

# Svazek 1 **Obsah**

## **1** Měření 1

*Jak se může stát země tekutou a pohltit budovy?*

- 1-1** O co jde a jak na to 2
- 1-2** Měření 2
- 1-3** Mezinárodní soustava jednotek 2
- 1-4** Převody jednotek 3
- 1-5** Délka 4
- 1-6** Čas 6
- 1-7** Hmotnost 7

Přehled & shrnutí 8

Úlohy 8

## **2** Přímočarý pohyb 12

*Jak může datel přežít prudké nárazy svého zobáku do stromu?*

- 2-1** O co jde a jak na to 13
- 2-2** Pohyb 13
- 2-3** Poloha a posunutí 14
- 2-4** Průměrná rychlost a průměrná velikost rychlosti 14
- 2-5** Okamžitá rychlost 17
- 2-6** Zrychlení 19
- 2-7** Rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb 22
- 2-8** Rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb: jiný přístup 25
- 2-9** Zrychlení volného pádu 26
- 2-10** Grafické integrování při analýze pohybu 29

Přehled & shrnutí 30

Otázky 31 / Úlohy 32

## **3** Vektory 40

*Jak může mravenec najít cestu domů bez jakýchkoli orientačních bodů?*

- 3-1** O co jde a jak na to 41
- 3-2** Vektory a skaláry 41
- 3-3** Sčítání vektorů: grafická metoda 41
- 3-4** Složky vektorů 43
- 3-5** Jednotkové vektory 47
- 3-6** Sčítání vektorů: algebraická metoda 47
- 3-7** Vektory a fyzikální zákony 50
- 3-8** Násobení vektorů 50

Přehled & shrnutí 54

Otázky 54 / Úlohy 55

## **4** Dvojměrný a trojměrný pohyb 60

*Jak může středopolař vědět, kam má běžet, aby chytil vysoký basebalový míček?*

- 4-1** O co jde a jak na to 61
- 4-2** Poloha a posunutí 61
- 4-3** Průměrná a okamžitá rychlost 63
- 4-4** Průměrné a okamžité zrychlení 65
- 4-5** Šikmý vrh 67
- 4-6** Šikmý vrh: matematický popis 68
- 4-7** Rovnoměrný pohyb po kružnici 73
- 4-8** Vzájemný pohyb po přímce 75
- 4-9** Vzájemný pohyb v rovině 77

Přehled & shrnutí 78

Otázky 79 / Úlohy 80

## **5** Síla a pohyb I 90

*Co vyvolává strach při jízdě v posledním vozíku horské dráhy?*

- 5-1** O co jde a jak na to 91
- 5-2** Newtonovská mechanika 91
- 5-3** První Newtonův zákon 91
- 5-4** Síla 92
- 5-5** Hmotnost 93
- 5-6** Druhý Newtonův zákon 94
- 5-7** Některé typy sil 98
- 5-8** Třetí Newtonův zákon 103
- 5-9** Užití Newtonových zákonů 104

Přehled & shrnutí 109

Otázky 110 / Úlohy 112

## **6** Síla a pohyb II 120

*Jak přemísťovali starověcí Egypťané obrovské bloky, když stavěli Velkou pyramidu?*

- 6-1** O co jde a jak na to 121
- 6-2** Tření 121
- 6-3** Vlastnosti sil tření 122
- 6-4** Odporová síla a mezní rychlost 125
- 6-5** Rovnoměrný pohyb po kružnici 128

Přehled & shrnutí 133

Otázky 134 / Úlohy 134

**7 Práce a kinetická energie 144**

*Která z vlastností speciálního automobilu rozhoduje o vítězství v závodu?*

- 7-1 O co jde a jak na to 145
- 7-2 Co je to energie? 145
- 7-3 Kinetická energie 145
- 7-4 Práce 146
- 7-5 Práce a kinetická energie 147
- 7-6 Práce gravitační síly 150
- 7-7 Práce pružné síly 154
- 7-8 Práce proměnné síly 157
- 7-9 Výkon 160
- Přehled & shrnutí 162
- Otázky 163 / Úlohy 164

**8 Potenciální energie a zákon zachování energie 171**

*Proč velké laviny doběhnou v údolí mnohem dále než malé laviny?*

- 8-1 O co jde a jak na to 172
- 8-2 Práce a potenciální energie 172
- 8-3 Nezávislost práce konzervativních sil na trajektorii 173
- 8-4 Určení hodnot potenciální energie 176
- 8-5 Zákon zachování mechanické energie 179
- 8-6 Interpretace křivky potenciální energie 182
- 8-7 Práce vnějších a nekonzervativních sil 185
- 8-8 Princip zachování energie 190
- Přehled & shrnutí 195
- Otázky 196 / Úlohy 198

**9 Soustavy částic 210**

*Jak mohou berani v soubojích přežít prudké čelní srážky?*

- 9-1 O co jde a jak na to 211
- 9-2 Střed hmotnosti 211
- 9-3 První impulzová věta 215
- 9-4 Hybnost 218
- 9-5 Hybnost soustavy částic 219
- 9-6 Srážky a impulz síly 220
- 9-7 Zákon zachování hybnosti 223
- 9-8 Hybnost a kinetická energie při srážkách 226
- 9-9 Nepružné přímé srážky 227
- 9-10 Pružné přímé srážky 230
- 9-11 Šikmé srážky 233
- 9-12 Soustavy s proměnnou hmotností: raketa 234
- Přehled & shrnutí 236
- Otázky 238 / Úlohy 239

**10 Rotace 251**

*Jak může malá kreveta klapnout svým louskacím klepetem tak silně, že zvukem omráčí kořist?*

- 10-1 O co jde a jak na to 252
- 10-2 Veličiny charakterizující otáčivý pohyb 252
- 10-3 Jsou úhlové veličiny vektorové? 256
- 10-4 Rovnoměrně zrychlený otáčivý pohyb 257
- 10-5 Souvislost mezi obvodovými a úhlovými veličinami 259
- 10-6 Kinetická energie tělesa při otáčivém pohybu 262
- 10-7 Výpočet momentu setrvačnosti 263
- 10-8 Moment síly vzhledem k ose otáčení 267
- 10-9 Druhá impulzová věta (pro rotaci kolem pevné osy) 268
- 10-10 Práce a kinetická energie při otáčivém pohybu 272
- Přehled & shrnutí 276
- Otázky 278 / Úlohy 279

**11 Valení, moment síly a moment hybnosti 289**

*Čím nás fascinuje náhlý začátek rotace tanečnicka ve vzduchu nad zemí při skoku „tour jeté“?*

- 11-1 O co jde a jak na to 290
- 11-2 Valení jako kombinace posuvného a otáčivého pohybu 290
- 11-3 Kinetická energie při otáčivém pohybu 291
- 11-4 Síly působící při otáčivém pohybu 292
- 11-5 Jojo 296
- 11-6 Ještě jednou moment síly 297
- 11-7 Moment hybnosti 298
- 11-8 Věta o momentu hybnosti částice 300
- 11-9 Moment hybnosti soustavy částic a druhá impulzová věta 302
- 11-10 Moment hybnosti tuhého tělesa vzhledem k pevné ose 303
- 11-11 Zákon zachování momentu hybnosti 306
- 11-12 Precese setrvačníku 310
- Přehled & shrnutí 312
- Otázky 313 / Úlohy 314

**12 Rovnováha a pružnost 323**

*Proč je i malé naklonění šikmé věže v Pise nebezpečné?*

- 12-1 O co jde a jak na to 324
- 12-2 Rovnováha 324
- 12-3 Podmínky rovnováhy 325
- 12-4 Těžiště 327
- 12-5 Příklady statické rovnováhy 328
- 12-6 Neúplně určené soustavy 333
- 12-7 Pružnost 334
- Přehled & shrnutí 337
- Otázky 338 / Úlohy 339

**13 Gravitace 349***Co za monstrum je ukryto ve středu naší Galaxie?*

- 13-1** O co jde a jak na to 350
  - 13-2** Newtonův gravitační zákon 350
  - 13-3** Gravitace a princip superpozice 352
  - 13-4** Gravitace v blízkosti povrchu Země 354
  - 13-5** Gravitace uvnitř Země 356
  - 13-6** Gravitační potenciální energie 357
  - 13-7** Planety a družice: Keplerovy zákony 361
  - 13-8** Družice: oběžné dráhy a energie 364
  - 13-9** Einstein a gravitace 365
- Přehled & shrnutí 367  
Otázky 368 / Úlohy 369

**14 Tekutiny 377***Co hrozí nezkušenému potápěči?*

- 14-1** O co jde a jak na to 378
  - 14-2** Co je tekutina? 378
  - 14-3** Hustota a tlak 378
  - 14-4** Tekutiny v klidu 380
  - 14-5** Měření tlaku 382
  - 14-6** Pascalův zákon 384
  - 14-7** Archimédův zákon 385
  - 14-8** Pohyb ideální tekutiny 387
  - 14-9** Rovnice kontinuity 388
  - 14-10** Bernoulliova rovnice 390
- Přehled & shrnutí 394  
Otázky 395 / Úlohy 396

**15 Kmity 403***Jak můžeme zastavit přirozené, ale nepříjemné kývání vysoké budovy ve větru?*

- 15-1** O co jde a jak na to 404
  - 15-2** Harmonický pohyb 404
  - 15-3** Síla při harmonickém pohybu 407
  - 15-4** Energie harmonického oscilátoru 409
  - 15-5** Torzní kmity 411
  - 15-6** Kyvadla 412
  - 15-7** Harmonický pohyb a rovnoměrný pohyb po kružnici 416
  - 15-8** Tlumené kmity 417
  - 15-9** Nucené kmity a rezonance 419
- Přehled & shrnutí 420  
Otázky 421 / Úlohy 422

**16 Vlny – I 431***Co způsobuje někdy nebezpečné kmity lávek a podlah v tančárnách?*

- 16-1** O co jde a jak na to 432
- 16-2** Druhy vln 432
- 16-3** Vlny příčné a podélné 432

- 16-4** Postupné vlny 434
  - 16-5** Rychlost postupné vlny 437
  - 16-6** Rychlost vlny na struně 439
  - 16-7** Energie a výkon postupné vlny na struně 442
  - 16-8** Vlnová rovnice 443
  - 16-9** Princip superpozice 445
  - 16-10** Interference vln 446
  - 16-11** Fázory 449
  - 16-12** Stojaté vlny 451
  - 16-13** Stojaté vlny a rezonance. Vlastní kmity struny 453
- Přehled & shrnutí 455  
Otázky 456 / Úlohy 457

**17 Vlny – II 464***Čím je způsobena cvrlikající ozvěna od schodů starodávné mayské pyramidy?*

- 17-1** O co jde a jak na to 465
  - 17-2** Zvukové vlny 465
  - 17-3** Rychlost zvuku 465
  - 17-4** Šíření zvukových vln 468
  - 17-5** Interference 470
  - 17-6** Intenzita zvuku a její hladina 472
  - 17-7** Zdroje hudebního zvuku 475
  - 17-8** Zázněje 477
  - 17-9** Dopplerův jev 479
  - 17-10** Nadzvukové rychlosti; rázové vlny 482
- Přehled & shrnutí 483  
Otázky 484 / Úlohy 485

**18 Teplota, teplo a první zákon termodynamiky 493***Jak může brouk zjistit vzdálený lesní požár, aniž ho vidí nebo cítí?*

- 18-1** O co jde a jak na to 494
  - 18-2** Teplota 494
  - 18-3** Nultý zákon termodynamiky 494
  - 18-4** Měření teploty 495
  - 18-5** Celsiova a Fahrenheitova stupnice 497
  - 18-6** Teplotní roztažnost 498
  - 18-7** Teplota a teplo 500
  - 18-8** Zahřívání pevných látek a kapalin 501
  - 18-9** Podrobnější pohled na teplo a práci 505
  - 18-10** První zákon termodynamiky 507
  - 18-11** Zvláštní případy prvního zákona termodynamiky 507
  - 18-12** Mechanismy přenosu tepla 509
- Přehled & shrnutí 513  
Otázky 514 / Úlohy 515

**19 Kinetická teorie plynů 523**

*Co způsobuje mlhu, která se objeví, když otevřeme sodovku nebo jiný sycený nápoj?*

- 19-1** O co jde a jak na to 524
  - 19-2** Avogadrova konstanta 524
  - 19-3** Ideální plyny 525
  - 19-4** Tlak, teplota a střední kvadratická rychlost 528
  - 19-5** Kinetická energie posuvného pohybu 530
  - 19-6** Střední volná dráha 531
  - 19-7** Rozdělení rychlostí molekul 532
  - 19-8** Molární tepelné kapacity ideálního plynu 536
  - 19-9** Stupně volnosti a molární tepelné kapacity 539
  - 19-10** Trocha kvantové teorie 541
  - 19-11** Adiabatické rozpínání ideálního plynu 542
- Přehled & shrnutí 545  
Otázky 546 / Úlohy 546

**20 Entropie a druhý zákon termodynamiky 552**

*Co spojuje napnutou gumovou pásku a směr času?*

- 20-1** O co jde a jak na to 553
- 20-2** Vratné a nevratné děje 553

- 20-3** Změna entropie 553
  - 20-4** Druhý zákon termodynamiky 557
  - 20-5** Entropie kolem nás: motory 559
  - 20-6** Entropie kolem nás: chladničky 563
  - 20-7** Účinnost reálných motorů 564
  - 20-8** Statistický pohled na entropii 565
  - 20-9** Třetí zákon termodynamiky 569
- Přehled & shrnutí 570  
Otázky 571 / Úlohy 572

**I Dodatky**

- A** Mezinárodní soustava jednotek (SI) D1
- B** Některé základní fyzikální konstanty D3
- C** Některá astronomická data D4
- D** Převodní koeficienty mezi jednotkami D5
- E** Matematické vzorce D9
- F** Vlastnosti prvků D12
- G** Periodická soustava prvků D15
- H** Nositelé Nobelových cen za fyziku D16

Výsledky V1

Rejstřík R1