

# Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Ideální plyn</b> .....   | <b>9</b>  |
| 1.1 Stavová rovnice ideálního plynu .....                           | 9         |
| 1.2 Technické koeficienty .....                                     | 12        |
| 1.3 Vyjádření složení plynné směsi.....                             | 13        |
| 1.4 Kinetická teorie plynů .....                                    | 17        |
| 1.5 Příklady k procvičení.....                                      | 22        |
| <b>2 Reálný plyn</b> .....  | <b>26</b> |
| 2.1 Van der Waalsova rovnice.....                                   | 26        |
| 2.2 Generalizovaný diagram kompresibilitního faktoru.....           | 28        |
| 2.3 Redlich-Kwongova rovnice a rovnice viriálového rozvoje.....     | 34        |
| 2.4 Směs reálných plynů.....  | 35        |
| 2.5 Příklady k procvičení.....                                      | 36        |
| <b>3 Kapaliny</b> .....   | <b>39</b> |
| 3.1 Koeficienty roztažnosti a stlačitelnosti.....                   | 39        |
| 3.2 Povrchové jevy .....  | 41        |
| 3.2.1 Měření povrchového napětí.....                                | 41        |
| 3.2.2 Práce spojená se změnou povrchu kapaliny .....                | 42        |
| 3.2.3 Tlak fází nad zakřiveným povrchem .....                       | 43        |
| 3.3 Transportní jevy – viskozita .....                              | 44        |
| 3.4 Příklady k procvičení.....                                      | 50        |
| <b>4 Pevné látky</b> .....  | <b>54</b> |
| 4.1 Koeficient objemové a délkové roztažnosti .....                 | 54        |
| 4.2 Odhad hustoty pevných látek z mřížkových paramterů .....        | 54        |
| 4.3 Tepelné kapacity pevných látek .....                            | 55        |
| 4.4 Příklady k procvičení.....                                      | 57        |
| <b>5 Termodynamika</b> .....  | <b>60</b> |
| 5.1 Objemová práce.....   | 60        |
| 5.1.1 Práce spojená se změnou objemu soustavy – ideální plyn .....  | 60        |
| 5.1.2 Práce spojená se změnou objemu soustavy – reálný plyn.....    | 61        |
| 5.2 I. věta termodynamická .....                                    | 62        |
| 5.3 Adiabatický děj.....  | 67        |
| 5.4 Příklady k procvičení.....                                      | 70        |
| <b>6 Termochemie</b> .....  | <b>74</b> |
| 6.1 Základní pojmy.....   | 74        |
| 6.2 Změna entalpie reakce za standardních podmínek .....            | 76        |
| 6.3 Závislost změny entalpie reakce na teplotě .....                | 81        |
| 6.4 Adiabatická teplota reakce .....                                | 83        |
| 6.5 Neřešené příklady .....   | 85        |
| <b>7 Spojení I. a II. věty termodynamické</b> .....                 | <b>88</b> |
| 7.1 Definice stavových veličin .....                                | 88        |
| 7.2 Změna entropie děje .....                                       | 88        |
| 7.3 Změna entropie chemické reakce .....                            | 91        |
| 7.4 Uskutečnitelnost děje na základě výpočtu $\Delta G$ reakce..... | 92        |
| 7.5 Příklady k procvičení.....                                      | 99        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| <b>8</b>  | <b>Termodynamika směsí .....</b>  | <b>103</b> |
| 8.1       | Hodnoty termodynamických funkcí při míšení ideálních plynů .....            | 103        |
| 8.2       | Parciální molární veličiny.....   | 104        |
| 8.3       | Diferenciální rozpouštěcí a zřed'ovací tepla.....                           | 109        |
| 8.4       | Příklady k procvičení.....  | 111        |
| <b>9</b>  | <b>Fázové rovnováhy .....</b>   | <b>114</b> |
| 9.1       | Jednosložkové fázové rovnováhy.....   | 114        |
| 9.2       | Dvousložkové fázové rovnováhy .....   | 114        |
| 9.2.1     | Koligativní vlastnosti .....  | 120        |
| 9.2.2     | Rovnováha kapalina-pára u dousložkové směsi.....                            | 124        |
| 9.2.3     | Destilace dvou nemísitelných kapalin .....                                  | 126        |
| 9.2.4     | Rozpouštění plynu v kapalinách.....   | 128        |
| 9.2.5     | Látkové bilance .....   | 131        |
| 9.3       | Třísložkové rovnováhy: rovnováha kapalina – kapalina.....                   | 132        |
| 9.4       | Příklady k procvičení.....  | 135        |
| <b>10</b> | <b>Chemické rovnováhy .....</b>   | <b>141</b> |
| 10.1      | Základní pojmy.....   | 141        |
| 10.2      | Výpočet rovnovážné konstanty na základě rovnovážného složení .....          | 143        |
| 10.2.1    | Reakce v plynné fázi za konstantního tlaku .....                            | 143        |
| 10.2.2    | Reakce v plynné fázi za konstantního objemu .....                           | 144        |
| 10.2.3    | Reakce v kapalně fázi za konstantního objemu.....                           | 147        |
| 10.3      | Výpočet rovnovážného složení na základě rovnovážné konstanty .....          | 148        |
| 10.3.1    | Reakce v plynné fázi za konstantního tlaku .....                            | 148        |
| 10.3.2    | Reakce v plynné fázi za konstantního objemu .....                           | 150        |
| 10.3.3    | Vliv počátečního složení na množství produktů .....                         | 151        |
| 10.4      | Výpočet rovnovážné konstanty z termodynamických dat.....                    | 153        |
| 10.5      | Závislost rovnovážné konstanty na teplotě (Van't Hoffova izobara).....      | 154        |
| 10.6      | Tepelný rozklad pevných látek.....  | 156        |
| 10.7      | Příklady k procvičení.....  | 158        |
| <b>11</b> | <b>Elektrochemie .....</b>  | <b>161</b> |
| 11.1      | Iontová síla .....  | 161        |
| 11.2      | Aktivitní koeficient – Debye-Hückelův zákon.....                            | 163        |
| 11.3      | Chemické rovnováhy v roztocích elektrolytů.....                             | 164        |
| 11.3.1    | Srážecí rovnováhy .....   | 164        |
| 11.3.2    | Disociace kyselin a zásad ve vodných roztocích.....                         | 168        |
| 11.3.3    | Obecné řešení dle podmínky I., II. a III druhu .....                        | 172        |
| 11.4      | Potenciál elektrod .....  | 174        |
| 11.5      | Elektromotorické napětí .....   | 178        |
| 11.6      | Vodivost .....  | 181        |
| 11.7      | Elektrolýza.....  | 184        |
| 11.8      | Příklady k procvičení.....  | 185        |
| <b>12</b> | <b>Chemická kinetika izolovaných reakcí.....</b>                            | <b>191</b> |
| 12.1      | Reakční rychlost, vztahy koncentrace-koncentrace, zákon aktivních hmot..... | 191        |
| 12.2      | Reakce I. řádu.....   | 195        |
| 12.2.1    | Výpočet s využitím koncentrací .....  | 195        |

|   |            |
|---|------------|
| 12.2.2 Výpočet s využitím veličin lineárně závislých na koncentraci .....                   | 200        |
| 12.3 Reakce II. řádu.....   | 203        |
| 12.3.1 Výpočet s využitím koncentrací .....   | 203        |
| 12.3.2 Výpočet s využitím veličin lineárně závislých na koncentraci .....                   | 207        |
| 12.4 Ověření řádu reakce.....   | 209        |
| 12.5 Závislost rychlostní konstanty na teplotě .....  | 210        |
| 12.6 Příklady k procvičení.....   | 211        |
| <b>13 Hmota a elektromagnetické záření .....</b>  | <b>217</b> |
| 13.1 Příklady k procvičení.....   | 221        |
| <b>14 Seznam použitých zkratk .....</b>   | <b>223</b> |
| <b>15 Přílohy .....</b>   | <b>231</b> |
| 15.1 Relativní atomová hmotnost prvků .....   | 231        |
| 15.2 Relativní molekulová hmotnost sloučenin .....  | 233        |
| 15.3 Kritické veličiny a konstanty van der Waalsovy rovnice .....                           | 234        |
| 15.4 Efektivní srážkový průměr molekul plynů.....   | 234        |
| 15.5 Koeficient objemové ( $\alpha_{p,v}$ ) a délkové ( $\alpha_{p,l}$ ) roztažnosti.....   | 234        |
| 15.6 Teplotní závislost molárních teplotních kapacit za konstantního tlaku .....            | 235        |
| 15.7 Vybrané termodynamické veličiny .....  | 236        |
| 15.8 Změny entalpie fázových přechodů .....   | 238        |
| 15.9 Teplotní závislost tenze par nad kapalinou .....                                       | 239        |
| 15.10 Součiny rozpustnosti ve vodě při teplotě 25 °C .....                                  | 240        |
| 15.11 Disociační konstanty kyselin ve vodných roztocích při teplotě 25 °C .....             | 241        |
| 15.12 Disociační konstanty záda ve vodných roztocích při teplotě 25 °C.....                 | 241        |
| 15.13 Molární vodivosti iontů při nekonečném zředění- .....                                 | 242        |
| 15.14 Standardní elektrodové potenciály.....  | 243        |
| 15.15 Generalizovaný diagram kompresibilitního faktoru .....                                | 244        |
| 15.16 Vypočtené hodnoty Einsteinovy a Debyeovy funkce .....                                 | 246        |
| <b>16 Použitá literatura a literatura vhodná pro předmět Základy fyzikální chemie .....</b> | <b>247</b> |

**Příklad 1**

Látkové množství 5 mol azotíku je uzavřeno v tlakové nádobě o objemu 10 litrů. Jaký tlak plynu je v nádobě při teplotě 30 °C?

*Rozsah:*

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{5 \cdot 8,314 \cdot (30 + 273,15)}{10 \cdot 10^{-3}} = 1,26 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 1,26 \text{ MPa}$$

**Příklad 2**

Mezinárodní organizaci IUPAC jsou stanoveny standardní podmínky experimentálních měření označované STP („Standard Temperature and Pressure“) na 0 °C a 100 kPa. Laboratorní teplota však často bývá vyšší, proto byly stanoveny ještě standardní laboratorní podmínky označované SATP („Standard Ambient Temperature and Pressure“) na 25 °C a 100 kPa. Vypočítejte jaký objem zaujme 1 mol ideálního plynu: a) za standardních podmínek STP a b) za standardních laboratorních podmínek SATP.

*Rozsah:*

$$a) V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1 \cdot 8,314 \cdot (0 + 273,15)}{100 \cdot 10^1} = 22,71 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 22,71 \text{ dm}^3$$