

OBSAH

Předmluva	9
1. ÚVOD	11
2. KVANTOVÁ MECHANIKA SOUSTAV STEJNÝCH MIKRO- ČÁSTIC	17
2.1 Princip nerozlišitelnosti	17
2.2 Bosony a fermiony	18
2.2.1 Spin	18
2.2.2 Soubory neinteragujících částic	20
2.2.3 Statistika	21
2.3 Volné elektrony v kovu	24
2.4 Reprezentace obsazovacích čísel	29
2.4.1 Vlnové funkce	29
2.4.2 Bosony	30
2.4.3 Fermiony	31
2.4.4 Jedno- a dvoučásticové operátory	33
2.5 Ideální elektronový plyn v reprezentaci obsazovacích čísel	35
2.6 Hartreeova a Hartreeova—Fokova aproximace	38
2.7 Harmonický oscilátor v reprezentaci obsazovacích čísel	43
2.7.1 Kreační a anihilační operátory	43
2.7.2 Ekvivalentní bosonový plyn	46
2.7.3 Statistika. Soubor nezávislých oscilátorů	48
2.8 Kvazičásticový přístup v teorii pevných látek	49
3. JEDNOELEKTRONOVÁ TEORIE	53
3.1 Translační symetrie krystalové mříže a Blochovy funkce	53
3.2 Reciproká mříž a Brillouinovy zóny	57
3.3 Vlastnosti disperzní závislosti $E = E(\mathbf{k})$	60
3.4 Hustota stavů a kritické body	64
3.5 Izolátory, polovodiče, kovy	66
3.6 Příklady disperzních závislostí $E = E(\mathbf{k})$	70
4. DYNAMIKA ELEKTRONU V KRYSTALOVÉ MŘÍŽI A VE VNĚJŠÍM POLI	75
4.1 Rychlost a kvaziimpuls elektronu v periodickém poli	75

4.2	Semiklasická aproximace a efektivní hmotnost	77
4.3	Vnější elektrické pole	82
4.4	Elektrony a díry	85
4.5	Pohyb elektronů a děr v magnetickém poli	88
4.5.1	Cyklotronová frekvence a cyklotronová efektivní hmotnost	88
4.5.2	Cyklotronová rezonance	91
4.5.3	Topologie orbit	93
4.6	Landauovy hladiny	95
5.	FONONY	98
5.1	Klasická teorie kmitů krystalové mříže	98
5.1.1	Pohybové rovnice v harmonické aproximaci	98
5.1.2	Pohybové rovnice pro krystalovou mříž	101
5.1.3	Vlastní frekvence krystalové mříže	103
5.1.4	Akustické a optické kmity	106
5.1.5	Normální souřadnice	109
5.2	Fonony	111
5.3	Fonony a fotony	117
5.4	Interakce krystalové mříže s elektromagnetickým polem	119
5.4.1	Obecná formulace problému	119
5.4.2	Infračervená absorpce	122
5.4.3	Ramanův a Brillouinův rozptyl	125
5.4.4	Rozptyl rentgenového záření	126
5.4.5	Rozptyl neutronů	129
5.5	Polaritony	130
5.6	Fonon-fononová interakce	133
6.	ELEKTRONOVÁ KAPALINA	138
6.1	Elektronový plyn s coulombovskou interakcí	138
6.2	Operátory pole a operátor hustoty částic	141
6.3	Hartreeova a Hartreeova—Fokova aproximace	143
6.3.1	Korekce 1. řádu	143
6.3.2	Disperzní závislost pro HF-kvazielektrony	145
6.4	Divergence korekcí 2. a vyšších řádů	147
6.5	Metoda pohybových rovnic	151
6.6	Plazmony	153
6.6.1	Aproximace náhodných fází	153
6.6.2	Kmity plazmatu a stíněný potenciál	155
6.7	Lineární odezva na vnější podnět	158
6.7.1	Odezvová funkce	158
6.7.2	Harmonický oscilátor	160
6.8	Zobecněná permitivita	166
6.8.1	Základní obecné vztahy	166

6.8.2	Permitivita elektronové kapaliny	168
6.8.3	ϵ_{HF} a ϵ_{RPA}	169
7.	MAGNONY	172
7.1	Výměnná interakce a Heisenbergův hamiltonián	172
7.2	Spinové vlny	175
7.3	Magnony	180
7.3.1	Kreační a anihilační operátory	180
7.3.2	Dvě spinové vlny	182
7.4	Několik doplňujících poznámek	184
7.4.1	Momenty odpovídající $S > 1/2$	184
7.4.2	Blochův zákon	185
7.4.3	Fonon-magnonová interakce	186
7.4.4	Spinové vlny v kovech	186
8.	EXCITONY	187
8.1	Základní představy	187
8.2	Frenkelův exciton v molekulárních krystalech	190
8.3	Doplňující poznámky	193
8.3.1	Wannierův exciton	193
8.3.2	Exciton-fononová interakce	194
8.3.3	K roli excitonů v pevných látkách	195
9.	ELEKTRON-FONONOVÁ INTERAKCE	196
9.1	Interakční hamiltonián	196
9.2	Rozptyl elektronů na kmitech mříže	199
9.3	Korekce 2. řádu v poruchovém počtu	201
9.4	Vliv H_{e-f} na fononovou disperzní závislost	204
9.5	Polaron	206
9.6	Vliv H_{e-f} na elektronovou disperzní závislost	208
9.7	Přitažlivá elektron-elektronová interakce	211
10.	SUPRAVODIVOST	214
10.1	Některé základní experimentální poznatky	214
10.1.1	Zanedbatelný stejnosměrný odpor	214
10.1.2	Absorpce v daleké infračervené oblasti	215
10.1.3	Kritické magnetické pole	216
10.1.4	Meissnerův—Ochsenfeldův jev	216
10.1.5	Hloubka proniku magnetického pole	216
10.1.6	Elektronové měrné teplo	218
10.1.7	Izotopový jev	219
10.2	Cooperovy páry	219
10.3	Bardeenův—Cooperův—Schriefferův redukováný hamiltonián	222
10.4	Základní stav	224

10.5	Excitované stavy a kvazičástice	227
10.6	Supravodič při $T > 0$ K	231
10.7	Poznámky k interpretaci některých experimentů	232
10.7.1	Energetická mezera a kritická teplota	232
10.7.2	Kritické magnetické pole	233
10.7.3	Absorpce v infračervené oblasti	234
10.7.4	Elektronové měrné teplo	234
10.7.5	Izotopový jev	234
10.7.6	Nulový stejnosměrný odpor	235
10.7.7	Tunelové jevy	236
11.	GREENOVY FUNKCE	237
A.	GF k jednočásticové Schrödingerově rovnici	238
11.1	GF v teorii diferenciálních rovnic	238
11.2	GF pro jednočásticovou Schrödingerovu rovnici	240
11.3	Operátor GF a jeho impulsová reprezentace	243
11.4	Hustota energetických stavů a spektrální hustota	245
11.4.1	Obecné vztahy	245
11.4.2	Příklad: volný elektron	247
11.5	Iterační řada pro GF	248
11.6	Operátor vlastní energie a Dysonova rovnice	251
B.	GF pro soustavy mnoha interagujících částic	254
11.7	GF a kvazičásticová koncepce	254
11.8	Jednoelektronová GF při $T = 0$ K	255
11.9	GF pro ideální elektronový plyn a její modifikace vlivem interakce	259
11.9.1	Ideální plyn	259
11.9.2	Vliv interakce na GF	260
11.9.3	Střední hodnoty vyjádřené pomocí GF	261
11.10	Dvoučásticová GF	262
12.	DODATKY	264
A.	Poruchový počet	264
B.	δ -funkce	268
C.	Užitečný integrální vzorec	268
D.	Několik vět z teorie funkcí komplexní proměnné	271
E.	Fourierova řada a transformace	272
F.	Spin a Pauliovy matice	274
	LITERATURA	278