

1. TERMODYNAMIKA	3
1.1 Základní pojmy	3
1.2 Stavové proměnné	6
1.3 Zákon chování plynů	7
1.3.1 Plyn za stálé teploty	7
1.3.2 Plyn za stálého tlaku	8
1.3.3 Plyn za stálého objemu	9
1.3.4 Stavová rovnice ideálního plynu	9
1.4 První věta termodynamiky	11
1.4.1 Práce, teplo, energie	11
1.4.2 Formulace první věty termodynamiky	13
1.5 Entalpie	13
1.6 Tepelné kapacity	14
1.7 Závislost vnitřní energie ideálního plynu na objemu	16
1.8 Aplikace první věty termodynamiky na ideální plyn	17
1.8.1 Expanze a komprese ideálního plynu	18
1.9 Reakční tepla - termochemie	21
1.9.1 Slučovací tepla	22
1.9.2 Experimentální termochemie	22
1.9.3 Závislost reakčního tepla na teplotě	23
1.10 Přeměna tepla na práci	24
1.10.1 Carnotův cyklus	24
1.11 Druhá věta termodynamiky	26
1.11.1 Entropie	27
1.11.2 Spojené formulace první a druhé věty termodynamiky	30
1.11.3 Závislost entropie na stavových proměnných	30
1.12 Závislost vnitřní energie a entalpie na stavových proměnných	32
1.13 Helmholtzova energie	35
1.14 Gibbsova energie	36
1.14.1 Rovnice Gibbsovy-Helmholtzovy	37
1.15 Podmínky termodynamické rovnováhy	37
2. STAVY HMOTY	39
2.1 Plyny	39
2.1.1 Směsi plynů za nízkých tlaků	39
2.1.2 Stavové chování reálných plynů	40
2.1.3 Stavové rovnice reálných plynů, viriální rozvoj	40
2.1.4 Van der Waalsova stavová rovnice	41
2.1.5 Oblast kolem kritického bodu	42
2.1.6 Van der Waalsova rovnice a kritický stav	43
2.1.7 Zákon korespondujících stavů	45
2.1.8 Joulův-Thomsonův pokus	45
2.1.9 Fugacita plynů	48
2.2 Kapaliny	49
2.2.1 Stavové chování kapalin	50
2.2.2 Termodynamika kapalných systémů	51
2.2.2.1 Kohezivní (vnitřní) tlak kapalin	51

2.2.2.2	Povrchové napětí a povrchová energie kapalin	52
2.2.2.3	Úhel smáčení	53
2.2.3	Viskozita kapalin	54
2.3	Tuhé látky	55
2.3.1	Základy krystalografie	55
2.3.2	Struktura krystalů	56
3.	FÁZOVÉ ROVNOVÁHY	58
3.1	Soustava o jedné složce	58
3.1.1	Intenzivní kritérium rovnováhy	58
3.1.2	Vztah mezi teplotou a rovnovážným tlakem v soustavě o jedné složce a dvou fázích	59
3.1.3	Fázový diagram jednosložkové soustavy	61
3.2	Termodynamika soustav o několika složkách, které spolu chemicky nereagují	62
3.2.1	Parciální molární objem	62
3.2.1.1	Gibbsova-Dubemova rovnice v soustavě o dvou složkách	63
3.2.1.2	Vyhodnocení parciálních molárních veličin metodou úseků	64
3.2.1.3	Parciální molární entalpie a diferencální molární rozpouštěcí teplo	65
3.2.1.3.1	Rozpouštěcí tepla	65
3.2.1.3.2	Entalpická bilance směšování	68
3.2.2	Soustava o několika složkách a fázích	69
3.2.2.1	Závislost Gibbsovy energie otevřené soustavy na stavových proměnných	69
3.2.2.2	Rovnováha v soustavě o několika složkách a fázích	71
3.2.2.3	Gibbsovův fázový zákon	72
3.3	Fázové rovnováhy v soustavě o dvou složkách	73
3.3.1	Jednoduché fázové diagramy v soustavě o dvou složkách a dvou fázích	74
3.3.1.1	Izotermický diagram	74
3.3.1.2	Izobarický diagram	74
3.3.1.3	Diagram rovnovážných složení fází	74
3.3.1.4	Měření rovnováhy mezi plynnou a kapalnou fází v soustavě o dvou složkách	75
3.3.2	Fázové pravidlo	76
3.3.3	Termodynamika rovnováhy mezi kapalnou a plynnou fází dvousložkových soustav	76
3.3.3.1	Raoultův zákon	76
3.3.3.2	Fugacita v soustavě o několika složkách a její závislost na stavových proměnných	77
3.3.3.3	Definice ideálního roztoku	79
3.3.3.3.1	Vlastnosti ideálního roztoku	79
3.3.3.4	Rovnováha mezi kapalnou a plynnou fází v ideální soustavě o dvou složkách	80
3.3.3.4.1	Soustava za stálé teploty	81
3.3.3.4.2	Soustava za stálého tlaku	82
3.3.4	Destilace a rektifikace	83

3.3.5	Rozpustnost plynů v kapalinách	84
3.3.5.1	Henryho zákon	84
3.3.5.2	Rozpustnost plynných směsí	84
3.3.5.3	Závislost rozpustnosti plynů na teplotě	85
3.3.6	Zředěné roztoky	85
3.3.6.1	Snížení tlaku nasycených par nad roztokem	86
3.3.6.2	Zvýšení bodu varu roztoku	87
3.3.6.2.1	Stanovení molární hmotnosti látek ebullioskopickou metodou	87
3.3.6.3	Snížení bodu tání roztoku	88
3.3.6.3.1	Stanovení molární hmotnosti látek kryoskopickou metodou	89
3.3.6.4	Osmotický tlak	89
3.3.6.4.1	Stanovení molární hmotnosti látek osmometrickou metodou	91
3.3.7	Rovnováha mezi plynnou a kapalnou fází v reálných soustavách o dvou složkách	91
3.3.7.1	Aktivita a aktivitní koeficient	93
3.3.7.1.1	Závislost aktivity a aktivitního koeficientu na tlaku	95
3.3.7.1.2	Závislost aktivity a aktivitního koeficientu na teplotě	95
3.3.7.1.3	Závislost aktivity a aktivitního koeficientu na složení	96
3.3.7.2	Směšovací a dodatková Gibbsova energie	97
3.3.8	Rovnováha mezi plynnou fází a kapalnými fázemi v soustavě s omezenou mísitelností složek	99
3.3.8.1	Fázové diagramy soustav o dvou omezeně mísitelných složkách	99
3.3.8.2	Složky prakticky nemísitelné v kapalně fázi - přehánění vodní parou	101
3.3.9	Fázové diagramy v kondenzovaných soustavách	102
3.3.9.1	Rovnováha mezi dvěma kapalnými fázemi za nepřítomnosti fáze plynné	103
3.3.9.2	Rovnováha mezi kapalnými a tuhými fázemi	103
3.3.9.2.1	Experimentální stanovení rovnováhy mezi kapalnými a tuhými fázemi v soustavách o dvou složkách	105
3.3.9.3	Klasifikace kondenzovaných soustav o dvou složkách	106
3.4	Fázové rovnováhy v soustavě o třech složkách	112
3.4.1	Grafické znázornění soustav o třech složkách	112
3.4.2	Rovnováha mezi kapalnými fázemi v soustavě o třech omezeně mísitelných složkách	113
3.4.3	Látka rozpustná ve dvou nemísitelných kapalinách	114
3.4.4	Rovnováha kapalných a tuhých fází v soustavě o třech složkách	115
4.	CHEMICKÉ ROVNOVÁHY	116
4.1	Rozsah reakce	116

4.2	Změna Gibbsovy energie reagující soustavy	116
4.3	Rovnovážná konstanta	117
4.3.1	Závislost rovnovážné konstanty na teplotě	118
4.3.2	Výpočet rovnovážné konstanty ze složení rovnovážné směsi	118
4.3.3	Volba standardních stavů	119
4.3.3.1	Reakce mezi plynnými složkami	119
4.3.3.2	Reakce v kapalných roztocích	120
4.3.3.3	Heterogenní reakce	120
4.4	Výpočet rovnovážného složení	121
4.4.1	Hmotová bilance	121
4.4.2	Simultánní rovnováhy	122
4.5	Vliv teploty na rozsah reakce	122
4.5.1	Rozkladná teplota	122
4.6	Vliv počátečního složení na rozsah reakce	123
4.7	Vliv tlaku na rozsah reakce	123
4.8	Třetí věta termodynamická	123
4.8.1	Experimentální ověření třetí věty	125
4.8.2	Nedosažitelnost absolutní nuly	126
4.8.3	Uskutečňování nízkých teplot	127
4.9	Výpočet absolutní entropie	127
4.10	Standardní entropie	128
4.11	Výpočet rovnovážné konstanty z termických dat a jejich tabulace	128
5.	ELEKTROCHEMIE	130
5.1	Vedení elektrického proudu roztokem elektrolytů, elektrolýza	130
5.2	Elektrolytický převod	131
5.3	Elektrolytická vodivost	132
5.3.1	Měrná (specifická) vodivost a její měření	132
5.3.2	Molární vodivost	133
5.3.3	Pohyblivost iontů a vodivost	134
5.4	Klasická teorie elektrolytické disociace	135
5.5	Termodynamika roztoků elektrolytů	136
5.5.1	Zředěný roztok jako referenční soustava	136
5.6	Galvanické články	139
5.6.1	Elektromotorické napětí článku a jeho měření	139
5.6.2	Termodynamický popis galvanického článku	140
5.6.3	Nernstova rovnice	141
5.6.4	Závislost elektromotorického napětí článku na tlaku a teplotě	142
5.6.5	Potenciály elektrod	143
5.6.6	Schematické značení článku	143
5.6.7	Typy elektrod	144
5.6.8	Rozdělení galvanických článků	146
5.6.8.1	Koncentrační látky	146
5.6.8.1.1	Difuzní potenciál	147
5.6.8.2	Články chemické	148
5.6.9	Aplikace potenciometrických měření	149
5.6.9.1	Měření pH	149