

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 Přepočítání koncentrací	15
1.V Směšování roztoků	16
Úlohy	17
Výsledky	19
2 Stavové chování plynů a kapalin	21
2.I Výpočet hmotnosti plynu ze stavové rovnice	21
2.II Stanovení molární hmotnosti metodou V. Meyera	21
2.III Přepočítání koncentrací a výpočet parciálních tlaků	22
2.IV Výpočet disociačního stupně látky z hustoty v plynné fázi	23
2.V Stanovení molární hmotnosti metodou limitních hustot	24
2.VI Přepočítání objemu plynu	24
2.VII Stanovení tlaku nasycených par saturační metodou	25
2.VIII Výpočet složení spalin	26
2.IX Teoretická nosnost balónu naplněného plynem	27
2.X Výpočet nejpravděpodobnější, střední a střední kvadratické rychlosti molekul	27
2.XI Výpočet C_{vm}^o podle ekvipartičního principu	28
2.XII Určení druhého viriálního koeficientu z jednoho experimentálního údaje	29
2.XIII Odhad druhého viriálního koeficientu	29
2.XIV Výpočet tlaku plynu z van der Waalovy a Redlichovy-Kwongovy rovnice	30
2.XV Výpočet objemu plynu z van der Waalovy stavové rovnice	31
2.XVI Závislost tlaku v systému na látkovém množství	32
2.XVII Výpočet tlaku směsi reálných plynů	33
2.XVIII Použití kompresibilitního diagramu při výpočtu teploty směsi reálných plynů	34
2.XIX Aplikace koeficientu izobarické roztažnosti a izotermické stlačitelnosti a roztažnosti	35
Úlohy	38
Výsledky	50

3 První věta termodynamiky	59
3.I Stanovení tepelné kapacity na základě kalorimetrických měření	59
3.II Výpočet Q , ΔH , ΔU za konstantního tlaku ze závislosti tepelné kapacity na teplotě	60
3.III Závislost entalpie benzenu na teplotě od 0°C do 200°C	61
3.IV Výpočet práce při různých dějích	63
3.V Výpočet ΔU , ΔH , Q , W při vypařování	65
3.VI Adiabatická vratná a nevratná expanze	65
3.VII Stanovení slučovací entalpie z kalorimetricky zjištěných dat	66
3.VIII Výpočet reakční entalpie na základě slučovacích entalpií látek	67
3.IX Výpočet reakční entalpie podle Hessova zákona	67
3.X Závislost reakční entalpie na teplotě	68
3.XI Závislost reakční entalpie na teplotě u reakce s fázovou přeměnou	69
3.XII Výpočet adiabatické teploty při spalování vodíku	70
3.XIII Entalpická bilance při konverzi SO_2 na SO_3	71
Úlohy	74
Výsledky	96
4 Druhá a třetí věta termodynamiky, aplikace	107
4.I Aplikace Maxwellových vztahů	107
4.II Změna entropie systému při vratném izobarickém ohřevu	108
4.III Závislost entropie ideálního plynu na teplotě a tlaku	109
4.IV Numerické určení změny entropie systému s teplotou	109
4.V Změna entropie ideálního plynu při vratné izotermické kompresi	110
4.VI Změna entropie ideálního plynu při vratném adiabatickém ději	110
4.VII Změna entropie při adiabatické expanzi ideálního plynu do vakua	111
4.VIII Tepelný stroj	112
4.IX Chladicí stroj, tepelné čerpadlo	115
4.X Změna entropie při vratných fázových přechodech	116
4.XI Změna entropie při nerovnovážném izotermickém fázovém přechodu	117
4.XII Nevratný děj v izolované soustavě s fázovým přechodem	118
4.XIII Změna entropie spojená s chemickou reakcí	119
4.XIV Entropie jako míra vratnosti děje	120
4.XV Změna Gibbsovy energie s tlakem při izotermickém ději	121
4.XVI Změna Gibbsovy energie při fázové přeměně	122
4.XVII Změna termodynamických funkcí při vratném fázovém přechodu	122
4.XVIII Změna termodynamických funkcí při smíšení ideálních plynů	123
4.XIX Entropie jako kritérium rovnováhy chemických reakcí	124
4.XX Helmholtzova a Gibbsova energie jako kritérium rovnováhy chemických reakcí	127
4.XXI Výpočet absolutní entropie ze III. věty termodynamiky	129
4.XXII Výpočet ΔU , ΔH , ΔS a f pomocí van der Waalovy rovnice	132
4.XXIII Výpočet tepla a práce na základě tabelovaných hodnot objemu, entalpie a entropie anebo ze stavové rovnice	133
4.XXIV Výpočet C_v , C_p a μ_{JT} pro reálný plyn	135
4.XXV Výpočet inverzní teploty za nízkého tlaku	136
4.XXVI Výpočet fugacity čisté látky různými metodami	136
4.XXVII Fugacita látky a její vztah ke stabilitě fází	137

4.XXVIII Výpočet objemu nasycené kapaliny, objemu nasycené páry a tlaku nasycených par v jednosložkovém systému ze stavové rovnice	138
Úlohy	142
Výsledky	156
5 Termodynamika roztoků	163
5.I Entalpie, entropie a Gibbsova energie ideální plyné směsi	163
5.II Entalpie a entropie ideální a reálné směsi reálných plynů	164
5.III Entalpie, entropie a Gibbsova energie směsi kapalin	165
5.IV Koeficient izotermické stlačitelnosti u ideální směsi	166
5.V Určení dodatkového objemu na základě hustoty roztoku a hustoty čistých látek	167
5.VI Výpočet směšovacího a rozpouštěcího (integrálního) tepla	167
5.VII Výpočet tepla při směšování různých roztoků	167
5.VIII Výpočet parciálního molárního objemu na základě definice	168
5.IX Stanovení parciálních molárních objemů ze závislosti objemu systému na molalitě	168
5.X Určení parciálních molárních objemů ze závislosti molárního objemu na složení	169
5.XI Určení parciálních molárních entalpií z rozpouštěcího tepla	170
5.XII Aplikace Gibbsovy-Duhemovy rovnice	171
5.XIII Výpočet fugacitních koeficientů složek plyné směsi	171
5.XIV Výpočet fugacity složky ve směsi s použitím Lewisova - Randallova pravidla	172
5.XV Výpočet chemického potenciálu, aktivity a aktivitního koeficientu ze závislosti dodatkové Gibbsovy energie na složení	173
5.XVI Výpočet středních aktivitních koeficientů elektrolytu pomocí limitního Debyeova-Hückelova zákona	174
5.XVII Iontová síla, střední aktivita, aktivitní koeficient	175
Úlohy	177
Výsledky	185
6 CHEMICKÉ ROVNOVÁHY	191
6.I Výpočet rovnovážné konstanty	191
6.II Vyjádření stupně přeměny při různém složení nástřiku	192
6.III Výpočet rovnovážného složení	196
6.IV Vyjádření rovnovážné konstanty pomocí parciálních tlaků	198
6.V Ředění reakční směsi inertním plynem	199
6.VI Reakce za stálého tlaku a za stálého objemu	200
6.VII Výpočet rovnovážné konstanty z hodnot rovnovážných koncentrací	202
6.VIII Chemická rovnováha za vysokého tlaku	203
6.IX Rovnováha v systémech obsahujících složku v tuhé fázi	204
6.X Kombinace chemických reakcí	205
6.XI Výpočet změny Gibbsovy energie mimo rovnováhu	206
6.XII Výpočet rovnovážné konstanty z tabelovaných dat	206
6.XIII Výpočet rovnovážného složení minimalizací Gibbsovy energie	208
6.XIV Výpočet slučovací Gibbsovy energie látky	209

6.XV Výpočet střední reakční enthalpie z hodnot rovnovážné konstanty při různých teplotách	211
6.XVI Výpočet změn termochemických veličin při reakci z teplotní závislosti rovnovážné konstanty	212
6.XVII Vliv tlaku na rovnovážnou konstantu	212
6.XVIII Přepočet slučovací Gibbsovy energie na kapalný stav	213
6.XIX Reakce v roztocích	215
6.XX Simultánní reakce	216
6.XXI Výpočet rovnovážné konstanty z termických dat	217
6.XXII Výpočet rozkladné teploty tuhé látky	219
6.XXIII Chemická rovnováha za adiabatických podmínek	221
6.XXIV Enthalpická bilance v soustavě s chemickou rovnováhou	224
6.XXV Reakce mezi jednosložkovými pevnými fázemi	226
6.XXVI Výpočet pH roztoků silných a slabých kyselin a zásad	229
6.XXVII Hydrolýza a pH roztoků solí silných kyselin a slabých zásad	232
6.XXVIII Hydrolýza a pH roztoků solí slabých kyselin a slabých zásad	234
6.XXIX Rozpustnost málo rozpustné soli	236
Úlohy	240
Výsledky	257
Tabulky	263
<i>Tabulka I</i> Základní fyzikální konstanty	263
<i>Tabulka II</i> Tabulka prvků	264
<i>Tabulka III</i> Kritické veličiny látek	267
<i>Tabulka IV</i> Konstanty van der Waalovy rovnice	269
<i>Tabulka V</i> Vlastnosti kapalin při teplotě 20°C	271
<i>Tabulka VI</i> Termochemické vlastnosti látek	272
<i>Tabulka VII</i> Teploty a tepla fázových přeměn	278
<i>Tabulka VIII</i> Hodnoty $-(G^\circ - H_{298}^\circ)/T$ (J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹) při různých teplotách	280
<i>Tabulka IX</i> Dekadické logaritmy rovnovážných slučovacích konstant	282
<i>Tabulka X</i> Konstanty Antoineovy rovnice	283
<i>Tabulka XI</i> Disociační konstanty kyselin a zásad ve vodě při 25°C	286
<i>Tabulka XII</i> Součiny rozpustnosti některých anorganických látek	286
Obsah a obtížnost úloh	288