
Obsah

13 Základy supravodivosti	325
13.1 Ideálna vodivosť	327
13.2 Ideálny diamagnetizmus	328
13.3 Supravodiče I. a II. typu	330
13.4 Demagnetizačný faktor	332
13.5 Termodynamika supravodičov	333
13.6 BCS teória	335
13.6.1 Izotopický jav	336
13.6.2 Dvojica elektrónov s príťažlivou interakciou	336
13.6.3 Príťažlivá interakcia sprostredkovaná fonónmi	339
13.6.4 BCS rovnica supravodivej energetickej medzery	341
13.6.5 Kritická teplota T_c a energetická medzera Δ	343
13.6.6 Shrnutie	344
13.7 Termodynamické veličiny	345
13.8 Supravodivosť so silnou väzbou	348
13.9 Bezmedzerová supravodivosť	349
13.10 Tunelovanie	350
13.10.1 Tunelovanie medzi dvomi systémami voľných elektrónov	353
13.10.2 Tunelovanie medzi systémom voľných elektrónov a BCS supravodičom	353

13.10.3	Tunelovanie medzi systémom voľných elektrónov a kvázi dvojrozmerným systémom	355
13.10.4	Tunelovanie v prípade anizotropnej energetickej medzery	356
13.11	Teória Ginzburga a Landaua	358
13.11.1	Kvantovanie magnetického toku	360
13.11.2	Ginzburgove-Landauove rovnice	361
13.12	Rovnica Londonovcov a hĺbka vniku λ_L	363
13.13	Koherenčná dĺžka	365
13.14	Dva typy supravodičov	368
13.15	Literatúra	371
14	Supravodivé materiály	373
14.1	Supravodivé chemické prvky	373
14.2	Binárne zliatiny a chemické zlúčeniny	375
14.3	Chevrelove fázy	377
14.4	Kovalentné supravodiče	377
14.5	Exotické a nekonvenčné supravodiče	379
14.6	Vysokoteplotní kupráty	385
14.6.1	Krystalová a magnetická štruktúra	387
14.6.2	Transport elektrónů	389
14.7	Shrnutí	394
14.8	Literatúra	396
15	Elektrodynamické vlastnosti supravodičov	398
15.1	Kvantované víry v "klasických" supravodičích druhého druhu	398
15.1.1	Upínání vírů a relaxace.	401
15.1.2	Model kritického stavu.	401
15.1.3	Tepelně excitovaná relaxace.	404
15.1.4	Tečení supravodivých vírů	406
15.2	Specifika vysokoteplotních supravodičov	406
15.2.1	Supravodivý stav VTS	408
15.3	Supravodivé víry ve vysokoteplotních supravodičích	409
15.4	Magnetizační procesy	412
15.4.1	Vliv anizotropie	412
15.5	Pohyb vírů ve vysokoteplotním supravodiči	414
15.5.1	Teplotní excitace – čára ireverzibility	414
15.5.2	Křivka tání mřížky vírů	415
15.6	Upínání vírů	421
15.6.1	Bodové poruchy	422
15.6.2	Velké defekty	426
15.6.3	Korelované defekty	428
15.7	Relaxace	429
15.8	Granulární supravodiče	432
15.9	Literatúra	434

16 Josephsonovy jevy a jejich aplikace	436
16.1 Josephsonovy jevy	439
16.1.1 Feynmanovo odvození Josephsonových jevů	439
16.1.2 Odvození Josephsonových jevů pomocí Hamiltonových rovnic pro Cooperovy páry	441
16.2 Josephsonovy jevy v supratekutém heliu	442
16.3 Fyzikální vlastnosti Josephsonových přechodů	443
16.3.1 Kalibrační invariance (lokální vnitřní symetrie)	443
16.3.2 Vliv statického magnetického pole na přechod	445
16.3.3 Závislost kritického proudu přechodu na teplotě	446
16.3.4 Elektrodynamika rozdílů fází v Josephsonově přechodu	446
16.3.5 RCSJ model Josephsonova přechodu	448
16.3.6 Volt-ampérové charakteristiky přechodu	449
16.3.7 Josephsonův přechod ozářený mikrovlnami - Shapirovy schody	452
16.4 Makroskopická kvantová interference	454
16.5 Supravodivá smyčka s jedním přechodem	456
16.6 Vybrané fyzikální vlastnosti malých kontaktů supravodičů a normál- ních kovů	457
16.6.1 Proud rozhraním normálního kovu a supravodiče (Andreevův odraz)	457
16.7 Tepelný šum	458
16.8 Malé přechody a coulombická blokáda	459
16.9 Vybrané aplikace Josephsonových jevů	460
16.9.1 Technologie přípravy Josephsonových přechodů	460
16.9.2 Josephsonův standard napětí	462
16.9.3 Přijímače submilimetrového záření	463
16.9.4 Generátory mikrovlnného záření	465
16.9.5 Supravodivé digitální obvody a převodníky	467
16.10 Skvidy – supravodivé kvantové interferenční detektory	467
16.10.1 Stejnoseměrný skvid	468
16.10.2 Střídavý skvid	469
16.10.3 Skvidový zesilovač	471
16.10.4 Technologie výroby skvidů	472
16.10.5 Skanovací skvidový mikroskop	473
16.10.6 Skvidové magnetometry pro biomagnetická měření	473
16.10.7 Skvidové magnetometry pro materiálový výzkum	474
16.11 Literatura	475
17 Makroskopické kvantové javy v supravodivých strukturách	478
17.1 Úvod	478
17.2 Kvantová mechanika a submikrónové Josephsonove struktúry	479
17.3 Josephsonov spoj ako analóg atómu	484
17.4 Ovládanie qubitu a kvantová tomografia	491
17.4.1 Meranie relaxačných a čistých defázovacích časov	500

17.5 Rf Squid v kvantovom režime - Schrödingerove mačiatko?	503
17.6 Supravodivý jednopárový tranzistor - nábojový qubit	507
17.7 Kvantová elektrodynamika supravodivého qubitu a rezonátora	509
17.8 Kvantové logické hradlá	518
17.9 Deutschov kvantový algoritmus	521
17.10 Záver	524
17.11 Literatúra	524
18 Vlastnosti tuhých látok pri nízkych teplotách	526
18.1 Tepelná kapacita tuhých látok	526
18.1.1 Mriežkové teplo	527
18.1.2 Elektrónové teplo	530
18.1.3 Magnetické teplo	532
18.1.4 Príspevok od Schottkyho javu	533
18.1.5 Merné teplo rôznych materiálov	533
18.1.6 Meranie tepelnej kapacity	537
18.2 Elektrická vodivosť	539
18.2.1 Matthiessenove pravidlo	541
18.2.2 Rozptyl elektrónov na fonónoch	541
18.2.3 Rozptyl elektrónov na elektrónoch	542
18.2.4 Rozptyl elektrónov na magnetickej štruktúre	543
18.2.5 Kondov jav	544
18.2.6 Vplyv magnetickeho poľa na transport náboja	546
18.2.7 Klasické rozmerové javy	547
18.2.8 Elektrická vodivosť polovodičov	548
18.3 Tepelná vodivosť	549
18.3.1 Elektrónová zložka	549
18.3.2 Fonónová zložka	551
18.3.3 Transport tepla magnetickým podsystemom	552
18.3.4 Separácia a analýza jednotlivých zložiek tepelnej vodivosti	553
18.3.5 Meranie tepelnej vodivosti	556
18.4 Kapticův odpor	557
18.4.1 Impedanční neprizpusobení	558
18.4.2 Anomální (magnetický) Kapticův odpor	561
18.5 Literatúra	563
19 Jaderný magnetizmus	565
19.1 Fyzikální základy jaderného magnetizmu	565
19.1.1 Základní parametry atomových jader	565
19.1.2 Interakce izolovaného jádra s časově neproměnným magnetic- kým polem	568
19.1.3 Interakce jádra s časově neproměnným elektrickým polem	571
19.1.4 Interakce jádra s magnetickým a elektrickým polem	572
19.2 Jaderný paramagnetizmus	572

19.3	Hyperjemné interakce	575
19.3.1	Magnetické interakce jádra s elektrony vlastního atomu	575
19.3.2	Elektrická kvadrupólová interakce jádra s jeho okolím	578
19.3.3	Velikost hyperjemných interakcí	579
19.3.4	Interakce mezi jadernými momenty	581
19.4	Uspořádání jaderných magnetických momentů v kovech	582
19.5	Záporné teploty	585
19.6	Jaderný magnetizmus lanthanoidů	587
19.6.1	Základní vlastnosti $4f$ iontů	587
19.6.2	Krystalové pole a jeho singletní základní stav	588
19.6.3	Hyperjemně zesílený jaderný magnetizmus	591
19.6.4	Magnetické uspořádání v PrNi_5	593
19.7	Základní vlastnosti NMR v pevných látkách	596
19.7.1	Relaxace jaderné magnetizace	596
19.7.2	Fenomenologický popis NMR	598
19.7.3	Experimentální technika NMR	599
19.7.4	Mikrofyzikální popis NMR	605
19.7.5	Spin-mřížková relaxace v kovech	609
19.8	Využití NMR ve fyzice nízkých a velmi nízkých teplot	610
19.8.1	Fyzika ^3He	611
19.8.2	Supravodiče	613
19.8.3	Nízkoteplotní termometrie	617
19.9	Literatura	620
20	Elektronový transport v kvantových systémech	622
20.1	Nízkorozměrné elektronové systémy	624
20.2	Transport jako srážkový problém	627
20.3	Balistický kanál a kvantování konduktance	630
20.4	Konduktance a elektrický odpor	633
20.5	Jev lokalizace v kvazijednorozměrných vodičích	635
20.6	Lokalizace v kvazidvojezměrných vodičích a vliv slabého magnetického pole	637
20.7	Aharonovův — Bohmův jev	642
20.8	Kvantový Hallův jev — celočíselný	645
20.9	Zlomkový kvantový Hallův jev	653
20.10	Rezonanční tunelování	658
20.11	Coulombická blokáda	661
20.12	Jednoelektronový tranzistor a turniket	664
20.13	Literatura	665