

Úvod .....	3
Obsah .....	4
1. Stavová rovnice ideálního plynu .....	9
1. Výpočet hmotnosti plynu ze stavové rovnice .....	12
2. Stanovení molekulové hmotnosti metodou V. Meyera .....	12
3. Přepočtení koncentrací a výpočet parciálních tlaků .....	12
4. Výpočet disociačního stupně látky z hustoty v plynné fázi .....	13
5. Stanovení molekulové hmotnosti metodou limitních hustot .....	14
6. Přepočtení objemu plynu .....	15
7. Stanovení tence par saturační metodou .....	15
8. Výpočet složení spalin .....	16
9. Modifikace hypsometrického vztahu .....	17
10. Teoretická nosnost balonu plněného plynem .....	17
Úlohy .....	18
Výsledky .....	21
2. Kinetická teorie plynů .....	23
1. Maxwellovo rozdělení rychlosti molekul .....	25
2. Výpočet nejpravděpodobnější, střední a střední kvadratické rychlosti molekul .....	26
3. Výpočet $C_V$ podle ekvipartičního principu .....	26
4. Výpočet střední volné dráhy molekul $L$ .....	27
5. Stanovení tence par Knudsenovou metodou .....	27
6. Výpočet srážkového průměru z viskozity plynů .....	28
7. Výpočet počtu vzájemných srážek molekul .....	28
8. Určení koeficientu samodifuze a tepelné vodivosti z viskozity .....	29
Úlohy .....	29
Výsledky .....	31
3. Reálné chování tekutin .....	32
1. Výpočet tlaku reálného plynu z van der Waalovy a z Redlichovy-Kvongovy rovnice .....	38
2. Výpočet objemu plynu z van der Waalovy stavové rovnice .....	39
3. Výpočet Boyleovy teploty z van der Waalovy stavové rovnice .....	40
4. Určení tlaku plynu pomocí diagramu kompresibilitního faktoru .....	41
5. Určení druhého viriálního koeficientu z jediného experimentálního údaje .....	43
6. Výpočet druhého viriálního koeficientu z několika údajů o hustotě plynu .....	43
7. Závislost tlaku reálného plynu na látkovém množství .....	45
8. Výpočet tlaku směsi reálných plynů .....	46
9. Použití kompresibilitních diagramů při výpočtu teploty směsi reálných plynů .....	47
10. Výpočet hustoty plynů a kapalin pomocí koeficientu stlačitelnosti .....	48
11. Výpočet hustoty kapalin Rackettovou rovnicí .....	49
12. Výpočet povrchového napětí z kapilární elevace .....	50
13. Výpočet povrchového napětí z Eötvösovy rovnice .....	50
14. Měření viskozity v kapilárním viskosimetru .....	50
15. Aplikace Stokesova zákona .....	51

Úlohy .....	51
Výsledky .....	54
4. I. věta termodynamická .....	56
1. Stanovení tepelné kapacity na základě kalorimetrických měření .....	64
2. Výpočet $q$ , $\Delta H$ , $\Delta U$ za konstantního tlaku ze závislosti tepelné kapacity na teplotě .....	64
3. Závislost enthalpie benzenu na teplotě od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....	65
4. Výpočet práce při různých dějích .....	67
5. Výpočet $\Delta U$ , $\Delta H$ , $q$ , $w$ při vypařování .....	68
6. Adiabatická vratná a nevratná expanse .....	69
7. Stanovení slučovacího tepla z kalorimetricky zjištěných dat .....	69
8. Výpočet reakčního tepla na základě slučovacích tepel látek .....	70
9. Výpočet reakčního tepla podle Hessova zákona .....	70
10. Výpočet hydrogenačního tepla z vazebných energií .....	72
11. Závislost reakčního tepla na teplotě .....	72
12. Závislost reakčního tepla na teplotě u reakce s fázovou přeměnou .....	73
13. Výpočet adiabatické teploty při spalování vodíku .....	73
14. Enthalpická bilance při konverzi $\text{SO}_2$ na $\text{SO}_3$ .....	74
Úlohy .....	77
Výsledky .....	85
5. II. věta termodynamická, entropie, Helmholtzova a Gibbsova energie .....	88
1. Změna entropie systému při vratném izochorickém ohřevu .....	94
2. Závislost entropie ideálního plynu na teplotě a tlaku .....	94
3. Změna entropie při vratné izotermní kompresi ideálního plynu .....	95
4. Změna entropie při adiabatické expanzi ideálního plynu do vakua .....	96
5. Změna entropie při vratných fázových přechodech .....	96
6. Změna entropie při nevratném izotermním fázovém přechodu .....	97
7. Nevratný fázový přechod v izolované soustavě .....	98
8. Entropie jako míra vratnosti děje .....	99
9. Změna Gibbsovy energie s tlakem při izotermickém ději .....	100
10. Změna Gibbsovy energie při izomorfních přeměnách .....	101
11. Změna termodynamických funkcí při vratném fázovém přechodu .....	101
12. Změna termodynamických funkcí při smíšení ideálních plynů .....	102
13. Entropie jako kritérium rovnováhy chemických reakcí .....	102
14. Helmholtzova a Gibbsova energie jako kritérium rovnováhy chemických reakcí .....	105
15. Aplikace Maxwellových relací .....	108
Úlohy .....	109
Výsledky .....	112
6. Aplikace termodynamiky na reálné tekutiny .....	113
1. Změna vnitřní energie a entalpie u plynu, který se řídí van der Waalsovou rovnicí .....	116
2. Změna entropie, izotermní změna Gibbsovy energie a fugacitní koeficient v případě van der Waalsovy stavové rovnice .....	118
3. Výpočet $\Delta U$ , $\Delta H$ , $\Delta S$ a $f$ podle van der Waalsovy rovnice pro známé hodnoty teploty $T$ a objemu $V$ .....	119
4. Výpočet $\Delta U$ , $\Delta H$ podle van der Waalsovy rovnice pro zadanou teplotu a tlak .....	120
5. Výpočet tepla a práce na základě tabelovaných hodnot objemu, entalpie a entropie .....	121

6. Výpočet tepla a práce pomocí van der Waalsovy rovnice u izobarického děje .....	122
7. Výpočet tepla a práce u plynu, řídicího se van der Waalsovou rovnicí při isotermním ději .....	122
8. Adiabatický děj u plynu, který se řídí van der Waalsovou rovnicí .....	123
9. Výpočet $C_v$ , $C_p$ a Joule-Thompsonova koeficientu u reálného plynu .....	123
10. Výpočet inverzní teploty za nízkého tlaku .....	124
11. Výpočet fugacity čisté látky různými metodami .....	124
12. Výpočet fugacity složky ve směsi pomocí Lewisova-Randallova pravidla ...	125
13. Fugacita látky a její vztah ke stabilitě fází .....	125
Úlohy .....	126
Výsledky .....	128
7. Fázové rovnováhy .....	131
1. Vliv tlaku na bod tání a $\Delta S$ , $\Delta G$ tuhnutí .....	147
2. Výpočet bodu varu .....	148
3. Aplikace Clausiovy-Clapeyronovy rovnice s látkovou bilancí .....	148
4. Aplikace Clausiovy-Clapeyronovy rovnice u závislosti $\Delta H_{\text{výp}}$ na teplotě .	149
5. Výpočet výparného tepla .....	150
6. Výpočet trojného bodu .....	151
7. Vzájemné přepočty koncentrací .....	152
8. Aplikace Gibbsova fázového pravidla .....	153
9. Výpočet parciálního molárního objemu na základě definice .....	154
10. Stanovení parciálních molárních objemů ze závislosti objemu systému na molalitě látky .....	154
11. Určení parciálních molárních objemů ze závislosti molárního objemu na složení .....	155
12. Výpočet parciálního molárního objemu pomocí zdánlivého objemu složky ...	155
13. Určení parciálních molárních entalpií z integrálního rozpouštěcího tepla .....	156
14. Aplikace Gibbsovy-Duhemovy rovnice .....	157
15. Výpočet $a_2$ na základě $a_1 = f(x_1)$ .....	158
16. Výpočet fugacitních koeficientů složek u plyné směsi .....	159
17. Výpočet bodu varu a rosného bodu u směsí, které se řídí Raoultovým zákonem .....	159
18. Výpočet teploty bodu varu za normálního tlaku u ideální směsi .....	160
19. Určení aktivitních koeficientů a aktivit složek na základě dat rovnováha kapalina-pára .....	161
20. Aplikace závislosti aktivitních koeficientů na složení u systému s azeotropickým bodem .....	163
21. Látková bilance u jednoduché destilace .....	164
22. Výpočet množství a složení destilátu u jednoduché destilace .....	165
23. Aplikace Raoultova zákona u ternární směsi .....	166
24. Výpočet Henryho konstanty, Bunsenova a Ostwaldova absorpčního koeficientu z experimentálních dat .....	166
25. Odhad rozpustnosti plynu při jeho podkritické teplotě .....	167
26. Výpočet rozpouštěcího tepla ze závislosti rozpustnosti plynu na teplotě .....	167
27. Vliv soli na rozpustnost plynu .....	168
28. Vliv reálného chování plyné fáze na rozpustnost plynu .....	168
29. Výpočet koncentrace $\text{CO}_2$ ve vodě v sifonové láhvi .....	168

30. Použití pákového pravidla u rovnováha kapalina-kapalina v binárním systému .....	169
31. Výpočet bodu varu a složení parní fáze při přehánění vodní parou .....	170
32. Aplikace závislosti aktivitního koeficientu na složení u nemísitelných látek .....	171
33. Extrakce fenolu z vody butylacetátem .....	171
34. Aplikace pákového pravidla u rovnováhy kapalina-kapalina v ternárním systému .....	172
35. Výpočet rozpustnosti naftalenu v benzenu .....	173
36. Rozpustnost naftalenu v benzenu a benzenu v naftalenu .....	173
37. Vliv neideálního chování kapalné fáze na rozpustnost tuhých látek .....	174
38. Výpočet eutektické teploty .....	174
39. Závislost rozpustnosti KCl ve vodě na teplotě .....	175
40. Rozpustnost v ternární směsi KCl(1) - NaCl(2) - H <sub>2</sub> O(3) .....	175
41. Výpočet všech koligativních vlastností .....	176
42. Výpočet molekulové hmotnosti a vzorce látky ze snížení tense par rozpouštědla .....	177
43. Výpočet ztuhlého množství rozpouštědla pomocí kryoskopie a snížení tense par .....	178
44. Výpočet stupně disociace z ebulioskopických údajů .....	179
Úlohy .....	180
Výsledky .....	191

#### Příloha

Tab. I. Základní fyzikální konstanty .....	196
Tab. II. Tabulka prvků .....	197
Tab. III. Kritické veličiny látek .....	199
Tab. IV. Konstanty van der Waalsovy rovnice .....	200
Tab. V. Vlastnosti kapalin při teplotě 20 °C .....	201
Tab. VI. Termochemické vlastnosti látek .....	202
Tab. VII. Vazebné energie při teplotě 298 K a standardní změny enthalpie při vzniku prvků v plynném jednoatomovém stavu při teplotě 298 K.	
Tab. VIII. Teploty a tepla fázových přeměn .....	208