

Obsah

Předmluva	13
Úvod	15
Úlohy	18
Kapitola 1	
Základní formalismus kvantové teorie	21
1.1 Popis stavů	21
1.1.1 Ideální filtr	21
1.1.2 Filtr s konečnou rozlišovací schopností	25
1.1.3 Čisté a smíšené stavy	31
1.2 Popis dynamických proměnných	39
1.2.1 Kompatibilní pozorovatelné	39
1.2.2 Kvantovací podmínky	41
1.2.3 Statistické rozdělení pozorovatelné v daném stavu	43
1.2.4 Relace neurčitosti	45
1.2.5 Korelace	48
1.2.6 Dynamické proměnné se spojitým spektrem	49
1.2.7 Repräsentace	51
Úlohy	56
Kapitola 2	
Jednoduché kvantově mechanické systémy	60
2.1 Souřadnice	60
2.2 Impuls	62
2.3 Impulsmoment	68
2.4 Energie	75
2.4.1 Volná částice	75
2.4.1.1 Stacionární stavy volné částice s daným impulsem	76
2.4.1.2 Stacionární stavy volné částice s daným impulsmomentem	77
2.4.2 Jednorozměrný problém	80
2.4.2.1 Pravoúhlá potenciální jáma konečné hloubky	80
2.4.2.2 Nekonečně hluboká pravoúhlá potenciální jáma	88
2.4.2.3 Lineární harmonický oscilátor	89
2.4.2.4 Homogenní pole	97
2.4.2.5 Obecné vlastnosti stacionárních stavů v jednorozměrném případě	100
2.4.3 Stacionární stavy částice se sféricky symetrickou potenciální energií	111
2.4.3.1 Obecné vlastnosti stacionárních stavů částice ve sféricky symetrickém poli	113
2.4.3.2 Sféricky symetrický potenciál konečného dosahu	117
2.4.3.3 Sféricky symetrická pravoúhlá potenciální jáma	120

2.4.3.4	Izotropní harmonický oscilátor	124
2.4.3.5	Coulombické pole	129
2.4.3.6	Superpozice pole konečného dosahu s coulombickým polem	143
2.5	Vícečásticové systémy	145
2.6	Problém dvou těles	147
2.7	Skládání impulsmomentů	152
2.8	Wignerův–Eckartův teorém	153
	Úlohy	162

Kapitola 3

	Časový vývoj v kvantové teorii	178
3.1	Pohybová rovnice	178
3.2	Stacionární stavy. Integrály pohybu	185
3.3	Rovnice kontinuity	188
3.4	Greenův operátor	190
3.4.1	Jednočásticová Greenova funkce	192
3.4.1.1	Greenova funkce volné částice	194
3.4.1.2	Pohyb vlnového balíku volné částice	195
3.5	Ehrenfestův teorém	200
3.6	Viriálový teorém	202
3.7	Převodní studia nestacionárních problémů na řešení stacionárních úloh	205
3.7.1	Greenovy funkce bezčasové Schrödingerovy rovnice pro volnou částici	210
3.7.2	Tunelový jev	213
3.7.2.1	Koeficient odrazu od pravouhlé potenciální jámy	220
	Úlohy	223

Kapitola 4

	Úvod do teorie rozptylu	231
4.1	Definice některých pojmů	231
4.2	Rozptyl na vnějším poli	233
4.2.1	Diferenciální účinný průřez pružného rozptylu	233
4.2.2	Optický teorém	238
4.2.3	Operátor přechodu	242
4.2.4	Podmínka unitarity	244
4.2.5	Bornova řada	245
4.2.5.1	Potenciál Yukawova typu	251
4.2.6	Separabilní potenciál	255
4.2.7	Eikonálová aproximace. Reprezentace impaktního parametru	257
4.2.8	Rozptyl na sféricky symetrickém potenciálu	261
4.2.8.1	Parciální amplitudy a fázová posunutí	261
4.2.8.2	Wignerova podmínka kauzality	264
4.2.8.3	Fázová analýza	266
4.2.8.4	Integrální rovnice pro parciální vlny	269
4.2.8.5	Znaménko fázových posunutí jako indikátor přitažlivého či odpudivého charakteru interakce	271
4.2.8.6	Efekt Ramsauerův–Townsendův	273
4.2.8.7	Nepružný rozptyl	274
4.2.8.7.1	Rozptyl na černé kouli	277
4.2.9	Rozptyl coulombickým polem	280
	Úlohy	284

Kapitola 5

Analytičnost v teorii rozptylu	291
5.1 Integrální rovnice pro regulární řešení. Jostova funkce	292
5.2 Analytické vlastnosti S -matice v komplexní rovině k	296
5.2.1 Vyjádření elementů S -matice pomocí Jostových funkcí	296
5.2.2 Nuly Jostových funkcí	297
5.2.3 Levinsonův teorém	301
5.2.4 Póly S -matice odpovídající vázaným stavům	303
5.2.5 Nízkoenergetický rozptyl. Přiblížení efektivního poloměru	304
5.2.6 Rezonance	309
5.2.6.1 Rezonance a kvazistacionární stavy	314
5.2.6.2 Ještě jednou o kvazistacionárních stavech	318
5.3 Analytičnost v energii	325
5.4 Analytičnost v impulsmomentu. Reggeho póly	329
5.4.1 Sommerfeldova – Watsonova transformace	333
5.5 Analytičnost v přeneseném impulsu	335
5.6 Disperzní relace pro amplitudu rozptylu při zadaném přenosu impulsu	337
5.7 Mandelstamova reprezentace	339
Úlohy	340

Kapitola 6

Základy formální teorie rozptylu	350
6.1 Rozptyl na vnějším potenciálu	350
6.2 Pružný rozptyl dvou částic	360
6.3 Obecné srážky. Vícekanálový formalismus	363
6.3.1 Oddělení těžišťových stupňů volnosti	370
6.3.2 Účinné průřezy	372
6.3.3 Podmínka unitarity	374
6.3.4 Parciální amplitudy	376
6.3.5 Analytičnost	380
6.3.6 Prahové efekty	383
6.3.7 Prostor asymptotických stavů	386
Úlohy	388

Kapitola 7

Přibližné metody v kvantové teorii	391
7.1 Stacionární poruchová teorie – případ nedegenerovaného spektra	391
7.1.1 Lineární harmonický oscilátor v homogenním poli	395
7.1.2 Anharmonický lineární oscilátor	397
7.2 Stacionární poruchová teorie – případ degenerovaného spektra	398
7.2.1 Stacionární poruchová teorie – případ kvazidegenerovaného spektra	404
7.2.2 Starkův efekt na vodíku	406
7.3 Ritzova variační metoda	411
7.3.1 Existence vázaných stavů v jednorozměrné potenciální jámě	416
7.3.2 Heliový atom	417
7.4 Kvaziklasické přiblížení. WKB metoda	421
7.4.1 Vázané stavy	428
7.4.2 Průnik potenciální bariérou	430
7.4.3 Kvazistacionární stavy	431
7.4.3.1 Elementární teorie rozpadu α	432

7.5	Adiabatická aproximace	437
Úlohy		441
Kapitola 8		
Částice v elektromagnetickém poli. Spin		445
8.1	Hamiltonián nabitých částic ve vnějším elektromagnetickém poli	445
8.2	Částice v magnetickém poli	449
8.3	Spin	454
8.4	Pauliho rovnice	459
8.5	Zeemanův jev	462
8.6	Elementární teorie deuteronu	472
8.6.1	Magnetický moment deuteronu	478
8.6.2	Kvadrupólový moment deuteronu	480
8.7	Rozptyl částic s nenulovým spinem	482
8.7.1	Polarizace	484
8.8	Helicita	489
Úlohy		490
Kapitola 9		
Symetrie		496
9.1	Rotace	496
9.2	Translace	506
9.3	Prostorová inverze. Parita	507
9.4	Časová inverze	516
9.4.1	Operátor časové inverze pro bezspinovou částici	521
9.4.2	Operátor časové inverze pro částici s libovolným spinem	522
9.4.3	Časová inverze tenzorových operátorů	526
9.5	Časoprostorové symetrie v teorii rozptylu	529
9.5.1	Translace	529
9.5.2	Rotace	530
9.5.2.1	Zobecněná fázová analýza	531
9.5.3	Inverze souřadnic	535
9.5.4	Časová inverze	537
9.6	Grupy a kvantová teorie	541
9.6.1	Grupa symetrie. Degenerační grupa. Náhodná degenerace	541
9.6.1.1	Degenerační grupa izotropního harmonického oscilátoru	542
9.6.1.2	Náhodná degenerace v případě coulombického pole	544
9.6.2	Štěpení energetických hladin	545
9.6.3	Výběrová pravidla	549
9.7	Závěrečné poznámky	554
Úlohy		554
Kapitola 10		
Systémy stejných částic		558
10.1	Princip nerozlišitelnosti stejných částic	559
10.2	Vlnové funkce. Reprezentace obsazovacích čísel. Pauliho princip	566
10.3	Výměnná degenerace	572
10.4	Výměnná interakce	575
10.5	Rozptyl nerozlišitelných částic	580
10.6	Struktura atomu	585

10.6.1	Hartreeho metoda self-konzistentního pole	591
10.6.2	Russelova – Saundersova vazba a jj vazba	593
10.7	Druhé kvantování	607
10.7.1	Bosony	607
10.7.2	Fermiony	615
10.8	Interferenční jevy v soustavách stejných částic	619
10.9	Hartreeho – Fockova metoda self-konzistentního pole	623
10.10	Molekuly	629
10.10.1	Kvantová teorie stacionárních stavů molekul	630
10.10.2	Dvouatomové molekuly	632
10.10.2.1	Spektrum dvouatomových molekul	632
10.10.2.2	Klasifikace stacionárních stavů dvouatomových molekul	634
10.10.2.3	Vodíková molekula. Kovalentní vazba	636
10.10.3	Van der Waalovy síly	645
10.11	Superselekční zákon	648
Úlohy		651
Kapitola 11		
	Reprezentace Schrödingerova, Heisenbergova a Diracova	662
11.1	Unitární transformace	662
11.2	Schrödingerova reprezentace	664
11.3	Heisenbergova reprezentace	665
11.4	Diracova reprezentace	666
11.5	Porovnání Schrödingerovy, Heisenbergovy a Diracovy reprezentace	669
11.5.1	Lineární harmonický oscilátor v homogenním poli	669
11.5.2	Teorie rozptylu v Diracově a v Heisenbergově reprezentaci	675
Úlohy		679
Kapitola 12		
	Nestacionární poruchová teorie. Elektromagnetické přechody	680
12.1	Nestacionární poruchová teorie	680
12.2	Pravděpodobnost přechodu mezi vlastními stavy volného hamiltoniánu	682
12.2.1	Porucha periodicky závislá na čase	683
12.2.1.1	Pravděpodobnost přechodu do spojité části spektra	684
12.2.1.2	Rozptyl elementární částice atomem	686
12.3	Poloklasická teorie zářeni	690
12.4	Kvantování elektromagnetického pole	694
12.4.1	Fotoefekt	703
Úlohy		706
Doplňk A		
	Vektorový prostor	712
Úlohy		721
Doplňk B		
	Operátory	722
Úlohy		745
Doplňk C		
	Diracova delta-funkce	754
Úlohy		762

Doplněk D	
Homogenní lineární diferenciální rovnice druhého řádu	763
Úlohy	772
Doplněk E	
Cylindrické funkce. Sférické cylindrické funkce	774
Úlohy	779
Doplněk F	
Impulsmoment	781
Úlohy	785
Doplněk G	
Přidružené Legendreovy funkce. Kulové funkce	787
Úlohy	791
Doplněk H	
Hermiteovy polynomy	793
Úlohy	796
Doplněk I	
Laguerrovy polynomy	797
Úlohy	799
Doplněk J	
Gama funkce	800
Úlohy	801
Doplněk K	
Skládání impulsmomentů	802
K.1 Skládání dvou impulsmomentů	802
K.2 Skládání více impulsmomentů	811
Úlohy	817
Doplněk L	
Grupy	818
Úlohy	834
Doplněk M	
Grupa rotací	837
Úlohy	846
Doplněk N	
Bodové grupy. Grupa oktaedru	849
Úlohy	854
Doplněk O	
Symetrická grupa a grupy lineárních transformací $GL(n)$, $SU(n)$	855
O.1 Symetrická grupa	855
O.1.1 Maticové reprezentace	860

O.1.2	Clebschovy—Gordanovy rozvoje	861
O.1.3	Vnější součin	862
O.2	Grupa lineárních transformací	866
Úlohy	875
Doplněk P		
	Směšené stavy druhého druhu	880
	Úlohy	885
Doplněk R		
	Antilineární operátory	886
	Úlohy	890
	Seznam literatury	891
	Rejstřík	893