

Obsah

Úvod	7
Seznam symbolů	8
1 Základní veličiny, složení systému	13
1.I Vlastnosti izolovaného systému	13
1.II Definice homogenního systému	13
1.III Příprava roztoků	14
1.IV Přepočet koncentrací	15
1.V Směšování roztoků	16
Úlohy	17
Výsledky	20
2 Stavová rovnice ideálního plynu, kinetická teorie plynů	22
2.I Výpočet hmotnosti plynu ze stavové rovnice	22
2.II Stanovení molární hmotnosti metodou V. Meyera	22
2.III Přepočet koncentrací a výpočet parciálních tlaků	23
2.IV Výpočet disociačního stupně látky z hustoty v plynné fázi	24
2.V Stanovení molární hmotnosti metodou limitních hustot	25
2.VI Přepočet objemu plynu	25
2.VII Stanovení tenze par saturační metodou	26
2.VIII Výpočet složení spalin	27
2.IX Teoretická nosnost balónu naplněného plynem	28
2.X Maxwellovo rozdělení rychlosti molekul	29
2.XI Výpočet nejpravděpodobnější, střední a střední kvadratické rychlosti molekul	30
2.XII Výpočet C_{vm}^o podle ekvipartičního principu	31
2.XIII Výpočet střední volné dráhy	32
2.XIV Stanovení tenze par Knudsenovou metodou	32
2.XV Výpočet srážkového průměru z viskozity plynu	33
2.XVI Výpočet počtu vzájemných srážek molekul	33
2.XVII Určení koeficientu samodifuze a tepelné vodivosti z viskozity	34
Úlohy	36
Výsledky	43
3 Stavové chování reálných tekutin	48
3.I Určení druhého viriálního koeficientu z jednoho experimentálního údaje	48
3.II Odhad druhého viriálního koeficientu	48
3.III Výpočet tlaku plynu z van der Waalovy a Redlichovy-Kwongovy rovnice	49
3.IV Výpočet objemu plynu z van der Waalovy stavové rovnice	50
3.V Závislost tlaku v systému na látkovém množství	51
3.VI Výpočet tlaku směsi reálných plynů	52
3.VII Použití kompresibilitního diagramu při výpočtu teploty směsi reálných plynů	53
3.VIII Výpočet hustoty plynů a kapalin s použitím koeficientu stlačitelnosti a roztažnosti	54

Úlohy	57
Výsledky	65
4 První věta termodynamiky	71
4.I Stanovení tepelné kapacity na základě kalorimetrických měření	71
4.II Výpočet $q, \Delta H, \Delta U$ za konstantního tlaku ze závislosti tepelné kapacity na teplotě	71
4.III Závislost entalpie benzenu na teplotě od 0 °C do 200 °C	73
4.IV Výpočet práce při různých dějích	75
4.V Výpočet $\Delta U, \Delta H, q, w$ při vypařování	77
4.VI Adiabatická vratná a nevratná expanze	77
4.VII Stanovení slučovacího tepla z kalorimetricky zjištěných dat	78
4.VIII Výpočet reakčního tepla na základě slučovacích tepel látek	79
4.IX Výpočet reakčního tepla podle Hessova zákona	80
4.XI Závislost reakčního tepla na teplotě	81
4.XII Závislost reakčního tepla na teplotě u reakce s fázovou přeměnou	82
4.XIII Výpočet adiabatické teploty při spalování vodíku	83
4.XIV Entalpická bilance při konverzi SO_2 na SO_3	84
Úlohy	87
Výsledky	111
5 Druhá a třetí věta termodynamiky, aplikace	122
5.I Aplikace Maxwellových vztahů	122
5.II Změna entropie systému při vratném izobarickém ohřevu	123
5.III Závislost entropie ideálního plynu na teplotě a tlaku	124
5.IV Numerické určení změny entropie systému s teplotou	125
5.V Změna entropie ideálního plynu při vratné izotermické kompresi	125
5.VI Změna entropie ideálního plynu při vratném adiabatickém ději	126
5.VII Změna entropie při adiabatické expanzi ideálního plynu do vakua	126
5.VIII Tepelný stroj	127
5.IX Chladicí stroj, tepelné čerpadlo	130
5.X Změna entropie při vratných fázových přechodech	131
5.XI Změna entropie při nevratném izotermickém fázovém přechodu	133
5.XII Nevratný fázový přechod v izolované soustavě	134
5.XIII Změna entropie spojená s chemickou reakcí	135
5.XIV Entropie jako míra vratnosti děje	135
5.XV Změna Gibbsovy energie s tlakem při izotermickém ději	137
5.XVI Změna Gibbsovy energie při izomorfní přeměně	137
5.XVII Změna termodynamických funkcí při vratném fázovém přechodu	138
5.XVIII Změna termodynamických funkcí při smíšení ideálních plynů	138
5.XIX Entropie jako kritérium rovnováhy chemických reakcí	139
5.XX Helmholtzova a Gibbsova energie jako kritérium rovnováhy chemických reakcí	143
5.XXI Výpočet absolutní entropie ze III. věty termodynamiky	146
5.XXII Výpočet $\Delta U, \Delta H, \Delta S$ a f pomocí van der Waalovy rovnice	148

5.XXIII Výpočet tepla a práce na základě tabelovaných hodnot objemu, entalpie a entropie anebo ze stavové rovnice	150
5.XXIV Výpočet C_v , C_p a Jouleova-Thomsonova koeficientu pro reálný plyn	152
5.XXV Výpočet inverzní teploty za nízkého tlaku	153
5.XXVI Výpočet fugacity čisté látky různými metodami	153
5.XXVII Fugacita látky a její vztah ke stabilitě fází	154
5.XXVIII Výpočet objemu nasycené kapaliny, objemu nasycené páry a tenze par v jednosložkovém systému ze stavové rovnice	155
Úlohy	159
Výsledky	173
6 Termodynamika roztoků	181
6.I Entalpie, entropie a Gibbsova energie ideální plynné směsi	181
6.II Entalpie a entropie ideální a reálné směsi reálných plynů	182
6.III Entalpie, entropie a Gibbsova energie směsi kapalin	183
6.IV Koeficient izotermické stlačitelnosti u ideální směsi	184
6.V Určení dodatkového objemu na základě hustoty roztoku a čistých látek	185
6.VI Výpočet směšovacího a rozpouštěcího (integrálního) tepla	185
6.VII Výpočet tepla při směšování různých roztoků	186
6.VIII Výpočet parciálního molárního objemu na základě definice	186
6.IX Stanovení parciálních molárních objemů ze závislosti objemu systému na molalitě	187
6.X Určení parciálních molárních objemů ze závislosti molárního objemu na složení	187
6.XI Určení parciálních molárních entalpií z integrálního rozpouštěcího tepla	188
6.XII Aplikace Gibbsovy-Duhemovy rovnice	189
6.XIII Výpočet fugacitních koeficientů složek plynné směsi	190
6.XIV Výpočet fugacity složky ve směsi s použitím Lewisova - Randallova pravidla	190
6.XV Výpočet chemického potenciálu, aktivity a aktivitního koeficientu ze závislosti dodatkové Gibbsovy energie na složení	191
Úlohy	193
Výsledky	201
7 Fázové rovnováhy	206
7.I Aplikace Gibbsova fázového pravidla	206
7.II Vliv tlaku na teplotu tání, ΔS a ΔG tuhnutí	206
7.III Výpočet teploty varu z Clausiovy-Clapeyronovy rovnice	207
7.IV Aplikace Clausiovy - Clapeyronovy rovnice, respektující závislost $\Delta H_{výp}$ na teplotě	208
7.V Výpočet výparného tepla ze závislosti tenze par na teplotě	209
7.VI Výpočet trojného bodu	210
7.VII Výpočet rovnovážných složení kapaliny a páry za konstantní teploty u směsi, která se řídí Raoultovým zákonem	211
7.VIII Výpočet normální teploty varu ideální směsi	213
7.IX Určení aktivitních koeficientů a aktivit složek na základě údajů o rovnováze kapalina-pára	215

7.X Aplikace závislosti aktivitních koeficientů na složení u systému s azeotropickým bodem	217
7.XI Látková bilance u jednoduché destilace	219
7.XII Kombinace Clausiovy - Clapeyronovy rovnice s látkovou bilancí	220
7.XIII Aplikace Raoultova zákona na ternární směsi	221
7.XIV Výpočet Henryho konstanty, Bunsenova a Ostwaldova absorpčního koeficientu z experimentálních dat	222
7.XV Odhad rozpustnosti plynu při jeho podkritické teplotě	223
7.XVI Výpočet rozpouštěcí entalpie ze závislosti rozpustnosti plynu na teplotě	223
7.XVII Vliv solí na rozpustnost plynu	224
7.XVIII Vliv reálného chování plynné fáze na rozpustnost plynu	225
7.IX Výpočet koncentrace CO ₂ ve vodě v sifonové láhvi	225
7.XX Použití pákového pravidla u rovnováhy $l - l$ v binárním systému	227
7.XXI Výpočet teploty varu a složení parní fáze při přehánění vodní parou	227
7.XXII Aplikace závislosti aktivitního koeficientu na složení u omezeně mísitelných látek	229
7.XXIII Extrakce fenolu z vody butylacetátem	230
7.XXIV Aplikace pákového pravidla u rovnováhy kapalina-kapalina v ternárním systému	231
7.XXV Výpočet rozpustnosti naftalenu v benzenu	232
7.XXVI Rozpustnost naftalenu v benzenu a benzenu v naftalenu	232
7.XXVII Vliv neideálního chování kapalné fáze na rozpustnost látek	234
7.XXVIII Výpočet eutektické teploty	234
7.XXIX Závislost rozpustnosti KCl ve vodě na teplotě	235
7.XXX Vzájemná rozpustnost v ternární směsi KCl-NaCl-H ₂ O	235
7.XXXI Výpočet všech koligativních vlastností	237
7.XXXII Výpočet vyloučeného (tuhého) množství rozpouštědla na základě kryoskopických a tenzních dat	239
7.XXXIII Výpočet stupně disociace z ebullioskopických údajů	240
Úlohy	242
Výsledky	263

Tabulky	276
<i>Tabulka I</i> Základní fyzikální konstanty	276
<i>Tabulka II</i> Tabulka prvků	277
<i>Tabulka III</i> Kritické veličiny látek	280
<i>Tabulka IV</i> Konstanty van der Waalovy rovnice	283
<i>Tabulka V</i> Vlastnosti kapalin při teplotě 20°C	286
<i>Tabulka VI</i> Termochemické vlastnosti látek	287
<i>Tabulka VII</i> Vazebné energie a standardní změny enthalpie při vzniku prvků v plynném jednoatomovém stavu za teploty 298 K	293
<i>Tabulka VIII</i> Teploty a tepla fázových přeměn	294
<i>Tabulka IX</i> Konstanty Antoineovy rovnice	297