

## O B S A H

|   |    |
|---|----|
| 1. NEWTONOVA MECHANIKA . . . . .                                  | 1  |
| 1.1 Co je teoretická fyzika . . . . .                             | 1  |
| 1.2 Historické postavení Newtonovy mechaniky . . . . .            | 5  |
| 1.3 Newtonovy zákony . . . . .                                    | 8  |
| 1.4 Newtonova mechanika soustavy volných hmotných bodů . . . . .  | 13 |
| U 1.1 Padající zdviž . . . . .                                    | 17 |
| U 1.2 Síly závislé na rychlosti . . . . .                         | 17 |
| Příklady . . . . .  | 19 |
| Kontrolní otázky . . . . .  | 20 |
| 2. LAGRANGEŮV FORMALISMUS . . . . .                               | 21 |
| 2.1 Lagrangeovy rovnice v kartézských souřadnicích . . . . .      | 21 |
| 2.2 Vazby . . . . .   | 22 |
| 2.3 Lagrangeovy rovnice v obecných souřadnicích . . . . .         | 25 |
| 2.4 Disipativní síly . . . . .                                    | 29 |
| 2.5 Obecná hybnost a obecná energie . . . . .                     | 30 |
| 2.6 Zákony zachování . . . . .                                    | 33 |
| 2.7 Lagrangeova funkce v neinerciální soustavě souřadné . . . . . | 36 |
| U 2.1 Elektrokinetický potenciál . . . . .                        | 39 |
| U 2.2 Křivočaré souřadnice . . . . .                              | 40 |
| U 2.3 Neholonomní vazby . . . . .                                 | 42 |
| U 2.4 Dvojitě kyvadlo . . . . .                                   | 44 |
| U 2.5 Vyloučení vazbové síly . . . . .                            | 44 |
| U 2.6 Infinitesimální rotace . . . . .                            | 46 |
| U 2.7 Galileiho transformace a integrály pohybu . . . . .         | 46 |
| Příklady . . . . .  | 47 |
| Kontrolní otázky . . . . .  | 51 |
| 3. ZÁKLADNÍ ÚLOHY MECHANIKY . . . . .                             | 52 |
| 3.1 Jednorozměrný pohyb . . . . .                                 | 52 |
| 3.2 Úloha dvou těles . . . . .                                    | 54 |
| 3.3 Keplerova úloha . . . . .                                     | 58 |
| 3.4 Srážky a rozptyl částic . . . . .                             | 64 |
| 3.5 Malé kmity . . . . .  | 73 |
| 3.6 Tuhé těleso . . . . .   | 80 |
| U 3.1 Rovnoměrný přímočarý pohyb . . . . .                        | 93 |
| U 3.2 Volný pád . . . . .   | 93 |
| U 3.3 Harmonický oscilátor . . . . .                              | 94 |
| U 3.4 Matematické kyvadlo . . . . .                               | 95 |
| U 3.5 Cykloidální kyvadlo . . . . .                               | 96 |
| U 3.6 Kosmické rychlosti . . . . .                                | 97 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| U 3.7  | Izotropní prostorový oscilátor                                 | 98  |
| U 3.8  | Zákon pohybu na parabolické dráze                              | 99  |
| U 3.9  | Účinnost předání energie při srážce                            | 99  |
| U 3.10 | Rozpad částic  | 99  |
| U 3.11 | Účinný průřez pádu na centrum                                  | 101 |
| U 3.12 | Momenty setrvačnosti symetrických těles                        | 102 |
| U 3.13 | Moment setrvačnosti lineární molekuly                          | 103 |
| U 3.14 | Fyzické kyvadlo  | 104 |
| U 3.15 | Úloha o těžkém symetrickém setrvačnicku /Lagrangeova/          | 105 |
| U 3.16 | K redukci problému dvou těles                                  | 107 |
|        | Příklady   | 108 |
|        | Kontrolní otázky   | 115 |
| 4.     | ZÁKLADNÍ PRINCIPY MECHANIKY                                    | 118 |
| 4.1    | Základní druhy fyzikálních principů                            | 118 |
| 4.2    | Diferenciální principy mechaniky                               | 119 |
| 4.3    | Integrální principy mechaniky                                  | 127 |
| U 4.1  | Princip virtuálních posunutí a jednoduché stroje               | 133 |
| U 4.2  | Vazbové síly a zákon zachování energie                         | 134 |
| U 4.3  | Foucaultovo kyvadlo  | 135 |
| U 4.4  | Šikmý vrh ve vakuu   | 137 |
| U 4.5  | Hamiltonův princip a teorém Noetherové                         | 138 |
|        | Příklady   | 139 |
|        | Kontrolní otázky   | 142 |
| 5.     | HAMILTONŮV FORMALISMUS   | 144 |
| 5.1    | Hamiltonovy kanonické rovnice                                  | 144 |
| 5.2    | Poissonovy závorky a zákony zachování                          | 147 |
| 5.3    | Kanonické transformace   | 149 |
| 5.4    | Invarianty kanonických transformací                            | 151 |
| 5.5    | Duální povaha pozorovatelných veličin v Hamiltonově formalismu | 155 |
| 5.6    | Hamiltonova-Jacobiho rovnice                                   | 158 |
| U 5.1  | Hamiltonova funkce   | 162 |
| U 5.2  | Routhova metoda vyloučení cyklických souřadnic                 | 162 |
| U 5.3  | Jacobiho identita a Poissonova věta                            | 163 |
| U 5.4  | Vytvořující funkce kanonických transformací                    | 164 |
| U 5.5  | Grupa kanonických transformací                                 | 166 |
| U 5.6  | Poincaréova věta o návratu                                     | 166 |
| U 5.7  | Elektronová optika   | 167 |
| U 5.8  | Řešení Hamiltonovy-Jacobiho rovnice pro bezsilový hmotný bod   | 168 |
| U 5.9  | Nezávislé integrály pohybu                                     | 169 |
| U 5.10 | Anizotropní harmonický oscilátor                               | 170 |
| U 5.11 | Integrabilní soustavy  | 172 |
|        | Příklady   | 175 |
|        | Kontrolní otázky   | 182 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.    | MECHANIKA KONTINUA   | 184 |
| 6.1   | Lagrangeovy rovnice kontinua   | 184 |
| 6.2   | Tenzor deformace   | 190 |
| 6.3   | Tenzor napětí  | 199 |
| 6.4   | Obecný Hookeův zákon a energie deformace                                   | 207 |
| 6.5   | Statika kontinua   | 215 |
| 6.6   | Dynamika kontinua  | 220 |
| U 6.1 | Torze kruhového válce /niti/   | 226 |
| U 6.2 | Barometrický vzorec  | 228 |
| U 6.3 | Kapalina v rotující nádobě   | 229 |
| U 6.4 | Zákon Poiseuilleův   | 230 |
|       | Příklady   | 231 |
|       | Kontrolní otázky   | 233 |
| 7.    | SPECIÁLNÍ TEORIE RELATIVITY  | 235 |
| 7.1   | Lorentzovy transformace  | 235 |
| 7.2   | Relativistická mechanika   | 242 |
| 7.3   | Lagrangeův a Hamiltonův formalismus v relativistické mechanice             | 252 |
| 7.4   | Tenzor energie a hybnosti  | 257 |
| U 7.1 | Relativistický rovnoměrně zrychlený pohyb                                  | 261 |
| U 7.2 | Transformace složek momentu hybnosti                                       | 262 |
| U 7.3 | Pohyb nabité relativistické částice v elektrickém poli                     | 263 |
| U 7.4 | Pohyb nabité relativistické částice v magnetickém poli                     | 264 |
| U 7.5 | Hamiltonova funkce nabité relativistické částice v elektromagnetickém poli | 265 |
| U 7.6 | Nulové čtyřdivergence a zákony zachování                                   | 266 |
| U 7.7 | Teorém E. Noetherové v teorii pole   | 267 |
|       | Příklady   | 270 |
|       | Kontrolní otázky   | 275 |
| 8.    | ELEKTROMAGNETICKÉ POLE   | 277 |
| 8.1   | Maxwellovy rovnice   | 277 |
| 8.2   | Elektromagnetické potenciály   | 280 |
| 8.3   | Zákony zachování v elektrodynamice   | 283 |
| 8.4   | Rovnice elektrodynamiky v Minkowského prostoročase                         | 288 |
| 8.5   | Akce pro soustavu nabitých částic a elektromagnetického pole               | 291 |
| U 8.1 | Fyzikální význam Maxwellových rovnic                                       | 295 |
| U 8.2 | Popis bodového náboje pomocí Diracovy $\delta$ -funkce                     | 296 |
| U 8.3 | Coulombovská kalibrace   | 300 |
| U 8.4 | Lorentzovy transformace potenciálů a polí                                  | 301 |
| U 8.5 | Invarianty elektromagnetického pole  | 302 |
| U 8.6 | Kanonické formy elektromagnetických polí                                   | 303 |
| U 8.7 | Diagonalizace tenzoru energie a hybnosti                                   | 305 |
|       | Příklady   | 305 |
|       | Kontrolní otázky   | 314 |

|                         |  |     |
|-------------------------|--|-----|
| 9.                      | ELEKTROMAGNETICKÉ VLNY . . . . .                               | 316 |
| 9.1                     | Rovinné elektromagnetické vlny . . . . .                       | 316 |
| 9.2                     | Monochromatické rovinné vlny . . . . .                         | 320 |
| 9.3                     | Řešení nehomogenních vlnových rovnic . . . . .                 | 323 |
| 9.4                     | Dipólové záření . . . . .                                      | 327 |
| 9.5                     | Pole libovolně se pohybujícího náboje . . . . .                | 332 |
| U 9.1                   | Podmínky na rozhraní nevodivých prostředí . . . . .            | 340 |
| U 9.2                   | Monochromatická rovinná vlna na rozhraní . . . . .             | 342 |
| U 9.3                   | Tlak záření . . . . .  | 346 |
| U 9.4                   | Elektromagnetické vlny ve vodiči . . . . .                     | 348 |
| U 9.5                   | Krátký dipól . . . . .   | 351 |
| U 9.6                   | Multipólové záření . . . . .                                   | 353 |
| U 9.7                   | Radiační útlum a přirozená šířka spektrální čáry . . . . .     | 357 |
|                         | Příklady . . . . .   | 360 |
|                         | Kontrolní otázky . . . . .                                     | 372 |
| 10.                     | IDEA POLE V SOUČASNÉ FYZICE . . . . .                          | 375 |
| 10.1                    | Svět interakcí elementárních částic . . . . .                  | 375 |
| 10.2                    | Gravitační pole . . . . .                                      | 377 |
| 10.3                    | Program sjednocení elementárních interakcí . . . . .           | 382 |
| <br>MATEMATICKÉ DODATKY |  |     |
| D 1.                    | ZÁKLADNÍ POJMY TEORIE GRUP . . . . .                           | 387 |
| U D 1.1                 | Časová změna vektoru v rotující soustavě . . . . .             | 394 |
| U D 1.2                 | Skládání rotací . . . . .                                      | 396 |
| U D 1.3                 | Rotace pomocí osy a úhlu . . . . .                             | 397 |
| D 2.                    | ZÁKLADY VARIACNÍHO POČTU . . . . .                             | 399 |
| U D 2.1                 | Nejjednodušší případy integrability Eulerovy rovnice . . . . . | 402 |
| U D 2.2                 | Úloha v brachistochroně . . . . .                              | 403 |
| U D 2.3                 | Poincaréův model Lobačevského geometrie . . . . .              | 404 |
| D 3.                    | ZÁKLADY TENZOROVÉHO POČTU . . . . .                            | 406 |
|                         | Použitá a doporučená literatura . . . . .                      | 417 |
|                         | Otázky ke zkoušce z Teoretické fyziky /nekvantové/ . . . . .   | 419 |
|                         | Obecně . . . . .   | 421 |