

1. ÚVOD	7
2. ZÁKLADNÍ METODY CHLAZENÍ	10
2.1 Nejdůležitější kryogenní kapaliny	10
2.2 Využití latentního tepla fázového přechodu k chlazení	13
2.3 Izoentropická expanze plynu konajícího vnější práci	16
2.4 Využití Jouleova - Thompsonova jevu	18
2.5 Termoelektrické chlazení	20
2.6 Adiabatická demagnetizace paramagnetických solí	21
2.7 Jaderná adiabatická demagnetizace	24
2.8 Speciální metody chlazení	26
3. SKLADOVÁNÍ KRYOKAPALIN A NÍZKOTEPLTNÍ ZAŘÍZENÍ	28
3.1 Principy přenosu tepla	28
3.1.1 Sdílení tepla zářením	28
3.1.2 Sdílení tepla konvekci	29
3.1.3 Přenos tepla vedením	29
3.2 Tepelné izolace	30
3.3 Skladování zkapalněných plynů	31
3.4 Heliové kryostaty	34
3.4.1 Láznové kryostaty	34
3.4.2 Průtokové kryostaty	36
3.5 Zkapalňovače a refrigerátory	37
3.5.1 Zkapalňovače helia	37
3.5.2 Stirlingův refrigerátor	39
3.6 Pomocná nízkoteplotní zařízení	41
3.6.1 Hladinoměry	41
3.6.2 Manostaty	42
3.6.3 Tepelné klíče	43
3.6.4 Tepelné výměníky a Kapicův odpor	44
3.6.5 Konstrukční materiály	45
3.6.6 Spojování materiálů	47
4. MĚŘENÍ NÍZKÝCH TEPLOT	49
4.1 Praktické teplotní stupnice	49
4.2 Plynové a parní teploměry	51
4.3 Elektrické odporové teploměry	54
4.3.1 Kovové teploměry	54
4.3.2 Germaniové teploměry	56
4.3.3 Uhlíkové teploměry	57
4.3.4 Termistorové snímače	58
4.4 Teploměry založené na jiných elektrických vlastnostech	59
4.4.1 Termoelektrické snímače	59
4.4.2 Polovodičové diodové teploměry	60
4.4.3 Kapacitní teploměry	61
4.5 Měření teplot pod 1 K	62
4.5.1 Magnetické teploměry	62
4.5.2 Jaderný orientační teploměr	64
4.5.3 Šumový teploměr	65

5. KVANTOVÉ KAPALINY A KRYSTALY	66
5.1 Kapalné ^4He	66
5.1.1 Fázový diagram a tepelné vlastnosti	66
5.1.2 Transportní vlastnosti supratekutého ^4He	68
5.1.3 Poseho - Einsteinova kondenzace	70
5.1.4 Energetické spektrum	73
5.1.5 Vysvětlení jevu supratekutosti. Kvantové víry	74
5.1.6 Landauova dvousložková teorie helia II	76
5.1.7 Šíření vlnění v ^4He	79
5.2 Kapalné ^3He	82
5.2.1 Fázový diagram ^3He	83
5.2.2 Landauova teorie Fermiho kapaliny	84
5.2.3 Šíření zvuku v ^3He	87
5.2.4 Supratekutost ^3He	88
5.3 Vlastnosti roztoků ^4He a ^3He	88
5.3.1 Fázový diagram	89
5.3.2 Rozpouštěcí refrigerator	90
5.4 Kvantové krystaly a difúze	90

ČÁST II. - SUPRAVODIVOST

1. ÚVOD	94
1.1 Elektrický odpor	94
1.2 Kritické parametry	96
1.2.1 Kritická teplota	96
1.2.2 Kritické magnetické pole	96
1.2.3 Kritický proud	97
1.3 Vlastnosti ideálního vodiče	97
1.4 Meissnerův jev	98
1.4.1 Demagnetizační faktor	98
1.4.2 Rovnice Londonů - elektrodynamika supravodiče	99
1.5 Magnetické vlastnosti supravodičů - supravodiče I. a II. druhu	101
1.6 Termodynamické vlastnosti supravodičů	102
1.6.1 Kondenzační energie supravodivé fáze	102
1.6.2 Entropie	103
1.6.3 Měrné teplo	103
1.6.4 Tepelná vodivost	105
1.6.5 Termoelektrické jevy	105
1.7 Izotopový jev	105
1.8 Interakce s elektromagnetickým zářením	106
2. PŮVOD SUPRAVODIVÉHO STAVU	107
2.1 Možnost existence přitažlivé interakce mezi elektrony	107
2.2 Jev vzájemného přitahování mezi elektrony	108
2.3 Kvantověmechanický výpočet interakce mezi elektrony a fonony	113
2.4 Bardeen-Cooper-Schriefferova (BCS) teorie supravodivosti	114
2.4.1 Variační metoda určení koherenčních koeficientů	115
2.4.2 Výpočet energie základního stavu supravodiče	118
2.4.3 Výpočet koherenčních koeficientů kanonickou transformací	119
2.4.4 Výpočet kritické teploty a kritického magnetického pole	120
2.4.5 Teplotní závislost šířky zakázaného pásu	121

2.4.6	Hustota stavů	122
2.5	Tunelování elektronů	123
2.5.1	Tunelování mezi normálními kovy	123
2.5.2	Tunelování mezi normálním kovem a supravodičem	123
2.5.3	Kvazičásticové tunelování mezi dvěma supravodiči	124
2.6	Koherenční jevy	126
2.6.1	Útlum ultrazvuku	127
2.6.2	Jaderná relaxace	127
2.6.3	Absorpce elektromagnetického záření	128
3.	ZMĚNY SUPRAVODIVÉHO STAVU V PROSTORU - GINZBURGOVY-LANDAUOVY ROVNICE	129
3.1	Koherenční délka a hloubka vniku	131
3.2	Meze platnosti Ginzburgovy-Landauovy teorie	132
3.3	Povrchová energie	133
3.4	Nukleace supravodivosti	138
3.5	Kritické proudy tenkých vrstev	140
3.6	Kvantování fluxoidů	142
3.7	Jevy střední volné dráhy	143
3.8	Bezmezerová supravodivost	144
4.	MAGNETICKÝ STAV SUPRAVODIČŮ II. DRUHU	145
4.1	Konfigurace pole a proudů víru	145
4.2	Velikost magnetického toku neseného víry	145
4.3	Interakční energie vírů	148
4.4	Magnetizační křivka	150
4.5	Interakce vírů s povrchem	152
4.6	Koexistence smíšeného stavu a mezistavu	153
4.7	Transportní jevy v supravodičích II. druhu	154
4.8	Pinning a kritické proudy	155
4.8.1	Statistická teorie pinningu	155
4.9	Odporový stav	155
4.10	Aplikace silné supravodivosti	156
5.	SLABÁ SUPRAVODIVOST	159
5.1	Tunelování Cooperových párů	159
5.2	Josephsonovy jevy	161
5.2.1	Stejnoseměrný Josephsonův jev	161
5.2.2	Střídavý Josephsonův jev	162
5.3	Kalibrační gradientní transformace	164
5.4	Vliv statického magnetického pole na přechod	164
5.5	Elektrodynamika Josephsonova přechodu	165
5.6	Voltové-ampérové charakteristiky Josephsonova přechodu	168
5.6.1	Odporově zkratovaný model přechodu	170
5.6.2	Náhradní schema přechodu s indukčností	170
5.6.3	RSJ model s nelineární vodivostí	170
5.7	Merceraův jev - interference vlnových funkcí	171
5.8	Skvidy	173
5.8.1	Stejnoseměrný skvid	174
5.8.2	Střídavý skvid	175
5.8.3	Vstupní energetická citlivost skvidu	179
5.9	Technologie přípravy Josephsonových kontaktů a skvidů	181
5.10	Supravodivé počítače	183