

# Obsah

|                                                                                          |           |                                                                                           |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.1 Úvod do fyziky.....</b>                                                           | <b>7</b>  |                                                                                           |           |
| Vymezení předmětu fyziky                                                                 | 7         | Skládání dvou rovnoběžných sil stejného směru působících v různých bodech na pevné těleso | 25        |
| Fyzikální jevy a objekty, stav fyzikálního objektu                                       | 7         | Skládání dvou rovnoběžných sil opačného směru působících v různých bodech na pevné těleso | 25        |
| Fyzikální parametry a veličiny                                                           | 8         | Rozklad síly                                                                              | 25        |
| Fyzikální zákony a teorie                                                                | 8         | Rozklad síly na dvě různoběžné složky                                                     | 25        |
| Členění fyziky podle metod zkoumání a aplikací                                           | 8         | Rozklad síly na dvě rovnoběžné složky                                                     | 25        |
| Základní fyzikální metody                                                                | 8         | Třetí síla; Vlivný odpor                                                                  | 26        |
| <b>1.2 Fyzikální veličiny a měření .....</b>                                             | <b>9</b>  | Dostředivá síla                                                                           | 27        |
| Fyzikální veličiny                                                                       | 9         | Tíhová síla a tíha                                                                        | 27        |
| Zákonné jednotky                                                                         | 9         | Tíha tělesa v neinerciálních vztažných soustavách                                         | 27        |
| Základní jednotky SI                                                                     | 10        | Těžiště                                                                                   | 27        |
| Doplňkové jednotky                                                                       | 10        | První Newtonův pohybový zákon – zákon setrvačnosti (1. NPZ)                               | 28        |
| Odvozené jednotky SI                                                                     | 10        | Galileiho princip relativity                                                              | 28        |
| Vedlejší jednotky                                                                        | 10        | Formulace zákona setrvačnosti v moderní fyzice                                            | 28        |
| Násobné a dílčí jednotky                                                                 | 11        | Druhý Newtonův pohybový zákon – zákon síly (2. NPZ)                                       | 29        |
| Měření fyzikálních veličin                                                               | 11        | Třetí Newtonův pohybový zákon – zákon akce a reakce                                       | 29        |
| Chyby měření                                                                             | 11        | Impuls a hybnost                                                                          | 30        |
| Zpracování výsledků měření; Chyby měřicích přístrojů                                     | 12        | Zákon setrvačnosti vyjádřený pomocí hybnosti                                              | 30        |
| Konstanty                                                                                | 12        | Zákon zachování hybnosti                                                                  | 30        |
| Zkouška správnosti vztahu                                                                | 12        | Inerciální vztažná soustava, setrvačné síly                                               | 31        |
| <b>2.0 Mechanika .....</b>                                                               | <b>13</b> | Inerciální vztažná soustava pohybující se v tíhovém poli svislým směrem                   | 32        |
| Členění mechaniky                                                                        | 13        | Otáčející se vztažná soustava, odstředivá síla                                            | 33        |
| Formy hmoty                                                                              | 13        | Moment hybnosti                                                                           | 33        |
| <b>2.1 Kinematika .....</b>                                                              | <b>14</b> | <b>2.3 Mechanická energie, práce, výkon .....</b>                                         | <b>34</b> |
| Mechanický obraz světa                                                                   | 14        | Mechanická práce                                                                          | 34        |
| Základní pojmy                                                                           | 14        | Mechanická energie                                                                        | 35        |
| Rovnoměrný přímočarý pohyb                                                               | 15        | Kinetická (pohybová) energie                                                              | 35        |
| Rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb                                                     | 15        | Potenciální (polohová) energie                                                            | 35        |
| Rovnoměrně zpomalený přímočarý pohyb                                                     | 17        | Zákon zachování mechanické energie                                                        | 36        |
| Rovnoměrný pohyb po kružnici                                                             | 17        | pro izolovanou soustavu „Země a padající těleso“                                          | 36        |
| Volný pád                                                                                | 19        | pro izolovanou soustavu „Pružina a těleso“                                                | 36        |
| Skládání pohybů a rychlostí                                                              | 19        | pro izolovanou soustavu „Země a kyvadlo“                                                  | 36        |
| Svislý vrh vzhůru                                                                        | 19        | Obecný zákon zachování energie                                                            | 36        |
| Vodorovný vrh; Šikmý vrh vzhůru                                                          | 20        | Výkon, výkon, účinnost                                                                    | 37        |
| <b>2.2 Dynamika .....</b>                                                                | <b>22</b> | <b>2.4 Gravitační pole .....</b>                                                          | <b>38</b> |
| Mechanický obraz světa                                                                   | 22        | Newtonova teorie gravitace                                                                | 38        |
| Síla                                                                                     | 22        | Gravitační pole Země                                                                      | 38        |
| Síly působící na dálku prostřednictvím silových polí                                     | 22        | Gravitační pole Slunce                                                                    | 39        |
| Síly působící při vzájemném dotyku fyzikálních objektů                                   | 23        | Intenzita gravitačního pole                                                               | 39        |
| Skládání sil                                                                             | 23        | Tíhová a gravitační síla na povrchu Země                                                  | 40        |
| Skládání dvou sil se společným působišťem                                                | 23        | Pohyby těles v homogenním tíhovém poli Země                                               | 40        |
| Skládání dvou různoběžných sil se společným působišťem                                   | 24        | Pohyby těles v centrálním gravitačním poli Země                                           | 40        |
| Skládání více sil se společným působišťem                                                | 24        | Rovnoměrný pohyb po kružnici okolo Země                                                   | 40        |
| Skládání dvou rovnoběžných sil působících v různých bodech – obě síly leží v téže přímce | 24        | Pohyb po eliptické a parabolické trajektorii kolem Země                                   | 41        |
| Skládání dvou různoběžných sil působících v různých bodech na pevné těleso               | 24        | Pohyby těles v centrálním grav. poli Slunce, Keplerovy zákony                             | 41        |
|                                                                                          |           | Obecná teorie relativity – Einsteinova teorie gravitace                                   | 43        |

|                                                                  |           |                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.5 Mechanika tuhého tělesa .....</b>                         | <b>44</b> | Entropie                                                   | 69        |
| Tuhé těleso; Moment síly, momentová věta                         | 44        | Tepelné stroje                                             | 70        |
| Dvojice sil; Těžiště                                             | 45        | Tepelné motory                                             | 71        |
| Statika tuhého tělesa                                            | 46        | Ideální plyn                                               | 72        |
| Rovnovážné polohy tělesa; Stabilita                              | 46        | Izotermický děj s ideálním plynem                          | 72        |
| Jednoduché stroje                                                | 47        | Izochorický děj s ideálním plynem                          | 72        |
| Nakloněná rovina; Šroub; Klín; Páka                              | 47        | Izobarický děj s ideálním plynem                           | 73        |
| Kladka; Kolo na hřídeli                                          | 48        | Teplotní roztažnost a rozpínavost plynů                    | 73        |
| Zlaté pravidlo mechaniky                                         | 48        | Adiabatický děj                                            | 74        |
| Dynamika tuhého tělesa                                           | 49        | Avogadrovův zákon, Avogadrova konstanta                    | 74        |
| Kinetická energie otáčivého pohybu tělesa,                       |           | Stavová rovnice ideálního plynu, plynová konstanta         | 74        |
| moment setrvačnosti                                              | 49        | Stavová rovnice reálného plynu                             | 75        |
| Momenty setrvačnosti některých těles                             | 49        | Práce vykonaná plynem                                      | 75        |
| <b>2.6 Mechanika kapalin a plynů .....</b>                       | <b>50</b> | <b>3.3 Molekulová fyzika, kinetická teorie plynů .....</b> | <b>76</b> |
| Tekutiny a jejich vlastnosti                                     | 50        | Kinetická teorie látek                                     | 76        |
| Společné vlastnosti tekutin; Rozdílné vlastnosti kapalin a plynů | 50        | Vzájemné působení molekul, atomů, iontů                    | 76        |
| Ideální kapalina a plyn                                          | 50        | Struktura plynů, pevných látek a kapalin                   | 77        |
| Tlak v tekutině                                                  | 50        | Relativní molekulová a atomová hmotnost                    | 78        |
| Tlak vyvolaný vnější silou, Pascalův zákon                       | 51        | Látkové množství; Molární hmotnost; Molární objem          | 78        |
| Tlak vyvolaný tíhovou silou                                      | 52        | Kinetická teorie plynů                                     | 79        |
| Kapaliny; Plyny                                                  | 52        | Základní rovnice kinetické teorie plynů                    | 79        |
| Vztlaková síla; Archimédův zákon                                 | 53        | Celková kinetická energie neuspořádaného tepelného         |           |
| Chování těles v kapalinách                                       | 53        | pohybu molekul ideálního plynu                             | 80        |
| Proudění kapalin a plynů, rovnice kontinuity                     | 54        | Molární tepelná kapacita ideálního plynu při stálém objemu | 80        |
| Ustálené proudění ideální kapaliny                               | 54        | Vnitřní energie ideálního plynu                            | 81        |
| Bernoulliho rovnice                                              | 55        | Molární tepelná kapacita ideálního plynu při konst. tlaku  | 81        |
| Torricelliho vzorec pro výtokovou rychlost                       | 55        | Maxwellovo rozdělení rychlostí molekul                     | 81        |
| Proudění plynů                                                   | 55        |                                                            |           |
| Obrátání těles                                                   | 56        | <b>3.4 Struktura a vlastnosti plynů,</b>                   |           |
| Křídlo obtékané vzduchem                                         | 56        | <b>kapalin a pevných látek .....</b>                       | <b>82</b> |
| <b>2.7 Mechanika pružných těles .....</b>                        | <b>57</b> | Plyny                                                      | 82        |
| Deformace pevného tělesa                                         | 57        | Kapaliny                                                   | 84        |
| Hookův zákon                                                     | 58        | Povrchové jevy; Povrchové napětí a povrchová energie       | 84        |
| Objemová deformace                                               | 58        | Kapilární jevy; Kapilární tlak                             | 85        |
| <b>3.0 Termika, termodynamika, molekulová fyzika ...</b>         | <b>59</b> | Teplotní roztažnost pevných látek a kapalin                | 86        |
| <b>3.1 Termika .....</b>                                         | <b>60</b> | Krystalové mřížky pevných látek                            | 86        |
| Teplota                                                          | 60        | Poruchy krystalové mřížky                                  | 87        |
| Teplotní roztažnost pevných látek a kapalin                      | 61        | Deformace pevného tělesa                                   | 87        |
| Teplo                                                            | 62        | <b>3.5 Změny skupenství látek .....</b>                    | <b>88</b> |
| Tepelná kapacita                                                 | 62        | Tání, tuhnutí                                              | 88        |
| Skupenské teplo                                                  | 63        | Sublimace, desublimace; Vypařování, kapalnění              | 89        |
| Kalorimetrická rovnice                                           | 63        | Var; Pára                                                  | 90        |
| Přenos tepla                                                     | 64        | Fázový diagram                                             | 90        |
| Vedení tepla; Tepelné záření; Proudění tepla                     | 64        | Vlhkost vzduchu, rosný bod                                 | 91        |
| <b>3.2 Termodynamika .....</b>                                   | <b>65</b> | <b>4.1 Mechanické kmitání .....</b>                        | <b>92</b> |
| Vnitřní energie soustavy a její změny                            | 65        | Harmonické kmitání, rovnice harmonického pohybu            | 93        |
| První termodynamický zákon                                       | 66        | Skládání kmitových pohybů                                  | 94        |
| Teplo; Práce                                                     | 66        | Dynamika harmonického pohybu                               | 94        |
| Termodynamické děje                                              | 67        | Kyvadlo                                                    | 95        |
| Druhý termodynamický zákon; Třetí termodynamický zákon           | 68        | Přeměny energie v mechanickém oscilátoru                   | 96        |
|                                                                  |           | Nucené kmitání, rezonance                                  | 96        |

|                                                                                       |            |                                                                                                    |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.2 Mechanické vlnění .....</b>                                                    | <b>97</b>  | Magnetické pole přímého vodiče                                                                     | 124        |
| Definice a druhy vlnění                                                               | 97         | Magnetické pole cívky                                                                              | 124        |
| Postupné mechanické vlnění                                                            | 97         | Ravnoběžné vodiče s proudem                                                                        | 125        |
| Rovnice postupné vlny                                                                 | 98         | Hallův jev                                                                                         | 125        |
| Interference vlnění                                                                   | 98         | Magnetické vlastnosti látek, feromagnetismus                                                       | 127        |
| Stojaté vlnění                                                                        | 99         | Elektromagnetická indukce                                                                          | 128        |
| Odraz, lom a ohyb vlnění v izotropním prostředí                                       | 100        | Faradayův zákon elektromagnetické indukce                                                          | 129        |
|                                                                                       |            | Vznik střídavého proudu                                                                            | 129        |
| <b>4.3 Zvukové vlnění .....</b>                                                       | <b>101</b> | Lenzův zákon                                                                                       | 129        |
| Zvuk, jeho frekvence, zdroje a druhy zvuku                                            | 101        | Vlastní indukce                                                                                    | 130        |
| Vlastnosti zvuku                                                                      | 101        | Projevy indukčnosti cívky, energie magnetického pole cívky                                         | 130        |
| Infrazvuk, ultrazvuk, zázněje (rázy), rezonance                                       | 102        |                                                                                                    |            |
| Rychlost šíření zvuku                                                                 | 102        | <b>5.4 Střídavý proud .....</b>                                                                    | <b>132</b> |
| Odraz zvuku                                                                           | 102        | Střídavý proud a střídavé napětí                                                                   | 132        |
| Dopplerův jev                                                                         | 103        | Obvod střídavého proudu s rezistorem                                                               | 132        |
| Nadzvuková rychlost                                                                   | 103        | Výkon střídavého proudu v obvodu s rezistorem                                                      | 132        |
| Ochrana před hlukem                                                                   | 103        | Obvod střídavého proudu s cívkou                                                                   | 133        |
|                                                                                       |            | Obvod střídavého proudu s kondenzátorem                                                            | 134        |
| <b>5.1 Elektrický náboj a elektrické pole .....</b>                                   | <b>104</b> | Složený obvod střídavého proudu                                                                    | 134        |
| Elektrický náboj a jeho vlastnosti, elektrické síly                                   | 104        | Rezonance v sériovém obvodu RLC                                                                    | 135        |
| Coulombův zákon                                                                       | 105        | Výkon střídavého proudu                                                                            | 135        |
| Elektrické pole, intenzita elektrického pole                                          | 105        | Přehled obvodů střídavého proudu                                                                   | 136        |
| Potenciální energie elektrického pole, elektrický potenciál, elektrické napětí, práce | 106        | Generátor střídavého proudu                                                                        | 137        |
| Vodič v elektrickém poli                                                              | 108        | Trojfázová soustava střídavého napětí                                                              | 137        |
| Izolant v elektrickém poli                                                            | 109        | Trojfázový asynchronní elektromotor                                                                | 138        |
| Elektrická kapacita vodiče                                                            | 109        | Transformátor                                                                                      | 138        |
| Kondenzátor                                                                           | 110        |                                                                                                    |            |
| Spojování kondenzátorů                                                                | 110        | <b>5.5 Elektromagnetické kmitání, elektromagnetické pole a vlnění .....</b>                        | <b>139</b> |
| <b>5.2 Elektrický proud v látkách .....</b>                                           | <b>111</b> | Elektromagnetické kmitání                                                                          | 139        |
| Elektrický proud, zdroj a elektrické napětí                                           | 111        | Elektromagnetický oscilátor                                                                        | 139        |
| Ohmův zákon, elektrický odpor vodiče                                                  | 112        | Analogie mezi elektromagnetickým a mechanickým oscilátorem, energie elektromagnetického oscilátoru | 140        |
| Závislost odporu na vlastnostech vodiče a jeho teplotě                                | 112        | Perioda a frekvence kmitů LC oscilátoru                                                            | 140        |
| Spojování rezistorů                                                                   | 112        | Nucené kmitání                                                                                     | 140        |
| Ohmův zákon pro jednoduchý obvod                                                      | 113        | Vazba a rezonance elektromagnetických oscilátorů                                                   | 141        |
| Spojování zdrojů elektrického napětí                                                  | 114        | Elektromagnetické pole, elektromagnetické vlnění                                                   | 142        |
| Supravodivost                                                                         | 114        | Další charakteristické vlastnosti elektromag. vlnění                                               | 143        |
| Regulace proudu a napětí proměnným odporem                                            | 114        | Experimentální důkaz existence elektromagnetického pole                                            | 143        |
| Kirchhoffovy zákony                                                                   | 114        | Přenos signálů elektromagnetickými vlnami                                                          | 144        |
| Práce a výkon elektrického proudu                                                     | 115        | Radiokomunikace                                                                                    | 145        |
| Elektrický proud v polovodičích                                                       | 118        |                                                                                                    |            |
| Vlastní polovodiče, vlastní vodivost                                                  | 118        | <b>5.6 Elektromagnetické záření .....</b>                                                          | <b>146</b> |
| Příměsové polovodiče, příměsová vodivost                                              | 118        | Rádiové záření                                                                                     | 146        |
| Polovodičová dioda                                                                    | 119        | Optické záření                                                                                     | 147        |
| Elektrický proud v kapalinách                                                         | 120        | Rentgenové záření; Záření gama ( $\gamma$ -záření)                                                 | 148        |
| Elektrolýza, Faradayovy zákony pro elektrolýzu                                        | 120        | Přenos energie elektromagnetickým vlněním                                                          | 148        |
| Galvanické články, akumulátor                                                         | 120        | Fotometrie                                                                                         | 149        |
| Elektrický proud v plynech                                                            | 121        | Elektromagnetické záření látek                                                                     | 150        |
|                                                                                       |            | Záření černého tělesa                                                                              | 151        |
| <b>5.3 Magnetické pole .....</b>                                                      | <b>122</b> |                                                                                                    |            |
| Magnet, magnetické pole a indukční čáry                                               | 122        | <b>6.0 Optika .....</b>                                                                            | <b>152</b> |
| Magnetická síla, magnetická indukce                                                   | 122        | <b>6.1 Vlnové vlastnosti světla .....</b>                                                          | <b>152</b> |
| Pohyb částice s nábojem v magnetickém poli                                            | 123        | Odraz a lom světla                                                                                 | 153        |

|                                                         |     |                                                             |     |
|---------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------|-----|
| Disperze                                                | 155 | Stavba elektronového obalu                                  | 190 |
| Interference                                            | 156 | Laser                                                       | 191 |
| Interference na dvojštěrbině                            | 156 | <b>8.3 Jaderná fyzika ..... 192</b>                         |     |
| Změna fáze při odrazu                                   | 156 | Složení jádra; Vlastnosti atomových jader                   | 192 |
| Interference na tenké vrstvě                            | 156 | Jaderné reakce                                              | 193 |
| Difrakce                                                | 158 | Radioaktivita                                               | 194 |
| Ohyb světla na štěrbině                                 | 158 | Jaderná fyzika v praxi                                      | 195 |
| Ohyb na dvou štěrbinách                                 | 158 | Jaderná elektrárna; Další využití jaderné fyziky            | 196 |
| Difrakční (optická) mřížka                              | 158 | Ochrana před účinky radioaktivního záření                   | 197 |
| Polarizace                                              | 159 | Detekce radioaktivního záření                               | 197 |
| <b>6.2 Zobrazování optickými soustavami ..... 160</b>   |     | <b>8.4 Fyzika elementárních částic ..... 198</b>            |     |
| Optické zobrazení, optická soustava                     | 160 | Historie objevů elementárních částic                        | 198 |
| Zobrazení rovinným zrcadlem; Zobrazení kulovým zrcadlem | 161 | Urychlovače mikročástic                                     | 199 |
| Zobrazení tenkou čočkou                                 | 163 | Fyzikální charakteristiky a vlastnosti elementárních částic | 200 |
| Oko                                                     | 167 | Základní fyzikální interakce                                | 201 |
| Lupa; Mikroskop                                         | 168 | Kritéria třídění částic                                     | 202 |
| Dalekohled                                              | 169 | Fyzikální zákony mikrosvěta                                 | 202 |
| <b>7.0 Speciální teorie relativity ..... 170</b>        |     | Systém elementárních částic                                 | 204 |
| Proč vznikla speciální teorie relativity?               | 170 | Kvarkový model; Stavba hmoty                                | 205 |
| Principy speciální teorie relativity (STR)              | 171 | <b>9.1 Země a její okolí ..... 206</b>                      |     |
| Relativnost současnosti                                 | 171 | Základní informace o Zemi; Zemské nitro a kůra              | 206 |
| Dilatace času; Kontrakce délký                          | 172 | Okolí Země; Měsíc                                           | 208 |
| Relativistické skládání rychlostí                       | 173 | Atmosféra Země                                              | 209 |
| Relativistická hmotnost; Relativistická hybnost         | 174 | <b>9.2 Sluneční soustava ..... 210</b>                      |     |
| Vztah mezi energií a hmotností                          | 174 | Slunce                                                      | 210 |
| <b>8.0 Fyzika mikrosvěta ..... 176</b>                  |     | Planety                                                     | 211 |
| Členění fyzikálních objektů podle velikosti             | 176 | Planety zemského typu                                       | 211 |
| Hranice klasické fyziky                                 | 176 | Obtí planety                                                | 212 |
| <b>8.1 Základní poznatky kvantové fyziky ..... 177</b>  |     | Měření vzdálenosti planet                                   | 212 |
| Kvantová hypotéza                                       | 177 | Planety, komety, TNO, meteoroidy                            | 213 |
| Fotoelektrický jev (fotoefekt)                          | 177 | Vznik a vývoj sluneční soustavy                             | 213 |
| Selhání klasické fyziky při vysvětlení fotoefektu       | 177 | <b>9.3 Hvězdy, galaxie, vesmír ..... 214</b>                |     |
| Vysvětlení fotoefektu pomocí kvantové hypotézy          | 178 | Charakteristiky hvězd                                       | 214 |
| Comptonův jev                                           | 178 | Vznik, vývoj a zánik hvězd                                  | 215 |
| Fotony                                                  | 179 | Vznik hvězd a jejich vývoj na hlavní posloupnosti           | 215 |
| Vlnově-korpuskulární povaha světla (fotonů)             | 179 | Vývoj hvězd po opuštění hlavní posloupnosti                 | 215 |
| Vlnové vlastnosti částic                                | 180 | Měření vzdálenosti hvězd                                    | 217 |
| Potvrzení existence de Broglieových vln                 | 180 | Galaxie a hvězdokupy                                        | 217 |
| Kvantová mechanika                                      | 181 | Vesmír                                                      | 218 |
| <b>8.2 Atomová fyzika ..... 182</b>                     |     | Vesmír se rozpíná                                           | 218 |
| Stavba atomu, modely atomu                              | 182 | Stáří vesmíru                                               | 219 |
| Rutherfordův model atomu                                | 183 | Big Bang - velký třesk a vývoj vesmíru                      | 218 |
| Nedostatky Rutherfordova modelu atomu                   | 184 | <b>Rejstřík ..... 220</b>                                   |     |
| Bohrův model atomu                                      | 184 |                                                             |     |
| Bohrův model atomu - přednosti a nedostatky             | 187 |                                                             |     |
| Kvantově-mechanický model atomu vodíku                  | 187 |                                                             |     |
| Kvantová čísla, vlnové funkce stacionárních stavů       | 188 |                                                             |     |
| Kvantová čísla                                          | 189 |                                                             |     |
| Pauliho vylučovací princip                              | 190 |                                                             |     |