Obsah

1 ÚVOD (J. Brož) 15

1.1 Fyzikální veličiny a jednotky 15
1.1.1 Základní pojmy 15
1.1.2 Starší soustavy jednotek 17
1.1.2.1 Absolutní soustava CGS 18
1.1.2.2 Soustava technická 19
1.1.2.3 Soustava praktických a mezinárodních jednotek 19
1.1.2.4 Soustava MKS a soustava MKSA 20
1.1.3 Mezinárodní soustava jednotek SI 21
1.1.3.1 Základní a doplňkové jednotky SI 21
1.1.3.2 Odvozené jednotky SI 22
1.1.3.3 Násobné a dílčí jednotky SI 25
1.1.3.4 Mimosoustavové jednotky 26
1.2 Měření fyzikálních veličin 27
1.2.1 Fyzikální zákon 27
1.2.2 Příprava měření 28
1.2.3 Měření objektivní a subjektivní 29
1.2.4 Metody měření 29
1.3 Chyby měření 32
1.3.1 Druhy chyb 32
1.3.2 Normální zákon rozdělení 35
1.3.3 Nejpravděpodobnější hodnota měřené veličiny. Hodnocení přesnosti měření 37
1.3.4 Zpracování výsledků přímých měření 42
1.3.5 Chyby nepřímých měření 45
1.4 Metody zpracování výsledků měření 51
1.4.1 Početní metody zpracování výsledků měření 51
1.4.1.1 Metoda postupná 52
1.4.1.2 Metoda skupinová 56
1.4.1.3 Metody početní interpolace 60
1.4.1.4 Výpočty při zpracování výsledků měření 62
1.4.2 Grafické metody zpracování výsledků měření 64
1.4.3 Vyrovnání jednoduchých závislostí 69
1.4.3.1 Metoda grafická a metoda skupinová 69
1.4.3.2 Metoda nejmenších čtverců 72

2 MECHANIKA (A. Havránek) 76

2.1 Základní měření 76
2.1.1 Měření prostoru 76
2.1.1.1 Měření délek 76
2.1.1.2 Měření úhlů 79
2.1.1.3 Měření ploch 80
2.1.1.4 Měření objemu 80
2.1.2 Měření času 81
2.1.2.1 Časové stupnice 81
2.1.2.2 Hodiny 83
2.1.2.3 Měření časových intervalů 83
2.1.3 Měření hmotnosti — vážení 84
2.1.3.1 Druhy vah 84
2.1.3.2 Základní pojmy teorie vah 89
2.1.3.3 Stanovení citlivosti vah 91
2.1.3.4 Vážení na brzděných analytických vahách 93
2.1.3.5 Vážení na nebrzděných vahách 93
2.1.3.6 Oprava na nerovnoramennost vah 95
2.1.3.7 Oprava vážení na vztlak 95
2.1.3.8 Kontrola závaží 96
2.1.4 Měření hustoty látek 98
2.1.4.1 Měření hustoty látek pevných 99
2.1.4.2 Měření hustoty kapalin 101
2.1.4.3 Měření hustoty plynů a par 103
2.1.5 Rychlost 104
2.1.6 Zrychlení 106
2.1.6.1 Dynamické měření zrychlení 106
2.1.6.2 Určení tíhového zrychlení z volného pádu 107
2.1.6.3 Měření tíhového zrychlení z doby kyvu kyvadla 107
2.2 Otáčení tuhého tělesa 109
2.2.1 Stanovení momentu setrvačnosti vůči dané ose 110
2.2.2 Momenty setrvačnosti kolem různých os procházejících týmž tělesem 112
2.2.3 Otáčení tuhého tělesa kolem pevné osy 115
2.2.4 Precesní pohyb setrvačníku 119
2.3 Mechanické vlastnosti pevných látek 120
2.3.1 Pružnost 120
2.3.1.1 Měření modulu pružnosti v tahu (Youngova modulu) 124
2.3.1.2 Měření modulu pružnosti ve smyku 126
2.3.2 Neelastické chování 127
2.3.2.1 Deformace tahem až po přetržení vzorku 127
2.3.2.2 Tvrdost 130
2.3.3 Tření 132
2.3.3.1 Měření smykového tření 132
2.3.3.2 Měření valivého tření 133
2.4 Mechanika kapalin a plynů 134
2.4.1 Tlak 134
2.4.1.1 Kapalinové tlakoměry 134
2.4.1.2 Deformační tlakoměry 137
2.4.1.3 Měření nízkých tlaků; vakuometry 138

2.4.2 Proudění kapalin a plynů 141
2.4.2.1 Měření rychlosti proudění kapalin a plynů 142
2.4.2.2 Venturiova trubice 143
2.4.3 Měření viskozity 144
2.4.3.1 Kapilární (výtokové) viskozimetry 145
2.4.3.2 Tělískové viskozimetry 148
2.4.3.3 Rotační a torzní viskozimetry 149
2.4.4 Povrchové napětí 150
2.4.4.1 Odtrhávací metoda 150
2.4.4.2 Metoda kapilárního vzestupu 152
2.4.4.3 Metoda kapková 153
2.4.4.4 Metoda bublin 153
2.4.5 Laminární a turbulentní proudění 155
2.5 Kmity 157
2.5.1 Harmonické kmity 157
2.5.2 Kmity struny 159
2.5.3 Vázané kmity 162
2.6 Akustika 166
2.6.1 Intenzita zvuku 167
2.6.1.1 Měření intenzity zvuku Rayleighovou destičkou 167
2.6.1.2 Měření intenzity zvuku mikrofonem 169
2.6.2 Měření frekvence zvukové vlny 170
2.6.3 Rychlost šíření zvuku 171
2.6.3.1 Kundtova trubice 173
2.6.3.2 Rezonátor 175
2.6.3.3 Interferometr 177

3 TERMIKA A MOLEKULOVÁ FYZIKA (J. Brož, V. Müller) 180

3.1 Teplota 180
3.1.1 Teplotní stupnice 180
3.1.2 Mezinárodní praktická teplotní stupnice 182
3.1.3 Základní druhy teploměrů a jejich použití 185
3.1.3.1 Kapalinové teploměry 185
3.1.3.2 Plynové teploměry 189
3.1.3.3 Kovové teploměry 190
3.1.3.4 Elektrické odporové teploměry 190
3.1.3.5 Termočlánky 193
3.1.3.6 Pyrometry 196
3.1.4 Měření teplotní roztažnosti látek 198
3.1.4.1 Roztažnost látek pevných 199
3.1.4.2 Roztažnost kapalin 201
3.1.4.3 Rozpínavost a objemová roztažnost plynů 203
3.2 Teplo 204
3.2.1 Měrná tepelná kapacita látek pevných a kapalných 204
3.2.1.1 Tepelná kapacita a měrná tepelná kapacita 204
3.2.1.2 Princip kalorimetrické metody 205
3.2.1.3 Směšovací kalorimetr 208
3.2.1.4 Elektrický kalorimetr 209
3.2.1.5 Některé další druhy kalorimetrů 210
3.2.1.6 Newtonova metoda chladnutí 211

3.2.2 Měrná tepelná kapacita plynů 212
3.2.2.1 Molární tepelné kapacity ideálního plynu 213
3.2.2.2 Měrné tepelné kapacity při stálém tlaku 214
3.2.2.3 Měrná tepelná kapacita při stálém objemu 215
3.2.2.4 Poissonova konstanta 216
3.2.3 Tepelná vodivost pevných látek 217
3.2.3.1 Vedení tepla tyčí s tepelně izolovaným pláštěm 218
3.2.3.2 Vedení tepla tyčí obklopenou prostředím stálé teploty 219
3.2.3.3 Vedení tepla u špatně vodivých látek 222
3.3 Fázové přechody 224
3.3.1 Stanovení teplot fázových přeměn 224
3.3.1.1 Fázový diagram. Teplo fázové přeměny 225
3.3.1.2 Bod tání 226
3.3.1.3 Bod varu 229
3.3.2 Měření skupenských tepel 230
3.3.2.1 Skupenské teplo tání (tuhnutí) 230
3.3.2.2 Skupenské teplo výparné 231
3.3.2.3 Skupenské teplo sublimační 235
3.3.3 Vlhkost vzduchu 235
3.3.3.1 Metoda vážení 237
3.3.3.2 Metoda rosného bodu 238
3.3.3.3 Metoda psychrometrická 239
3.3.3.4 Určení hustoty vlhkého vzduchu 241
3.3.4 Roztoky 241
3.3.4.1 Měření osmotického tlaku 243
3.3.4.2 Osmotický tlak elektricky vodivých roztoků 245
3.3.4.3 Určení stupně disociace molekul ebulioskopickou metodou 246
3.4 Tepelný pohyb molekul 247
3.4.1 Fluktuační jevy 248
3.4.1.1 Fluktuace a jejich vliv na citlivost měřicích přístrojů 248
3.4.1.2 Studium Brownova pohybu 249
3.4.1.3 Metody stanovení Boltzmannovy konstanty 251
3.4.2 Zákony rozdělení 252
3.4.2.1 Ověření rozdělovacího zákona Gaussova 254
3.4.2.2 Ověření rozdělovacího zákona Maxwellova 256
3.4.2.3 Určení střední rychlosti a rozdělení rychlostí molekul plynů a par 257
3.4.2.4 Určení Avogadrovy konstanty z Boltzmannova rozdělení částic 259
3.4.3 Jevy přenosu v plynech 260
3.4.3.1 Difúze plynů 260
3.4.3.2 Vnitřní tření v plynech 262
3.4.3.3 Měření vnitřního tření v plynech 262
3.4.3.4 Vedení tepla v plynech 263
3.4.3.5 Měření tepelné vodivosti plynů 264
3.4.3.6 Závislost tepelné vodivosti plynu na tlaku 266
3.4.3.7 Užití vztahů mezi součiniteli přenosu 267
4 ELEKTŘINA (R. Bakule) 270

4.1 Měřicí přístroje 270
4.1.1 Úvod 270

4.1.2 Analogové přístroje 277
4.1.2.1 Přístroje s otočnou cívkou 277
4.1.2.2 Přístroje s otočným magnetem 281
4.1.2.3 Přístroje elektromagnetické 281
4.1.2.4 Přístroje elektrodynamické 282
4.1.2.5 Přístroje elektrostatické 283
4.1.2.6 Přístroje s elektronickými obvody 288
4.1.3 Digitální přístroje 291
4.1.3.1 Přednosti digitální měřicí techniky 291
4.1.3.2 Princip činnosti čítače 291
4.1.3.3 Analogově-digitální převody 293
4.1.4 Pomocné přístroje a zařízení pro elektrická měření 297
4.1.4.1 Posuvné válcové rezistory 297
4.1.4.2 Přesné rezistory 298
4.1.4.3 Přesné kondenzátory 299
4.1.4.4 Přesné indukčnosti 300
4.1.4.5 Etalony vzájemné indukčnosti 301
4.1.4.6 Etalony napětí 302
4.1.5 Cejchování měřicích přístrojů 303
4.1.5.1 Cejchování ampérmetru ampérmetrem 304
4.1.5.2 Cejchování voltmetru voltmetrem 304
4.1.5.3 Cejchování ampérmetru voltmetrem 304
4.1.5.4 Cejchování voltmetru ampérmetrem 305
4.1.5.5 Kalibrace měřicích přístrojů kompenzátorem 305
4.1.5.6 Kontrola ampérmetru coulombmetrem 305
4.1.6 Měření základních parametrů galvanometru 306
4.1.6.1 Citlivost galvanometru 307
4.1.6.2 Proudová a napěťová konstanta 307
4.1.6.3 Cejchování galvanometru 307
4.1.6.4 Balistická konstanta 308
4.1.6.5 Aperiodizační odpor 308
4.1.6.6 Doba kyvu a tlumení systému 308
4.1.7 Měření vnitřního odporu přístrojů 309
4.2 Elektrostatické pole 310
4.2.1 Úvod 310
4.2.2 Určení kapacitních a influenčních koeficientů 311
4.2.3 Měření elektrického potenciálu 313
4.2.3.1 Měření potenciálu vodičů 313
4.2.3.2 Měření rozložení potenciálu 314
4.2.4 Měření náboje 317
4.2.5 Měření statické permitivity 317
4.3 Obvody stejnosměrného proudu 318
4.3.1 Ustálený a neustálený stav v obvodu stejnosměrného proudu 319
4.3.2 Měření napětí 321
4.3.2.1 Měření napětí voltmetry 321
4.3.2.2 Měření napětí kompenzátory 322
4.3.3 Měření proudu 327
4.3.4 Měření výkonu 328
4.3.5 Měření odporu 329
4.3.5.1 Metoda přímá 329
4.3.5.2 Metoda srovnávací 330

4.3.5.3 Metoda substituční 332
4.3.5.4 Metoda můstková 332
4.3.5.5 Měření malých odporů 335
4.3.5.6 Měření velkých odporů 336
4.3.5.7 Měření vnitřního odporu zdroje 337
4.3.6 Měření měrného odporu 338
4.3.7 Měření kapacity balistickým galvanometrem 340
4.3.8 Měření vzájemné indukčnosti balistickým galvanometrem 342
4.4 Obvody střídavého proudu 344
4.4.1 Měření proudu a napětí 344
4.4.1.1 Efektivní a střední hodnoty 344
4.4.1.2 Měření střídavých napětí 345
4.4.1.3 Měření střídavých proudů 346
4.4.1.4 Sledování okamžitých hodnot 347
4.4.2 Výkon střídavého proudu a účiník 348
4.4.2.1 Měření činného výkonu 349
4.4.2.2 Měření jalového výkonu 350
4.4.2.3 Měření účiníku a fázového posunu 350
4.4.3 Kmitočet střídavého proudu 351
4.4.3.1 Měření kmitočtu jazýčkovými kmitoměry 351
4.4.3.2 Porovnávání kmitočtů na osciloskopu 352
4.4.3.3 Rezonanční absorpční vlnoměry 353
4.4.3.4 Heterodynní vlnoměry 353
4.4.3.5 Měření kmitočtu čitačem 355
4.4.4 Rezonanční obvody 356
4.4.4.1 Úvod 356
4.4.4.2 Měření rezonanční křivky 359
4.4.4.3 Měření rezonanční frekvence 361
4.4.4.4 Měření činitele jakosti obvodu 361
4.4.5 Můstkové obvody 362
4.4.6 Měření kapacity a ztrátového úhlu kondenzátoru 365
4.4.6.1 Úvod 365
4.4.6.2 Metoda přímá 366
4.4.6.3 Můstkové metody 367
4.4.6.4 Metody rezonanční 369
4.4.7 Měření indukčnosti a činitele jakosti cívky 371
4.4.7.1 Úvod 371
4.4.7.2 Metoda přímá 371
4.4.7.3 Můstkové metody 372
4.4.7.4 Metody rezonanční 374
4.4.8 Vzájemná indukčnost 374
4.4.8.1 Metoda přímá 374
4.4.8.2 Určení vzájemné indukčnosti měřením indukčnosti 375
4.5 Nelineární prvky elektrických obvodů 376
4.5.1 Idealizace prvků elektrických obvodů 376
4.5.1.1 Odporový dvojpól 376
4.5.1.2 Řízený odporový dvojpól 377
4.5.1.3 Odporový čtyřpól 378
4.5.2 Vlastnosti dvojpólových prvků 380
4.5.2.1 Vakuové diody 380
4.5.2.2 Polovodičové usměrňovací diody 382

4.5.2.3 Zenerova dioda 385
4.5.2.4 Doutnavka 387
4.5.2.5 Měření voltampérových charakteristik dvojpólových prvků 388
4.5.3 Vlastnosti řízených dvojpólových prvků 391
4.5.3.1 Fotoelektrické odpory 391
4.5.3.2 Fotoelektrické diody 391
4.5.3.3 Vakuové a plynové fotonky 391
4.5.3.4 Měření charakteristik fotocitlivých prvků 392
4.5.3.5 Termistory 394
4.5.4 Čtyřpólové polovodičové prvky 395
4.5.4.1 Tranzistory 395
4.5.4.2 Tyristory 399
4.5.4.3 Měření charakteristik odporových čtyřpólů 401
4.5.5 Vakuové elektronky 405
4.5.5.1 Mřížkové vakuové elektronky 405
4.5.5.2 Měření statických charakteristik elektronek 407
4.5.5.3 Určení dynamické charakteristiky 410
4.5.5.4 Obrazová elektronka 412
4.5.5.5 Měření vychylovací citlivosti 413
4.5.5.6 Kontrola žhavicího proudu a napětí 413

5 MAGNETISMUS (J. Brož) 416

5.1 Úvodní část 416
5.1.1 Veličiny a jejich vzájemné vztahy v oboru magnetických měření 416
5.1.2 Úkoly magnetických měření 420
5.1.3 Tvar vzorků 421
5.1.3.1 Demagnetizační činitel elipsoidů 422
5.1.3.2 Uzavřené vzorky 424
5.1.4 Chyby při magnetických měřeních 425
5.1.5 Odmagnetování vzorků 427
5.1.6 Zdroje magnetického pole 429
5.1.6.1 Cívky 429
5.1.6.2 Elektromagnety 433
5.2 Magnetické pole ve vzduchu 434
5.2.1 Měření horizontální složky zemského magnetického pole 434
5.2.1.1 Tangentová busola 434
5.2.1.2 Metoda Gaussova 435
5.2.1.3 Metoda kyvů 437
5.2.2 Metody indukční 439
5.2.2.1 Princip měření balistickým galvanometrem 439
5.2.2.2 Uspořádání a způsob měření 442
5.2.2.3 Metoda rotující cívky 444
5.2.3 Jiné metody 445
5.2.3.1 Metoda Hallovy sondy 445
5.3 Měřicí metody feromagnetických látek 446
5.3.1 Magnetizační křivka 446
5.3.1.1 Křivka prvotní magnetizace 447
5.3.1.2 Křivka susceptibility 448
5.3.1.3 Magnetická hystereze 448
5.3.2 Metoda magnetometrická 450

5.3.2.1 Princip metody 450
5.3.2.2 Měřicí zařízení 452
5.3.2.3 Postup měření 454
5.3.3 Metoda balistická 455
5.3.3.1 Metoda prstence 456
5.3.3.2 Metoda otevřených vzorků 456
5.3.3.3 Způsoby měření magnetizační křivky balistickou metodou 460
5.3.3.4 Rozbor jednotlivých způsobů balistického měření 465
5.3.4 Metody zobrazení hysterezní smyčky 466
5.3.4.1 Oscilografická metoda 467
5.3.4.2 Kalibrace os B a H 469

6 OPTIKA (B. Sedlák, J. Fähnrich) 472

6.1 Pomocná zařízení pro optická měření 472
6.1.1 Základní součásti 472
6.1.1.1 Optická lavice a její příslušenství 472
6.1.1.2 Clony 472
6.1.2 Zdroje světla a jejich úprava 473
6.1.2.1 Druhy světelných zdrojů 473
6.1.2.2 Kondenzor 481
6.1.2.3 Kolimátor 482
6.1.2.4 Metody získávání monochromatického světla 482
6.2 Fotometrie 483
6.2.1 Základní fotometrické veličiny a jednotky 483
6.2.1.1 Světelný tok 483
6.2.1.2 Jas 484
6.2.1.3 Světlení 485
6.2.1.4 Osvětlení 485
6.2.1.5 Svítivost 485
6.2.2 Fotometrické metody a přístroje 486
6.2.2.1 Princip fotometrických měření 486
6.2.2.2 Typy fotometrů 489
6.2.2.3 Měření fotometrických veličin 494
6.3 Parametry optických zobrazovacích soustav 496
6.3.1 Úvod 496
6.3.2 Měření parametrů jednotlivých zobrazovacích soustav 504
6.3.2.1 Měření ohniskových vzdáleností tenkých čoček 505
6.3.2.2 Měření ohniskových vzdáleností a hlavních bodů tlustých čoček 507
6.3.2.3 Měření kulové a chromatické vady 510
6.3.3 Měření parametrů zobrazovacích přístrojů 511
6.3.3.1 Lupa 511
6.3.3.2 Mikroskop 516
6.3.3.3 Dalekohled 525
6.4 Měření vlnových délek světla. Spektroskopie 528
6.4.1 Měření vlnových délek monochromatického světla 529
6.4.1.1 Absolutní měření Michelsonovým interferometrem 529
6.4.1.2 Měření pomocí Newtonových kroužků 530
6.4.2 Základní vlastnosti disperzních soustav spektrálních přístrojů 531
6.4.2.1 Hranol 532

6.4.2.2 Optická mřížka 535
6.4.2.3 Interferometry 539
6.4.3 Konstrukce spektrálních přístrojů 544
6.4.3.1 Hranolový spektrometr 544
6.4.3.2 Mřížkový spektroskop 546
6.4.3.3 Přístroje s vysokou rozlišovací schopností 547
6.5 Měření optických vlastností látek 551
6.5.1 Měření indexu lomu 551
6.5.1.1 Fraunhoferova metoda 554
6.5.1.2 Měření z mezního úhlu (totální refraktometry) 557
6.5.1.3 Měření indexu lomu immerzní metodou 561
6.5.1.4 Interferenční refraktometry 562
6.5.1.5 Užití interference polarizovaného světla ke studiu dvojlomných látek 566
6.5.2 Měření absorpce světla 569
6.5.2.1 Měření absorpce spektrálním fotometrem 569
6.5.2.2 Určení koncentrace roztoků z měření absorbce 570
6.5.3 Měření stáčení polarizační roviny 571
6.5.3.1 Konstrukce polarimetrů 571
6.5.3.2 Typy polarimetrů 574
6.5.3.3 Měření Faradayovy rotace 575

7 JADERNÁ FYZIKA (P. Holan) 577

7.1 Vlastnosti záření 577
7.1.1 Radioaktivita 577
7.1.2 Průchod záření hmotným prostředím 581
7.1.2.1 Těžké nabité částice 581
7.1.2.2 Záření β 583
7.1.2.3 Záření γ 586
7.1.2.4 Neutrony 589
7.1.3 Ochrana před zářením 590
7.2 Zdroje a detektory záření 592
7.2.1 Zdroje záření 592
7.2.2 Plynové detektory 594
7.2.2.1 Ionizační komory 596
7.2.2.2 Proporcionální počítače 598
7.2.2.3 Geigerovy-Müllerovy počítače 598
7.2.3 Scintilační detektory 600
7.2.3.1 Scintilátory 600
7.2.3.2 Fotonásobiče 601
7.2.4 Polovodičové detektory 603
7.2.4.1 Bariérové polovodičové detektory 603
7.2.4.2 Vodivostní polovodičové detektory 605
7.2.5 Detektory zobrazující dráhu částic 606
7.2.5.1 Mlžné komory 606
7.2.5.2 Bublinové komory 607
7.2.5.3 Jiskrové komory 607
7.2.5.4 Jaderné emulze 608
7.2.6 Speciální detektory záření 609
7.3 Metody měření 609

7.3.1 Používané přístroje 609
7.3.1.1 Zdroje vysokého napětí 610
7.3.1.2 Zesilovače 610
7.3.1.3 Analyzátory 610
7.3.1.4 Čítače 611
7.3.1.5 Stopky 611
7.3.1.6 Ostatní přístroje 611
7.3.2 Nejčastější druhy měření 612
7.3.2.1 Detekční uspořádání 612
7.3.2.2 Koincidenční měření 612
7.3.2.3 Spektrometrické měření 614
7.3.3 Vyhodnocování výsledků měření 615
7.3.3.1 Statistický charakter naměřených hodnot 615
7.3.3.2 Geometrické faktory 619
7.3.3.3 Mrtvá doba zařízení a její měření 622
7.3.3.4 Spektrum záření γ měřené scintilačním spektrometrem 623

8 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ KONSTANTY (J. Brož, P. Holan) 626

8.1 Úvodní část 626
8.1.1 Vlastnosti základních konstant 626
8.1.1.1 Skupiny a souvislosti základních konstant 627
8.1.1.2 Otázka přesnosti základních fyzikálních konstant 629
8.1.2 Adjustace základních fyzikálních konstant 632
8.2 Měřicí metody některých základních fyzikálních konstant 633
8.2.1 Avogadrova konstanta 633
8.2.1.1 Stanovení Avogadrovy konstanty metodou radioaktivního rozpadu 633
8.2.1.2 Určení Avogadrovy konstanty metodou rentgenové difrakce 634
8.2.2 Faradayova konstanta 636
8.2.3 Náboj elektronu 637
8.2.3.1 Princip Millikanovy metody měření náboje elektronu 637
8.2.3.2 Uspořádání Millikanova přístroje 640
8.2.4 Měrný náboj elektronu 641
8.2.4.1 Pohyb elektronu v elektrickém a magnetickém poli 641
8.2.4.2 Měření měrného náboje elektronu Thomsonovou metodou 643
8.2.4.3 Metoda fokuzace elektronového svazku podélným magnetickým polem (metoda Buschova) 646
8.2.4.4 Měření měrného náboje elektronu magnetronem 647
8.2.4.5 Určení měrného náboje elektronu z normálního Zeemanova jevu 648
8.2.5 Rydbergova konstanta 650
8.2.5.1 Určení Rydbergovy konstanty 651
8.2.5.2 Spektroskopické určení hmotnosti elektronu 651
8.2.6 Planckova konstanta 652
8.2.6.1 Určení Planckovy konstanty pomocí elektronové difrakce 653
8.2.6.2 Určení Planckovy konstanty z fotoelektrického jevu 653
8.2.6.3 Určení Planckovy konstanty z krátkovlnné hranice rentgenového spektra 655