

# SPIS TREŚCI

<b>1. Wstęp</b> .....	9
<b>2. Własności neutronu. Otrzymywanie i spowalnianie neutronów</b> .....	13
2.1. Własności neutronu .....	13
2.2. Otrzymywanie neutronów .....	15
2.2.1. Małe źródła neutronów .....	15
2.2.2. Rozszczepienie jąder jako źródło neutronów .....	15
2.2.2.1. Stacjonarny reaktor badawczy .....	16
2.2.2.2. Reaktor impulsowy .....	17
2.2.3. Źródła neutronów na bazie akceleratorów cząstek .....	20
2.2.3.1. Reakcja syntezy (D,T) .....	20
2.2.3.2. Reakcje fotojądrowe .....	21
2.2.3.3. Reakcje spalacji .....	21
2.3. Spowalnianie neutronów .....	25
2.4. Zakończenie .....	27
2.5. Dodatek .....	28
<b>3. Podstawy teorii oddziaływania neutronów z materią</b> .....	33
3.1. Wyznaczanie przekrojów czynnych na oddziaływania .....	33
3.2. Rozpraszanie neutronów przez jądra .....	38
3.3. Rozpraszanie magnetyczne .....	43
3.4. Podsumowanie .....	45
<b>4. Elementy spektrometrów neutronowych</b> .....	51
4.1. Wstęp .....	51
4.2. Kolimacja wiązek neutronów .....	52
4.3. Neutronowody .....	54
4.4. Mechaniczne selektory prędkości .....	62
4.5. Przerwywacze wiązki neutronów i monochromatory .....	64
4.6. Filtry krystaliczne i monochromatory .....	66
4.6.1. Polikrystaliczne filtry neutronów .....	67
4.6.2. Monochromatory krystaliczne .....	68

<b>5. Detektory neutronów</b> .....	72
5.1. Wstęp .....	72
5.2. Scyntylatory neutronów .....	73
5.3. Gazowe detektory neutronów .....	75
5.4. Układy detekcyjne .....	78
5.4.1. Detektory całkujące .....	78
5.4.2. Układy detekcyjne pracujące w trybie zliczania .....	80
5.4.2.1. Detektory scyntylacyjne .....	80
5.4.2.2. Proporcjonalne gazowe detektory neutronów .....	82
5.4.2.3. Liniowy pozycyjny detektor gazowy .....	84
5.4.2.4. Pozycyjny dwuwymiarowy detektor neutronów .....	86
5.5. Zakończenie .....	87
<b>6. Podstawy dyfrakcji neutronów na kryształach</b> .....	89
6.1. Wstęp .....	89
6.2. Płaszczyzny sieciowe w kryształach i pojęcie sieci odwrotnej .....	91
6.3. Warunek Bragga dyfrakcji fal na kryształach .....	94
6.4. Czynniki struktury i przekrój czynny na dyfrakcję neutronów .....	95
6.5. Dyfrakcja neutronów na uporządkowanych strukturach magnetycznych ...	97
6.6. Eksperymentalne metody dyfrakcji neutronów .....	100
6.7. Podstawy opracowania proszkowych widm dyfrakcyjnych (metoda Rietvelda) .....	105
6.8. Zakończenie .....	106
<b>7. Dyfrakcja neutronów w cieczech i ciałach amorficznych</b> .....	107
7.1. Wstęp .....	107
7.2. Funkcje korelacji par i czynniki struktury .....	107
7.2.1. Częstkowe rozkłady radialne par (formalizm Fabera-Zimana) .....	111
7.2.2. Częstkowe funkcje korelacji fluktuacji gęstości i koncentracji (formalizm Bhatia-Thorntona) .....	112
7.3. Eksperymentalne badania układów nieuporządkowanych .....	114
7.4. Poprawki .....	116
7.4.1. Pojemnik na próbkę .....	116
7.4.2. Poprawki na pochłanianie .....	117
7.4.3. Poprawki normujące .....	117
7.4.4. Rozpraszanie wielokrotne .....	118
7.4.5. Korekcja Placzka .....	118
7.5. Metoda odwrotnego Monte-Carlo do analizy danych dyfrakcyjnych .....	119
<b>8. Dyfrakcja małokątowa</b> .....	122
8.1. Wstęp .....	122
8.2. Podstawy teoretyczne .....	125
8.2.1. Częstki jednorodne .....	129
8.2.2. Rozpraszanie w zakresie najmniejszych kątów. Pojęcie promienia inercji (bezwładności). Przybliżenie Guiniera .....	130
8.2.3. Rozpraszanie do przodu .....	132

8.2.4. Inwariant (niezmiennik) Poroda .....	133
8.2.5. Cząstka o symetrii sferycznej .....	135
8.3. Spektrometry rozpraszania małokątowego dla stacjonarnych i impulsowych źródeł neutronów .....	136
8.4. Zakończenie .....	140
<b>9. Reflektometria neutronowa .....</b>	<b>142</b>
9.1. Wstęp .....	142
9.2. Podstawowe zasady reflektometrii neutronowej .....	142
9.3. Cienka płytką płasko-równoległą .....	146
9.4. Powierzchnie chropowate .....	149
9.5. Wpływ pochłaniania i rozpraszania niekoherentnego na odbicie neutronów ...	150
9.5.1. Silnie pochłaniające środowiska .....	151
9.5.2. Silne rozpraszacze niespójne .....	152
9.6. Reflektometria magnetyczna .....	153
9.7. Budowa reflektometrów neutronowych .....	155
9.8. Zakończenie .....	157
<b>10. Badania nieelastycznego rozpraszania neutronów .....</b>	<b>159</b>
10.1. Wstęp .....	159
10.2. Nieelastyczne rozpraszanie neutronów na fononach i magnonach .....	163
10.3. Schemat trójosiowego spektrometru krystalicznego .....	166
10.4. Metody skanowania przestrzeni odwrotnej .....	168
10.4.1. Metoda stałego $\vec{Q}$ .....	170
10.4.2. Metoda stałego $E$ .....	171
10.5. Porównanie z innymi metodami badania wzbudzeń elementarnych w kryształach .....	171
10.6. Nieelastyczne niekoherentne rozpraszanie neutronów .....	173
10.7. Przybliżenie niekoherentne .....	177
10.8. Spektrometr czasu przelotu geometrii prostej .....	179
10.9. Spektrometr czasu przelotu geometrii odwrotnej .....	182
10.10. Zakończenie .....	186
<b>11. Głęboko nieelastyczne (komptonowskie) rozpraszanie neutronów .....</b>	<b>189</b>
11.1. Wstęp .....	189
11.2. Praktyczna realizacja metody .....	192
11.2.1. Rezonanse jądrowe i folie rezonansowe .....	192
11.2.2. Spektrometr rozpraszania komptonowskiego geometrii odwrotnej ..	193
11.3. Wybrane przykłady eksperymentów .....	196
11.3.1. Pomiar funkcji falowej protonu w molekularnym wodorze .....	196
11.3.2. Badanie efektów kwantowych w ciekłym helu .....	196
11.4. Zakończenie .....	196
<b>12. Kwazielastyczne rozpraszanie neutronów .....</b>	<b>198</b>
12.1. Wstęp .....	198
12.2. Podstawy teoretyczne .....	200

12.2.1. Ciągła dyfuzja .....	200
12.2.2. Model skokowej dyfuzji .....	201
12.2.3. Model dyfuzji rotacyjnej .....	205
12.3. Spektrometry do badania procesów kwazielastycznego rozpraszania neutronów .....	210
12.3.1. Spektrometr rozpraszania wstecznego dla stacjonarnego źródła neutronów .....	211
12.3.2. Spektrometr czasu przelotu nieelastycznego rozpraszania geometrii prostej .....	216
12.3.3. Spektrometr czasu przelotu nieelastycznego rozpraszania geometrii odwrotnej .....	218
12.4. Zakończenie .....	220
<b>13. Spolaryzowane neutrony .....</b>	<b>222</b>
13.1. Otrzymywanie spolaryzowanych neutronów .....	222
13.1.1. Filtry polaryzacyjne .....	223
13.1.2. Polaryzujące monokryształy-monochromatory .....	225
13.2. Precesja momentów magnetycznych spolaryzowanych neutronów w jednorodnym polu magnetycznym .....	227
13.3. Efekt prowadzącego pola magnetycznego .....	228
13.4. Powolna zmiana kierunku pola magnetycznego – przypadek adiabatyyczny .....	229
13.5. Natychmiastowa (szybka) zmiana kierunku pola magnetycznego .....	230
13.6. Precesja spinów neutronów w zewnętrznym polu magnetycznym .....	231
13.7. Urządzenie do obracania spinów neutronów .....	232
13.7.1. Cewka- $\pi$ Mezeia .....	232
13.7.2. Cewka- $\pi/2$ Mezeia .....	234
13.8. Zakończenie .....	235
<b>14. Neutronowe echo spinowe .....</b>	<b>236</b>
14.1. Wstęp .....	236
14.2. Efekt echa spinowego .....	236
14.3. Echo spinowe dla nieelastycznego rozpraszania neutronów .....	239
14.4. Spektrometr echa spinowego .....	242
14.5. Zakończenie .....	244
<b>Spis monografii .....</b>	<b>246</b>