

Obsah

K novému vydání

xi

Předmluva

xii

1 Úvod

1

2 Kvantová mechanika soustav stejných částic

5

- 2.1 Princip nerozlišitelnosti 5
- 2.2 Bosony a fermiony 6
 - 2.2.1 Spin 6
 - 2.2.2 Soubor neinteragujících částic 7
 - 2.2.3 Statistika 8
- 2.3 Volné elektrony v kovu 10
- 2.4 Reprezentace obsazovacích čísel 14
 - 2.4.1 Vlnové funkce v reprezentaci obsazovacích čísel 14
 - 2.4.2 Bosony 15
 - 2.4.3 Fermiony 16
 - 2.4.4 Jednočásticové a dvoučásticové operátory 18
- 2.5 Ideální elektronový plyn v reprezentaci obsazovacích čísel 19
- 2.6 Hartreeho a Hartreeho-Fokova aproximace 22
- 2.7 Harmonický oscilátor v reprezentaci obsazovacích čísel 25
 - 2.7.1 Kreační a anihilační operátory 25
 - 2.7.2 Ekvivalentní bosonový plyn 28
 - 2.7.3 Statistika a soubor nezávislých oscilátorů 29
- 2.8 Kvazičásticový přístup v teorii pevných látek 31

3 Jednoelektronová teorie

34

- 3.1 Translační symetrie krystalové mříže a Blochovy funkce 34
- 3.2 Reciproká mříž a Brillouinovy zóny 37
- 3.3 Vlastnosti disperzní závislosti $E = E(\mathbf{k})$ 40
- 3.4 Hustota stavů a kritické body 43
- 3.5 Izolátory, polovodiče, kovy 45
- 3.6 Příklady disperzních závislostí $E = E(\mathbf{k})$ 48

4	Dynamika elektronu v krystalové mříži a ve vnějším poli	51
4.1	Rychlost a kvaziimpulz elektronu v periodickém poli	51
4.2	Semiklasická aproximace a efektivní hmotnost	52
4.3	Vnější elektrické pole	57
4.4	Elektrony a díry	59
4.5	Pohyb elektronů a děr v magnetickém poli	61
4.5.1	Cyklotronová frekvence a cyklotronová efektivní hmotnost	61
4.5.2	Cyklotronová rezonance	64
4.5.3	Topologie orbit	65
4.6	Landauovy hladiny	67
5	Fonony	70
5.1	Klasická teorie kmitů krystalové mříže	70
5.1.1	Pohybové rovnice v harmonické aproximaci	70
5.1.2	Pohybové rovnice pro krystalovou mříž	73
5.1.3	Vlastní frekvence krystalové mříže	74
5.1.4	Akustické a optické kmity	76
5.1.5	Normální souřadnice	79
5.2	Fonony	81
5.3	Fonony a fotony	85
5.4	Interakce krystalové mříže s elektromagnetickým polem	87
5.4.1	Obecná formulace problému	87
5.4.2	Infračervená absorpce	89
5.4.3	Ramanův a Brillouinův rozptyl	91
5.4.4	Rozptyl rentgenového záření	93
5.4.5	Rozptyl neutronů	95
5.5	Polaritony	95
5.6	Fonon-fononová interakce	98
6	Elektronová kapalina	102
6.1	Elektronový plyn s coulombovskou interakcí	102
6.2	Operátory pole a operátor hustoty částic	104
6.3	Hartreeho a Hartreeho-Fokova aproximace	106
6.3.1	Korekce 1. řádu	106
6.3.2	Disperzní závislost pro HF-kvazielektrony	108
6.4	Divergence korekcí druhého a vyšších řádů	109
6.5	Metoda pohybových rovnic	112
6.6	Plazmony	113
6.6.1	Aproximace náhodných fází (RPA)	113
6.6.2	Kmity plazmatu a stíněný potenciál	115
6.7	Lineární odezva na vnější podnět	118

6.7.1	Odezvová funkce	118
6.7.2	Harmonický oscilátor	119
6.8	Zobecněná permitivita	124
6.8.1	Základní obecné vztahy	124
6.8.2	Permitivita elektronové kapaliny	125
6.8.3	ϵ_{HF} a ϵ_{RPA}	126
7	Magnony	129
7.1	Výměnná interakce a Heisenbergův hamiltonián	129
7.2	Spinové vlny	131
7.3	Magnony	136
7.3.1	Kreační a anihilační operátory	136
7.3.2	Dvě spinové vlny	137
7.4	Několik doplňujících poznámek	139
7.4.1	Momenty odpovídající $S > \frac{1}{2}$	139
7.4.2	Blochův zákon	140
7.4.3	Fonon-magnonová interakce	140
7.4.4	Spinové vlny v kovech	140
8	Excitony	141
8.1	Základní představy	141
8.2	Frenkelův exciton v molekulárních krystalech	143
8.3	Doplňující poznámky	146
8.3.1	Wannierův exciton	146
8.3.2	Exciton-fononová interakce	147
8.3.3	K roli excitonů v pevných látkách	147
9	Elektron-fononová interakce	148
9.1	Interakční hamiltonián	148
9.2	Rozptyl elektronů na kmitech mříže	151
9.3	Korekce 2. řádu v poruchovém počtu	152
9.4	Vliv H_{e-f} na fononovou disperzní závislost	154
9.5	Polaron	156
9.6	Vliv H_{e-f} na elektronovou disperzní závislost	158
9.7	Přitažlivá elektron-elektronová interakce	159
10	Supravodivost	162
10.1	Některé základní experimentální poznatky	162
10.1.1	Nulový stejnosměrný odpor	162
10.1.2	Absorpce v daleké infračervené oblasti	163
10.1.3	Kritické magnetické pole	163

10.1.4	Meissnerův-Ochsenfeldův jev	163
10.1.5	Hloubka proniku magnetického pole	164
10.1.6	Elektronové měrné teplo	165
10.1.7	Izotopový jev	166
10.2	Cooperovy páry	166
10.3	Bardeenův-Cooperův-Schriefferův redukováný hamiltonián	168
10.4	Základní stav	170
10.5	Excitované stavy a kvazičástice	173
10.6	Supravodič při $T > 0$ K	175
10.7	Poznámky k interpretaci některých experimentů	176
10.7.1	Energiová mezera a kritická teplota	176
10.7.2	Kritické magnetické pole	177
10.7.3	Absorpce v infračervené oblasti	178
10.7.4	Elektronové měrné teplo	178
10.7.5	Izotopový jev	178
10.7.6	Nulový stejnosměrný odpor	178
10.8	Tunelové jevy	179
11	Greenovy funkce	180
	<i>GF k jednočásticové Schrödingerově rovnici</i>	181
11.1	GF v teorii diferenciálních rovnic	181
11.2	GF pro jednočásticovou Schrödingerovu rovnici	183
11.3	Operátor GF a jeho impulzová reprezentace	185
11.4	Hustota energiových stavů a spektrální hustota	187
11.4.1	Obecné vztahy	187
11.4.2	Příklad: volný elektron	188
11.5	Iterační řada pro GF	189
11.6	Operátor vlastní energie a Dysonova rovnice	191
	<i>GF pro soustavy mnoha interagujících částic</i>	194
11.7	GF a kvazičásticová koncepce	194
11.8	Jednoelektronová GF při $T = 0$ K	195
11.9	GF pro ideální elektronový plyn a její modifikace vlivem interakce	197
11.9.1	Ideální plyn	197
11.9.2	Vliv interakce na GF	198
11.9.3	Střední hodnoty vyjádřené pomocí GF	199
11.10	Dvoučásticová GF	200

Dodatky	203
A Poruchový počet	204
A.1 Porucha nezávislá na čase	204
A.2 Porucha závislá na čase	205
A.3 Věta užitečná pro teorii supravodivosti	206
B δ-funkce	207
C Užitečný integrální vzorec	208
D Několik vět z teorie funkcí komplexní proměnné	210
E Fourierova řada a transformace	212
F Spin a Pauliho matice	214
Literatura	217