupy	295
15.2. Reprezentacje grupy kwadratu	297
15.3. Reprezentacje równoważne	301
15.4. Reprezentacje równoważne grupy kwadratu. Macierze rzeczywiste	302
15.5. Reprezentacje równoważne grupy kwadratu. Macierze zespolone	305
15.6. Macierze ortogonalne, macierze unitarne	307
15.7. Reprezentacje przywiedlne i nieprzywiedlne	309
16. Reprezentacje grup	314
16.1. Co już wiemy o reprezentacjach	314
16.2. Własności symetrii rozwiązań równania liniowego	316
16.3. Operator Laplace'a	318
16.4. Niezmienniki reprezentacji	320

16.5. Charaktery operacji symetrii należących do tej samej klasy	323
16.6. Reprezentacja regularna.	323
16.7. Przykład reprezentacji regularnej, grupa symetrii prostokąta.	325
16.8. Przykład reprezentacji regularnej, grupa symetrii kwadratu.	328
17. Relacje ortogonalności	332
17.1. Pytania	332
17.2. Sformułowanie relacji ortogonalności	332
17.3. Liczba nieprzywiedlnych reprezentacji jest skończona	337
17.4. Ile nieprzywiedlnych reprezentacji ma grupa?	338
17.5. Kryteria przywiedlności reprezentacji	340
18. Małe drgania.	342
18.1. Wstęp	342
18.2. Dwie masy na gumce.	342
18.3. Inne spojrzenia na problem	344
18.4. Energia potencjalna układu	345
18.5. Spojrzenie trochę ogólniejsze.	347
18.6. Układ 4 mas	349
18.7. Układ 4 mas o symetrii kwadratu	351
18.8. Układ 8 mas o symetrii kwadratu	354
18.9. Drgania cząsteczek	359
19. Symetria związanych stanów elektronowych.	361
19.1. Równanie Schrödingera	361
19.2. Nieskończona kwadratowa studnia potencjału	361
19.3. Nieskończona kwadratowa studnia potencjału, degeneracje przypadkowe .	365
19.4. Nieskończona kwadratowa studnia potencjału, konsekwencje degeneracji wynikających z symetrii	369
19.5. Gęstość prądu prawdopodobieństwa	371
19.6. Metoda LCAO, cząsteczka wodoru	374
19.7. Cząsteczka czteroatomowa	378
19.8. Znoszenie degeneracji stanów atomowych przez zaburzenie zewnętrzne, model dwuwymiarowy	381
19.9. Znoszenie degeneracji stanów atomowych przez zaburzenie zewnętrzne .	383
A. Jednostki układu CGSE	387
B. Izometria w dwóch wymiarach jest albo obrotem, albo odbiciem.	391
C. Izometria w trzech wymiarach jest albo obrotem, albo obrotem inwersyjnym.	394
D. Tensor polaryzowalności jest symetryczny	399
E. Dwuwymiarowe klasyczne równanie falowe	404
Literatura	408
Źródła fotografii	409