

Spis treści

CZĘŚĆ I. Teoria względności i mechanika kwantowa: podstawy fizyki współczesnej 1

ROZDZIAŁ 1. Teoria względności, część I 3

1.1. Doświadczalne podstawy teorii względności 4



Doświadczenie Michelsona–Morleya 7

1.2. Postulaty Einsteina 12

1.3. Transformacje Lorentza 18



Kalibracja osi na diagramie czasoprzestrzennym 28

1.4. Dylatacja czasu i skrócenie długości 29

1.5. Zjawisko Dopplera 41



Poprzeczne zjawisko Dopplera 45

1.6. Paradoks bliźniąt i inne niespodzianki 46



Przypadek bliźniąt poruszających się z jednakowym przyspieszeniem 49



Prędkości ponadświatłne 53

ROZDZIAŁ 2. Teoria względności, część II 65

2.1. Pęd relatywistyczny 66

2.2. Energia relatywistyczna 70



Jeszcze jedna niespodzianka w mechanice 79

2.3. Zamiana masy na energię i energia wiązania 80

2.4. Masa niezmiennicza 83

2.5. Ogólna teoria względności 97



Ugięcie światła w polu grawitacyjnym 100



Grawitacyjne przesunięcie ku czerwieni 103



Obrót orbity Merkurego 106



Spowolnienia światła w polu grawitacyjnym 106

ROZDZIAŁ 3.	Kwantyzacja ładunku, światła i energii	115
3.1.	Kwantowa struktura ładunku elektrycznego	115
3.2.	Promieniowanie ciała doskonale czarnego	119
3.3.	Zjawisko fotoelektryczne	127
3.4.	Promieniowanie rentgenowskie i zjawisko Comptona	133
	 Wyprowadzenie wzoru Comptona	139
ROZDZIAŁ 4.	Model jądrowy atomu	147
4.1.	Widma atomowe	149
4.2.	Model jądrowy Rutherforda	151
	 Przewidywania Rutherforda a wyniki Geigera i Marsdena	156
4.3.	Model Bohra atomu wodoru	160
	 Atomy rydbergowskie	169
4.4.	Widma promieniowania rentgenowskiego	170
4.5.	Eksperyment Francka–Hertza	175
	 Krytyczne spojrzenie na teorię Bohra i „starą mechanikę kwantową”	178
ROZDZIAŁ 5.	Falowe własności cząstek	187
5.1.	Hipoteza de Broglie’a	187
5.2.	Pomiary długości fali cząstki	189
5.3.	Paczki falowe	198
5.4.	Interpretacja probabilistyczna funkcji falowej	204
5.5.	Zasada nieoznaczoności	206
	 Mikroskop z promieniami γ	208
5.6.	Niektóre konsekwencje zasady nieoznaczoności	210
5.7.	Dualizm korpuskularno-falowy	213
	 Dualizm korpuskularno-falowy	214
ROZDZIAŁ 6.	Równanie Schrödingera	221
6.1.	Równanie Schrödingera w jednym wymiarze	222
6.2.	Nieskończenie głęboka prostokątna studnia energii potencjalnej	229
6.3.	Studnia prostokątna o skończonej głębokości	238
	 Rozwiązanie graficzne dla studni prostokątnej o skończonej głębokości	240

6.4.	Wartości oczekiwane i operatory	241
	 Przejścia między stanami o określonych energiach	244
6.5.	Oscylator harmoniczny	244
	 Sztuczka Schrödingera	248
	 Parzystość	248
6.6.	Odbicie i przejście fal	249
	 Rozpad α	256
	 Amoniakowy zegar atomowy	258
	 Dioda tunelowa	258

ROZDZIAŁ 7. Fizyka atomowa 267

7.1.	Równanie Schrödingera w trzech wymiarach	267
7.2.	Kwantowanie orbitalnego momentu pędu i energii w atomie wodoru	270
7.3.	Funkcje falowe dla atomu wodoru	279
7.4.	Spin elektronu	283
	 Doświadczenie Sterna–Gerlacha	286
7.5.	Całkowity moment pędu i oddziaływanie spin-orbita	289
7.6.	Równanie Schrödingera dla dwóch (lub więcej) cząstek	293
7.7.	Stany podstawowe atomów: układ okresowy pierwiastków	295
7.8.	Stany wzbudzone i widma atomów	299
	 Atomy wieloelektronowe	301
	 Zjawisko Zeemana	301
	 Zamrożone światło	302

ROZDZIAŁ 8. Fizyka statystyczna 313

8.1.	Powtórzenie wiadomości o klasycznej fizyce statystycznej	314
	 Temperatura i entropia	317
	 Wyprowadzenie zasady ekwipartycji energii	323
8.2.	Kwantowa fizyka statystyczna	327
8.3.	Kondensacja Bosego–Einsteina	333
	 Ciekły hel	334
8.4.	Gaz fotonowy: zastosowanie statystyki Bosego–Einsteina	343
8.5.	Właściwości gazu fermionowego	350

CZĘŚĆ 2. Zastosowania mechaniki kwantowej i teorii względności 359

ROZDZIAŁ 9. Budowa cząsteczek i ich widma 361

9.1. Wiązanie jonowe 361

9.2. Wiązanie kowalencyjne 366

 Inne wiązania kowalencyjne 373

 9.3. Inne typy wiązań 374

9.4. Poziomy energetyczne i widma cząsteczek dwuatomowych 377

9.5. Rozpraszanie, absorpcja i emisja wymuszona 388

9.6. Lasery i masery 394

ROZDZIAŁ 10. Fizyka ciała stałego 411

10.1. Budowa ciał stałych 411

10.2. Klasyczna teoria przewodnictwa 421

10.3. Gaz elektronów swobodnych w metalu 424

10.4. Kwantowa teoria przewodnictwa 429

 Przewodnictwo cieplne – model kwantowy 432

10.5. Magnetyzm ciał stałych 433

 Spintronika 435

10.6. Teoria pasmowa ciał stałych 436

 Pasma energetyczne w ciele stałym – inne podejście 444

10.7. Półprzewodniki domieszkowane 444

 Efekt Halla 448

10.8. Złącza i przyrządy półprzewodnikowe 451

 Jak działa tranzystor 456

10.9. Nadprzewodnictwo 457

 Kwantyzacja strumienia 462

 Złącze Josephsona 466

ROZDZIAŁ 11. Fizyka jądrowa 475

11.1. Skład jądra atomowego 477

11.2. Własności stanu podstawowego jądra 478

 Model Liquid-Drop i półempiryczny wzór masowy 488

11.3. Promieniotwórczość 491

	Produkcja i rozpady sekwencyjne	494
11.4.	Rozpady alfa, beta i gamma	494
	Energia rozpadu alfa	498
	Zjawisko Mössbauera	505
11.5.	Sily jądrowe	506
	Gęstość prawdopodobieństwa mezonów wymiany	511
11.6.	Model powłokowy	513
	Poszukiwania „prawidłowego” modelu powłokowego	516
11.7.	Reakcje jądrowe	516
11.8.	Rozszczepienie i fuzja	526
	Energia Jądrowa	531
	Mechanizmy oddziaływania cząstek i materii	537
11.9.	Zastosowania	537
	Dawka promieniowania	550
ROZDZIAŁ 12. Fizyka cząstek elementarnych		561
12.1.	Podstawowe pojęcia	562
12.2.	Oddziaływania fundamentalne i ich nośniki	571
	Dalsze uwagi na temat siły oddziaływań	577
12.3.	Prawa zachowania i symetrie	580
	Kiedy wielkości fizyczne są zachowane na poziomie mechaniki kwantowej	583
	Rezonanse i stany wzbudzone	591
12.4.	Model Standardowy	591
	Skąd się bierze spin protonu?	595
12.5.	Poza Model Standardowy	605
	Masa i oscylacje neutrin	609
	Teorie wszystkiego	611
ROZDZIAŁ 13. Astrofizyka i kosmologia		617
13.1.	Słońce	617
	Czy istnieje życie poza Ziemią?	628
13.2.	Gwiazdy	628
	Sfera niebieska	634
13.3.	Ewolucja gwiazd	638
13.4.	Wybuchy gwiazd	642

13.5.	Końcowe stadia życia gwiazd	645
13.6.	Galaktyki	652
13.7.	Kosmologia i grawitacja	661
13.8.	Kosmologia i ewolucja Wszechświata	663
	 „Naturalne” jednostki Plancka	673

Dodatek A.	Tabela mas atomowych	681
-------------------	----------------------	-----

Dodatek B		696
------------------	--	-----

B.1.	Całki prawdopodobieństwa	696
B.2.	Szeregi dla potęg dwumianów i funkcji wykładniczych	698
B.3.	Wykresy komórek elementarnych kryształu	699

Dodatek C.	Konfiguracje elektronowe	700
-------------------	--------------------------	-----

Dodatek D.	Podstawowe stałe fizyczne	705
-------------------	---------------------------	-----

Dodatek E.	Współczynniki przeliczeniowe	709
-------------------	------------------------------	-----

Dodatek F.	Laureaci Nagrody Nobla z fizyki	710
-------------------	---------------------------------	-----

	Odpowiedzi do zadań	718
--	---------------------	-----

	Skorowidz	723
--	-----------	-----