OBSAH

1 Úvod 11

2 Fyzika a veľký svet človeka 13

3 Skaláry, vektory a tenzory 18

3.1 Prvé stretnutie s vektormi 19
3.2 Základy vektorovej algebry 22
3.2.1 Základné poznatky 22
3.2.2 Operácie s vektormi 22

4 Derivácia a integrál 39

4.1 Derivácia 40
4.1.1 Fyzika a svet nekonečne malých veličín 41
4.1.2 Rýchlosť ako derivácia 41
4.1.3 Odsek pre tých, čo tomu neveria 43
4.1.4 Derivácia najjednoduchších funkcií 44
4.1.5 Pravidlá na derivovanie ďalších funkcií 46
4.1.6 Druhá a vyššie derivácie 47
4.1.7 Parciálna derivácia 47
4.2 Integrál 49
4.2.1 Integrál vo fyzike 49
4.2.2 Určitý a neurčitý integrál 51
4.2.3 Vzťah medzi neurčitým a určitým integrálom 53
4.3 Diferenciálne operácie s vektormi 54

5 Mechanika hmotného bodu 56

5.1 Kinematika hmotného bodu 56
5.1.1 Polohový vektor 57
5.1.2 Vektor rýchlosti 59
5.1.2.1 Vlastnosti vektora rýchlosti 59
5.1.3 Rovnomerný priamočiary pohyb 61
5.1.4 Vektor zrýchlenia 63
5.1.4.1 Vlastnosti vektora zrýchlenia 63

5.1.5 Rovnomerne zrýchlený pohyb 66
5.1.6 Pohyb hmotného bodu po kružnici 70
Rovnomerný pohyb hmotného bodu po kružnici 70
5.2 Dynamika hmotného bodu 77
5.2.1 Základné zákony dynamiky 78
5.2.2 Tiaž telesa 79
5.2.3 Pohyb vyvolaný stálou silou 79
5.2.4 Pohyb vyvolaný pružnými silami 80
5.2.5 Pohyb vplyvom brzdných síl 81
5.2.6 Jednoduché experimenty 83
5.2.7 Skladanie a rozklad síl 87
5.2.7.1 Odkiaľ mal Newton istotu? 92
5.2.7.2 Dostredivá a odstredivá sila 93
5.2.7.3 Ešte raz o zrýchlení voľného pádu 94
5.2.7.4 Pokus s vedierkom a guľôčkou 94
5.2.7.5 Experiment s guľôčkou na niti 95
5.2.8 Hybnosť a impulz sily 95
5.2.8.1 Súvislosť medzi hybnosťou a impulzom sily 96
5.2.9 Práca 98
5.2.9.1 Vozík s fyzikálnym poslaním 101
5.2.10 Výkon 102
5.2.11 Energia 102
5.2.11.1 Kinetická energia hmotného bodu 103
5.2.11.2 Potenciálna energia hmotného bodu 104

6 Mechanika sústavy hmotných bodov a telesa 115

6.1 Kinematika sústavy hmotných bodov a telesa 115
6.1.1 Tuhé teleso 116
6.1.1.1 Postupný pohyb telesa 117
6.1.1.2 Rotačný pohyb telesa 118
6.1.1.3 Vektor uhla, vektor uhlovej rýchlosti a vektor uhlového zrýchlenia 118
6.1.1.4 Kinematický opis rotačného pohybu telesa 119
6.1.1.5 Rovnomerný otáčavý pohyb telesa 121
6.1.1.6 Pohyb s konštantným uhlovým zrýchlením 121
6.1.1.7 Rýchlosť jednotlivých bodov rotujúceho telesa 126
6.1.1.8 Stupeň voľnosti 130
6.2 Dynamika sústavy hmotných bodov 141
6.2.1 Vystačí dynamika sústavy s Newtonovými zákonmi? 141
6.2.2 Najjednoduchšia sústava 142
6.2.3 Prvá impulzová veta 144
6.2.4 Moment sily 147
6.2.4.1 Moment sily vzhľadom na bod 147
6.2.4.2 Moment sily vzhľadom na os 150
6.2.5 Moment hybnosti 153
6.2.5.1 Moment hybnosti hmotného bodu 155
6.2.5.2 Moment hybnosti sústavy hmotných bodov 155
6.2.6 Druhá impulzová veta 159
6.3 Dynamika tuhého telesa 161

6.3.1 Rovnováha telesa 162
6.3.2 Ťažisko, čiže hmotný stred 167
6.3.2.1 Moment tiažových síl 167
6.3.2.2 Ťažisko telesa 170
6.3.3 Rotačný pohyb telesa okolo pevnej osi 186
6.3.3.1 Kinetická energia rotujúceho telesa 186
6.3.3.2 Moment zotrvačnosti 188
6.3.3.3 Pohybová rovnica rotačného pohybu 191
6.3.4 Zákon zachovania hybnosti 196
6.3.5 Zákon zachovania momentu hybnosti 203
6.3.5.1 Moment hybnosti telesa 204
6.3.6 Dynamika rovinného pohybu 211
6.3.7 Zotrvačník 217

7 Kmity 222
7.1 Kmity pružnej sústavy 224
7.1.1 Dynamika kmitavého pohybu 224
7.1.2 Rýchlosť a zrýchlenie pri harmonickom kmitavom pohybe 232
7.2 Fyzikálne kyvadlo 239
7.3 Matematické kyvadlo 246
7.3.1 Meranie zrýchlenia voľného pádu 247
7.4 Tlmené kmity 249
7.4.1 Meranie útlmu a logaritmického dekrementu kyvadla 251
7.5 Skladanie kmitavých pohybov 255
7.6 Rozklad rovnomerného pohybu po kružnici na dva kmitavé pohyby 260
7.7 Vynútené kmity 267
7.8 Torzné kyvadlo 276

8 Človek a gravitácia 281

8.1 Newtonov gravitačný zákon 281
8.2 Tajomstvo Zeme — hmotnosť Zeme 283
8.3 Zem a Slnko — trpaslík a obor 285
8.4 Družica chce rýchlosť 285
8.5 Stacionárna družica 286
8.6 Zo Zeme do nekonečna 287
8.6.1 Výstrel do nekonečna 288
8.7 Voľný pád pod nami 289
8.7.1 Tlak v strede Zeme 291
8.8 Na skok k protinožcom 294
8.9 Práca na rozobratie zemegule 295
8.10 Veličiny opisujúce gravitačné pole 296
8.10.1 Intenzita gravitačného poľa 296
8.10.2 Potenciál gravitačného poľa 297
8.10.3 Dve mapy gravitačného poľa 298
8.10.4 Vzťah medzi intenzitou a potenciálom 300
8.11 Potenciál v okolí Zeme 303

9 Pružnosť a pevnosť 307

9.1 Pružné a nepružné deformácie . . . 308
9.2 Dominuje pevnosť . . . 309
9.3 Deformácia v ťahu . . . 310
9.3.1 Hookov zákon pre ťah . . . 311
9.4 Deformácia v tlaku, Hookov zákon pre tlak . . . 312
9.5 Deformácia v šmyku . . . 314
9.5.1 Hookov zákon pre šmyk . . . 315
9.6 Ohyb laty . . . 317
9.6.1 Lata s votknutým koncom . . . 318
9.6.1.1 Za všetko je zodpovedné vlákno . . . 320
9.6.1.2 Stretnutie s polomerom krivosti . . . 321
9.6.1.3 Rovnováha momentov . . . 322
9.6.2 Prehnutie laty podopretej vo dvoch bodoch . . . 323
9.7 Meranie modulu pružnosti v ťahu . . . 324
9.7.1 Meranie modulu pružnosti v ťahu jednoduchými prostriedkami . . . 325
9.8 Ohyb tyče ľubovoľného prierezu . . . 327
9.8.1 Ohyb tyče pod vplyvom vlastnej tiaže . . . 329
9.9 Boli Eiffelove výpočty chybné? . . . 331
9.10 Problém trubice . . . 332
9.11 Krútenie čiže torzia . . . 334
9.12 Meranie modulu pružnosti v šmyku . . . 338
9.12.1 Dynamická metóda . . . 338
9.13 Deformácia vyvolaná všestranným tlakom . . . 342
9.14 Fyzika vysokých tlakov a jej využitie . . . 343
9.14.1 Nový vedný odbor . . . 343
9.14.2 Prečo je záujem o vysoké tlaky . . . 343
9.14.3 Vysokotlakové aparatúry . . . 344
9.14.4 Z grafitu diamant . . . 346
9.14.5 Užitočné výbuchy . . . 346
9.14.6 Hydroextruzia . . . 346
9.14.7 Tlaky v našej planéte . . . 347
9.14.8 Kovový vodík . . . 347
9.15 Zaujímavosti o kovoch . . . 348
9.15.1 Kovy — naši verní pomocníci . . . 348
9.15.2 Fyzika kovov . . . 348
9.15.3 Dislokácie . . . 350
9.15.4 Kovy, ktoré majú pamäť . . . 352
9.15.5 Kovové sklá . . . 352
9.15.6 Supravodivosť . . . 353
9.15.7 Ochrana kovov proti korózii . . . 354
9.15.8 Kovy a životné prostredie . . . 356

10 Tenzory a ich použitie vo fyzike . . . 357

10.1 Zakladajúci člen rodiny tenzorov . . . 357
10.2 Sú tenzory naozaj potrebné? . . . 358
10.3 Prvé stretnutie s tenzorom vo fyzike . . . 358
10.4 Napätie môže byť tiež tenzorom . . . 360
10.5 Tenzor v elektrine . . . 362