

spis treści

Przedmowa	13
---------------------	----

Część I. Czas i przestrzeń

1. Czas i przestrzeń	16
1.1. Próżnia fizyczna	16
1.2. Czasoprzestrzeń jako zwierciadło	19
1.3. Pomiary czasoprzestrzeni	21
1.4. Materia i czasoprzestrzeń	22
1.5. Podsumowanie	23
Pytania	24
Literatura uzupełniająca	24
2. Prawa zachowania	25
2.1. Zachowanie pędu	25
2.2. Zachowanie momentu pędu	28
2.3. Zachowanie energii	30
2.4. Pola	32
Zadania	35
Literatura uzupełniająca	35
3. Względność klasyczna	37
3.1. Granice „zdrowego rozsądku”	37
3.2. Klasyczna zasada względności	39
3.3. Niezmienniczość prawa zachowania pędu	42
3.4. Niezmienniczość praw Newtona	43
Zadania	46
Literatura uzupełniająca	48
4. Doświadczenie Michelsona-Morleya	49
4.1. Konflikt narasta	49
4.2. Transformacja Lorentza	54
4.3. Lorentzowskie dodawanie prędkości	57

Zadania	59
Literatura uzupełniająca	61
5. Konsekwencje transformacji Lorentza	62
5.1. Skrócenie długości	62
5.2. Wydłużenie przedziałów czasowych	66
5.3. Interpretacja doświadczenia Michelsona–Morleya	69
5.4. Rozwiązanie konfliktu przez Einsteina	71
Zadania	74
Literatura uzupełniająca	75
6. Mechanika relatywistyczna	76
6.1. Masa i pęd	76
6.2. Definicja siły	79
6.3. Relatywistyczna energia kinetyczna	80
6.4. Energia całkowita	83
6.5. Schemat teorii	87
Zadania	89
Literatura uzupełniająca	91

Część II. Cząstki i fale

7. Zjawisko fotoelektryczne	94
7.1. Kwanty elektryczności	94
7.2. Emisja elektronów	95
7.3. Zjawisko fotoelektryczne	97
Zadania	99
Literatura uzupełniająca	100
8. Promienie X	101
8.1. Roentgen	101
8.2. Promienie X	102
8.3. Dyfrakcja promieni X	106
8.4. Dyfrakcja promieni X na siatce dyfrakcyjnej	109
8.5. Zjawisko Comptona	110
Zadania	113
Literatura uzupełniająca	115
9. Tworzenie par	117
9.1. Oddziaływanie promieniowania z materią	117
9.2. Tworzenie par	118
9.3. Anihilacja par	121
9.4. Absorpcja fotonów	122
Zadania	123
Literatura uzupełniająca	125
10. Falowa natura cząstek	126
10.1. Dylemat: cząstka czy fala	126
10.2. Fale de Broglie'a	127
10.3. Doświadczalne potwierdzenie natury falowo-korpuskularnej	128
10.4. Paczki falowe	130

10.5. Zasada nieoznaczoności	134
10.6. Inna postać zasady nieoznaczoności	137
Zadania	138
Literatura uzupełniająca	140
11. Doświadczenie Rutherforda	141
11.1. Jądrowy model atomu	141
11.2. Układ pomiarowy	143
11.3. Parametr zderzenia i kąt rozpraszania	144
11.4. Wzór Rutherforda na rozpraszanie	147
Zadania	151
Literatura uzupełniająca	152
12. Model Bohra (część pierwsza)	153
12.1. Model planetarny	153
12.2. Widma atomowe	156
12.3. Model Bohra — postulaty	158
12.4. Model Bohra — stany energetyczne	159
12.5. Stała Rydberga i serie widmowe	162
12.6. Model Bohra i zasada korespondencji	163
Zadania	164
Literatura uzupełniająca	166
13. Model Bohra (część druga)	167
13.1. Atomy wodoropodobne	168
13.2. Poprawka na ruch jądra	169
13.3. Doświadczenie Francka-Hertza	173
13.4. Doświadczenie Francka-Hertza — interpretacja	176
Zadania	177
Literatura uzupełniająca	178
 Część III. Atom	
14. Równanie Schrödingera (część pierwsza)	180
14.1. Promieniowanie ciała doskonale czarnego	180
14.2. Funkcje falowe	184
14.3. Równanie Schrödingera	184
14.4. Równanie Schrödingera niezależne od czasu	186
Zadania	188
Literatura uzupełniająca	188
15. Równanie Schrödingera (część druga)	189
15.1. Hamiltonian	189
15.2. Operatory	190
15.3. Studnia potencjału	192
Zadania	198
Literatura uzupełniająca	199
16. Niektóre zastosowania równania Schrödingera	200
16.1. Klasyczny oscylator harmoniczny	200
16.2. Kwantowomechaniczny oscylator harmoniczny	202

16.3. Zjawisko tunelowe	206
Zadania	210
Literatura uzupełniająca	211
17. Różne modele mechaniki	212
17.1. Modele mechaniki	212
17.2. Mechanika klasyczna	213
17.3. Mechanika relatywistyczna	217
17.4. Mechanika kwantowa	220
17.5. Dualizm falowo-korpuskularny	222
17.6. Zasada nieoznaczoności	222
Zadania	223
Literatura uzupełniająca	224
18. Teoria Schrödingera atomu wodoru	225
18.1. Równanie falowe: separacja zmiennych	225
18.2. Równanie azymutalne	228
18.3. Równanie biegunowe	229
18.4. Równanie radialne	230
18.5. Pełna funkcja falowa	231
Zadania	232
Literatura uzupełniająca	233
19. Liczby kwantowe (część pierwsza). Momenty magnetyczne	234
19.1. Orbitalna liczba kwantowa l	234
19.2. Magnetyczna liczba kwantowa m_l	236
19.3. Moment magnetyczny atomu wodoru	239
Zadania	242
Literatura uzupełniająca	242
20. Liczby kwantowe (część druga). Zjawisko Zeemana	244
20.1. Atom w zewnętrznym polu magnetycznym	244
20.2. Normalne zjawisko Zeemana	247
20.3. Całkowita liczba stanów	250
Zadania	251
Literatura uzupełniająca	253
21. Funkcje falowe atomu wodoru	254
21.1. Funkcje falowe atomu wodoru	254
21.2. Rozkład radialny prawdopodobieństwa	255
21.3. Zależność kątowa prawdopodobieństwa	258
Zadania	260
Literatura uzupełniająca	261
22. Spin elektronu	262
22.1. Spin	262
22.2. Spinowy moment pędu	264
22.3. Doświadczenie Sterna-Gerlacha	266
22.4. Energia oddziaływania spin-orbita — struktura subtelna	268
Zadania	270
Literatura uzupełniająca	273

23. Widma atomowe i cząsteczkowe	274
23.1. Całkowity moment pędu	274
23.2. Widma atomowe	276
23.3. Widma cząsteczkowe	279
23.4. Lasery	281
Zadania	285
Literatura uzupełniająca	286
24. Zakaz Pauliego	287
24.1. Zakaz Pauliego	287
24.2. Atomy dwuelektronowe	289
24.3. Układ okresowy	290
Literatura uzupełniająca	294

Część IV. Jądro

25. Jądro	296
25.1. Atom z jądrem	296
25.2. Siły jądrowe	298
25.3. Niektóre własności jądra	301
25.4. Energia wiązania jądra	303
Zadania	305
Literatura uzupełniająca	305
26. Modele jądra	306
26.1. Fotorozszczepienie — stabilność jąder	306
26.2. Spinowy moment pędu	309
26.3. Czy w jądrze są elektrony?	311
26.4. Model kropłowy	313
26.5. Model powłokowy	316
Zadania	318
Literatura uzupełniająca	319
27. Neutron	320
27.1. Odkrycie neutronu	320
27.2. Wytwarzanie neutronów	323
27.3. Detekcja neutronów	324
27.4. Wychwyt neutronu	325
Zadania	326
Literatura uzupełniająca	327
28. Reakcje jądrowe (część pierwsza)	328
28.1. Reakcje jądrowe	328
28.2. Wartość Q reakcji jądrowych	330
28.3. Wartość Q reakcji a energia wiązania	332
Zadania	333
Literatura uzupełniająca	335
29. Reakcje jądrowe (część druga)	336
29.1. Energia kinetyczna w układzie laboratoryjnym i w układzie środka masy	336
29.2. Energia progowa reakcji endoenergetycznej	339

29.3. Wyprowadzenie równania na energię progową	340
29.4. Przekrój czynny	342
Zadania	344
Literatura uzupełniająca	345
30. Promieniotwórczość (część pierwsza)	346
30.1. Promieniotwórczość	346
30.2. Stała rozpadu	347
30.3. Czas połowicznego zaniku i średni czas życia	349
30.4. Krzywa wzrostu	350
30.5. Szeregi promieniotwórcze	352
30.6. Wyznaczanie wieku metodą rozpadu promieniotwórczego	356
Zadania	357
Literatura uzupełniająca	358
31. Promieniotwórczość (część druga)	360
31.1. Rozpad alfa	360
31.2. Rozpad pozytonowy	363
31.3. Rozpad elektronowy	365
31.4. Wychwyt elektronów	365
31.5. Rozpad gamma	366
31.6. Radiologiczne zagrożenie zdrowia	367
Zadania	369
Literatura uzupełniająca	370
32. Rozszczepienie i synteza	371
32.1. Rozszczepienie	371
32.2. Reakcje syntezy	374
32.3. Reaktory jądrowe	376
Zadania	379
Literatura uzupełniająca	380
33. Detektory cząstek	381
33.1. Własności cząstek	381
33.2. Emulsje jądrowe	382
33.3. Komory śladowe	384
33.4. Detektory elektroniczne	390
Zadania	395
Literatura uzupełniająca	397
34. Akceleratory cząstek	398
34.1. Akceleratory	398
34.2. Generator Cockrofta-Waltona	399
34.4. Generator Van de Graaffa	400
34.4. Cyklotron	401
34.5. Betatron	406
34.6. Akcelerator liniowy	407
Zadania	409
Literatura uzupełniająca	410

35. Ciało stałe (część pierwsza)	411
35.1. Kryształy	411
35.2. Metale	414
35.3. Teoria pasmowa	419
Zadania	420
Literatura uzupełniająca	421
36. Ciało stałe (część druga)	422
36.1. Rozkład Fermiego–Diraca	422
36.2. Półprzewodniki	424
36.3. Tranzystory	427
Zadania	428
Literatura uzupełniająca	429

Część V. Cząstki elementarne

37. Cząstki elementarne	432
37.1. Ładunki i siły	432
37.2. Liczby kwantowe cząstek elementarnych	435
Pytania	443
Literatura uzupełniająca	443
38. Oddziaływania cząstek elementarnych	444
38.1. Antycząstki	444
38.2. Klasyfikacja oddziaływań	446
38.3. Oddziaływania a prawa zachowania	449
Zadania	452
Literatura uzupełniająca	452
39. Rodzina cząstek elementarnych	453
39.1. Fotony	453
39.2. Leptony	454
39.3. Hadrony	457
Zadania	467
Literatura uzupełniająca	468
40. Pochodzenie pierwiastków	469
40.1. Zagadka powstania pierwiastków	469
40.2. Obecny rozkład pierwiastków	470
40.3. Pierwotna nukleosynteza	472
40.4. Budowanie pierwiastków w gwiazdach	474
40.5. Supernowe i proces r	479
40.6. Wybuchy jąder galaktyk	480
40.7. Podsumowanie	481
Zadania	482
Literatura uzupełniająca	485
41. Pochodzenie Wszechświata	484
41.1. Wiek Wszechświata	484
41.2. Rozmiary Wszechświata	487

41.3. Rozszerzający się Wszechświat	490
41.4. Narodziny Wszechświata	491
Zadania	493
Literatura uzupełniająca	493

Uzupełnienie

Tabela 1. Układ okresowy pierwiastków	494
Tabela 2. Wzory matematyczne	496
Tabela 3. Funkcje trygonometryczne	499
Tabela 4. Funkcje wykładnicze	500
Tabela 5. Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki	501
Tabela 6. Tabela izotopów	502
Odpowiedzi do zadań o nieparzystych numerach	525
Skorowidz	530