

## Předmluva

## Úvod

### 1 Základní poznatky molekulové fyziky a termodynamiky

|     |                                                      |    |
|-----|------------------------------------------------------|----|
| 1.1 | Kinetická teorie látek                               | 17 |
| 1.2 | Vzájemné působení částic. Potenciální energie částic | 23 |
| 1.3 | Rovnovážný stav soustavy                             | 27 |
| 1.4 | Teplota a její měření                                | 29 |
| 1.5 | Termodynamická teplota                               | 32 |
|     | <i>Shrnutí učiva 1. kapitoly</i>                     | 35 |

### 2 Vnitřní energie, práce a teplo

|     |                                                 |    |
|-----|-------------------------------------------------|----|
| 2.1 | Vnitřní energie tělesa                          | 39 |
| 2.2 | Změna vnitřní energie při konání práce          | 41 |
| 2.3 | Změna vnitřní energie při tepelné výměně. Teplo | 45 |
| 2.4 | Měrná tepelná kapacita                          | 47 |
| 2.5 | Kalorimetrická rovnice                          | 50 |
| 2.6 | První termodynamický zákon                      | 54 |
| 2.7 | Přenos vnitřní energie                          | 57 |
|     | <i>Shrnutí učiva 2. kapitoly</i>                | 61 |

### 3 Struktura a vlastnosti plynného skupenství látek

|      |                                                                        |    |
|------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1  | Ideální plyn                                                           | 64 |
| 3.2  | Rozdělení molekul plynu podle rychlostí                                | 65 |
| 3.3  | Střední kvadratická rychlost                                           | 68 |
| 3.4  | Vnitřní energie a teplota ideálního plynu z hlediska molekulové fyziky | 69 |
| 3.5  | Tlak ideálního plynu z hlediska molekulové fyziky                      | 71 |
| 3.6  | Stavová rovnice ideálního plynu stálé hmotnosti                        | 73 |
| 3.7  | Izotermický děj s ideálním plynem stálé hmotnosti                      | 75 |
| 3.8  | Izochorický děj s ideálním plynem stálé hmotnosti                      | 77 |
| 3.9  | Izobarický děj s ideálním plynem stálé hmotnosti                       | 79 |
| 3.10 | Adiabatický děj s ideálním plynem stálé hmotnosti                      | 81 |
|      | <i>Shrnutí učiva 3. kapitoly</i>                                       | 84 |

## **4 Kruhový děj s ideálním plynem**

|                                  |                                                    |     |
|----------------------------------|----------------------------------------------------|-----|
| 4.1                              | Práce vykonaná plynem při stálém a proměnném tlaku | 88  |
| 4.2                              | Kruhový děj                                        | 91  |
| 4.3                              | Druhý termodynamický zákon                         | 94  |
| 4.4                              | Tepelné motory                                     | 97  |
| <i>Shrnutí učiva 4. kapitoly</i> |                                                    | 103 |

## **5 Struktura a vlastnosti pevných látek**

|                                  |                                           |     |
|----------------------------------|-------------------------------------------|-----|
| 5.1                              | Krystalické a amorfní látky               | 106 |
| 5.2                              | Ideální krystalová mřížka                 | 109 |
| 5.3                              | Poruchy krystalové mřížky                 | 114 |
| 5.4                              | Deformace pevného tělesa                  | 115 |
| 5.5                              | Síla pružnosti. Normálové napětí          | 118 |
| 5.6                              | Hookeův zákon pro pružnou deformaci tahem | 121 |
| 5.7                              | Teplotní roztažnost pevných těles         | 123 |
| 5.8                              | Teplotní roztažnost pevných těles v praxi | 127 |
| <i>Shrnutí učiva 5. kapitoly</i> |                                           | 130 |

## **6 Struktura a vlastnosti kapalin**

|                                  |                                            |     |
|----------------------------------|--------------------------------------------|-----|
| 6.1                              | Povrchová vrstva kapaliny                  | 133 |
| 6.2                              | Povrchová síla                             | 137 |
| 6.3                              | Povrchové napětí                           | 139 |
| 6.4                              | Jevy na rozhraní pevného tělesa a kapaliny | 142 |
| 6.5                              | Kapilární jevy                             | 145 |
| 6.6                              | Teplotní objemová roztažnost kapalin       | 148 |
| <i>Shrnutí učiva 6. kapitoly</i> |                                            | 152 |

## **7 Změny skupenství**

|                                  |                                                                                |     |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1                              | Tání                                                                           | 156 |
| 7.2                              | Tuhnutí                                                                        | 160 |
| 7.3                              | Změna objemu těles při tání a tuhnutí. Závislost teploty tání na vnějším tlaku | 161 |
| 7.4                              | Sublimace a desublimace                                                        | 163 |
| 7.5                              | Vypařování a kapalnění                                                         | 164 |
| 7.6                              | Sytá pára                                                                      | 169 |
| 7.7                              | Fázový diagram                                                                 | 174 |
| 7.8                              | Vodní pára v atmosféře                                                         | 178 |
| <i>Shrnutí učiva 7. kapitoly</i> |                                                                                | 181 |

|                 |  |     |
|-----------------|--|-----|
| <b>Rejstřík</b> |  | 183 |
|-----------------|--|-----|

## Rozšiřující učivo molekulové fyziky a termiky

|     |                                                                         |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|----|
| R1  | Stručný historický přehled vývoje názorů na strukturu látek             | 1  |
| R2  | Modely struktur látek různých skupenství                                | 6  |
| R3  | Rovnovážný stav soustavy jako stav s největší pravděpodobností výskytu  | 11 |
| R4  | Realizace termodynamické teplotní stupnice použitím plynového teploměru | 15 |
| R5  | Vedení tepla stejnorodou deskou                                         | 19 |
| R6  | Graf rozdělení molekul podle velikosti jejich okamžitých rychlostí      | 22 |
| R7  | Interpretace střední kvadratické rychlosti                              | 25 |
| R8  | Odvození základní rovnice pro tlak ideálního plynu                      | 27 |
| R9  | Typy stavové rovnice pro ideální plyn                                   | 30 |
| R10 | Stavové změny ideálního plynu z energetického hlediska                  | 34 |
| R11 | Plyny při nízkém a vysokém tlaku                                        | 38 |
| R12 | Výpočet práce plynu při stálém tlaku                                    | 42 |
| R13 | Předávání tepla z hlediska molekulové fyziky                            | 44 |
| R14 | Typy krystalů podle vazeb mezi částicemi                                | 45 |
| R15 | Chladicí stroj a tepelné čerpadlo                                       | 51 |

## Teoretická cvičení

|                  |                                                                               |    |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Cvičení 1</i> | – Relativní atomová a molekulová hmotnost. Látkové množství. Molární veličiny | 1  |
| <i>Cvičení 2</i> | – Změna vnitřní energie soustavy při konání práce a při tepelné výměně        | 6  |
| <i>Cvičení 3</i> | – Stavová rovnice ideálního plynu                                             | 10 |
| <i>Cvičení 4</i> | – Tepelné děje s ideálním plynem                                              | 11 |
| <i>Cvičení 5</i> | – Práce ideálního plynu. Kruhový děj                                          | 14 |
| <i>Cvičení 6</i> | – Deformace pevného tělesa                                                    | 17 |
| <i>Cvičení 7</i> | – Teplotní roztažnost pevných látek                                           | 21 |
| <i>Cvičení 8</i> | – Tepelná výměna při změně skupenství látek                                   | 24 |

## Laboratorní cvičení

|                  |                                                                                             |   |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <i>Cvičení 1</i> | – Přibližné určení průměru molekuly kyseliny olejové                                        | 1 |
| <i>Cvičení 2</i> | – Určení měrné tepelné kapacity pevné látky a měření teploty užitím směšovacího kalorimetru | 4 |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Cvičení 3</i> – Ověření Hookeova zákona .....                              | 6  |
| <i>Cvičení 4</i> – Určení povrchového napětí kapaliny z kapilární elevace ... | 8  |
| <i>Cvičení 5</i> – Určení povrchového napětí kapaliny kapkovou metodou ..     | 10 |
| <i>Cvičení 6</i> – Určení měrného skupenského tepla tání .....                | 12 |
| <i>Cvičení 7</i> – Určení měrného skupenského tepla varu .....                | 14 |

## **Testové úlohy**

### **Významné osobnosti historie molekulové fyziky a termiky**

|    |                         |     |                          |
|----|-------------------------|-----|--------------------------|
| H1 | Aristoteles ze Stageiry | H10 | G. D. Fahrenheit         |
| H2 | A. Avogadro             | H11 | J. L. Gay-Lussac         |
| H3 | D. Bernoulli            | H12 | R. Hooke                 |
| H4 | R. Boyle                | H13 | J. A. C. Charles         |
| H5 | A. Celsius              | H14 | J. P. Joule              |
| H6 | B. E. Clapeyron         | H15 | W. Thomson (lord Kelvin) |
| H7 | R. J. E. Clausius       | H16 | J. D. van der Waals      |
| H8 | J. Dalton               | H17 | J. Watt                  |
| H9 | Demokritos z Abdér      |     |                          |

### **Slovníček fyzikálních pojmů z molekulové fyziky a termiky**

#### **Videoexperimenty**

|     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| V1  | Brownův pohyb                         |
| V2  | Model tepelného a Brownova pohybu     |
| V3  | Tepelná vodivost plastu a kovu        |
| V4  | Boyleův-Mariotteův zákon              |
| V5  | Závislost tlaku na teplotě            |
| V6  | Hookeův zákon                         |
| V7  | Povrchové napětí                      |
| V8  | Závislost teploty varu vody na tlaku  |
| V9  | Změna teploty kapaliny při vypařování |
| V10 | Soutěž teploměrů                      |
| V11 | Kritický stav látky                   |

### **Odkazy na webové stránky s tematikou molekulové fyziky a termiky**