

# OBSAH

Obsah .....	5
Seznam zkratek .....	13
Seznam symbolů .....	22
Fyzikální konstanty .....	27
<b>Předmluva.....</b>	<b>29</b>
<b>1 Atmosféra .....</b>	<b>31</b>
1.1 Zvrstvení atmosféry .....	31
1.2 Látková struktura atmosféry .....	33
1.3 Faktory ovlivňující kvalitu ovzduší .....	35
1.3.1 Sluneční záření .....	35
1.3.2 Energetická rovnováha Země .....	37
1.3.3 Rotace Země a Coriolisova síla .....	38
1.3.4 Přírodní procesy .....	40
1.3.5 Aktivita lidské společnosti .....	41
<b>Odbočka 1</b> Stabilita atmosféry a její vliv na kvalitu ovzduší .....	46
<b>Odbočka 2</b> Skleníkový efekt .....	51
<b>Odbočka 3</b> Narušení stratosférické ozonové vrstvy .....	57
<b>Odbočka 4</b> Historie ochrany ovzduší .....	61
<b>2 Základy analytických metod .....</b>	<b>69</b>
2.1 Terminologie .....	69
2.2 Gravimetrie .....	76
2.2.1 Konstrukce vah a princip vážení .....	77
2.2.1.1 Váhy s elektromagnetickou kompenzací sil .....	78
2.2.1.2 Váhy tenzometrické .....	78
2.2.1.3 Váhy založené na principu kmitající struny .....	78
2.2.2 Rozdělení vah s neautomatickou činností .....	79
2.2.2.1 Ultramikrováhy ( $d < 1 \mu\text{g}$ ; $n > 1 \cdot 10^6 d$ ) .....	79
2.2.2.2 Mikrováhy ( $d = 1 \mu\text{g}$ ; $n \approx 1 \cdot 10^6 d$ ) .....	79
2.2.2.3 Analytické váhy ( $d = 0,1 \text{ mg}$ ; $n \approx 1 \cdot 10^4 \text{ až } 5 d$ ) .....	79
2.2.2.4 Přesné váhy ( $d = 1 \text{ mg}$ ; $n > 1 \cdot 10^4 d$ ) .....	79
2.2.2.5 Váhy běžné přesnosti ( $d \approx 0,1 \text{ g}$ ; $n \approx 1 \cdot 10^3 \text{ až } 4 d$ ) .....	79
2.2.2.6 Orientační měřidla ( $n < 1 \cdot 10^3 d$ ) .....	79
2.2.3 Rušivé vlivy a faktory mající vliv na vážení .....	79
2.2.3.1 Umístění váhy .....	80
2.2.3.2 Teplota .....	80



2.2.3.3	Vážení těkavých nebo hygroskopických látek .....	80
2.2.3.4	Elektrostatické síly .....	80
2.2.3.5	Magnetické síly .....	81
2.2.3.6	Gravitace .....	81
2.2.3.7	Náklon .....	81
2.2.3.8	Vztlak vzduchu .....	81
2.2.4	Kalibrace vah .....	81
2.2.5	Zdroje nejistoty indikace vah .....	81
2.3	Volumetrie .....	82
2.3.1	Titrační metody .....	83
2.3.2	Odměrné nádoby .....	86
2.3.2.1	Odměrné baňky s jednou ryskou .....	86
2.3.2.2	Odměrné válce .....	87
2.3.2.3	Pipety .....	87
2.3.2.4	Pístová dávkovací zařízení .....	89
2.4	Elektrochemie .....	92
2.4.1	Potenciometrické metody analýzy .....	93
2.4.1.1	Referenční elektrody .....	95
2.4.1.2	Indikační elektrody .....	97
2.4.1.3	Charakteristiky .....	103
2.4.2	Coulometrické metody .....	104
2.4.2.1	Coulometrie za řízeného potenciálu .....	104
2.4.2.2	Coulometrie za řízeného proudu .....	104
2.4.3	Voltametrické metody .....	105
2.5	Chromatografie .....	108
2.5.1	Plynová chromatografie .....	114
2.5.2	Kapalinová chromatografie .....	123
2.5.2.1	Adsorpční kapalinová chromatografie (chromatografie v normálním modu) .....	129
2.5.2.2	Kapalinová chromatografie s obrácenými fázemi (RP-HPLC) .....	130
2.5.2.3	Vylučovací chromatografie .....	130
2.5.2.4	Iontová chromatografie (IC) .....	133
2.5.2.5	Detektory používané v kapalinové chromatografii .....	136
2.5.3	Spojení plynové a kapalinové chromatografie s hmotnostně-spektrometrickou detekcí .....	139
2.6	Spektrální metody .....	148
2.6.1	Základní součásti spektrometrických systémů .....	152
2.6.2	Absorpční spektrometrie .....	164
2.6.2.1	Infračervená absorpční spektrometrie .....	165
2.6.2.2	UV/VIS absorpční spektrometrie .....	167
2.6.2.3	Atomová absorpční spektrometrie .....	171
2.6.2.4	Bouguerův–Beerův–Lambertův zákon (BBL zákon) .....	179
2.6.2.5	Disperzní infračervená absorpční spektrometrie .....	182
2.6.2.6	Nedisperzní infračervená absorpční spektrometrie (NDIR) .....	183



2.6.2.7	Infračervená absorpční spektrometrie s použitím laditelných laserů (TDLAS).....	189
2.6.2.8	Infračervená absorpční spektrometrie s Fourierovou transformací (FTIR) .....	191
2.6.2.9	Ramanova spektrometrie .....	201
2.6.3	Emisní spektrometrie .....	211
2.6.3.1	Atomová emisní spektrometrie .....	212
2.6.3.2	Atomová fluorescenční spektrometrie v rentgenové oblasti .....	218
2.6.3.3	Neutronová aktivační analýza .....	233
2.6.3.4	Molekulová fotoluminiscenční spektrometrie.....	240
2.6.3.5	Molekulová chemiluminiscenční spektrometrie .....	244
<b>3</b>	<b>Vzorkování.....</b>	<b>245</b>
3.1	Vzorkování ovzduší.....	250
3.1.1	Aktivní metody vzorkování.....	252
3.1.1.1	Plynné analyty .....	253
3.1.1.2	Aerosolové částice.....	265
<b>Odbočka 5</b>	<b>Osobní vzorkovací systémy.....</b>	<b>271</b>
3.1.2	Pasivní metody vzorkování .....	274
3.1.2.1	Oxidy dusíku .....	280
3.1.2.2	Oxid siřičitý.....	281
3.1.2.3	Amoniak .....	281
3.1.2.4	Organické plyny a páry (těkavé organické látky).....	281
3.1.2.5	Ozon .....	283
3.2	Vzorkování odpadních plynů .....	283
3.2.1	Vzorkovací/měřicí stanoviště .....	295
3.2.1.1	Pracovní plošina .....	295
3.2.1.2	Měřicí úsek.....	297
3.2.2	Plynné analyty .....	299
<b>Odbočka 6</b>	<b>Fugitivní emise .....</b>	<b>302</b>
3.2.3	Aerosolové částice.....	305
3.2.3.1	Manuální gravimetrická metoda.....	308
3.2.3.2	Frekvenční snímač hmotnosti depozitu s kmitajícím kuželíkem (TEOM) .....	313
3.2.4	Pachové látky.....	316
<b>Odbočka 7</b>	<b>Neextraktivní metody analýzy.....</b>	<b>319</b>
3.3	Součásti vzorkovací trati .....	321
3.3.1	Záchytné systémy .....	322
3.3.1.1	Absorbéry .....	322
3.3.1.2	Adsorpční systémy .....	326
3.3.1.3	Kondenzační systémy.....	351
3.3.1.4	Filtry a separační hlavice.....	352
3.3.2	Měřicí a regulační zařízení .....	373
3.3.2.1	Plynoměry .....	374



3.3.2.2	Měřidla a regulátory průtoku.....	382
3.3.2.3	Měřidla teploty .....	395
3.3.2.4	Měřidla tlaku .....	397
3.3.3	Vzorkovací čerpadla.....	402
3.2.4	Vzorkovací potrubí, sondy a další součásti vzorkovací trati.....	406
<b>4</b>	<b>Určení hmotnostního toku znečišťujících látek.....</b>	<b>415</b>
4.1	Určení průtoku plynu potrubím.....	416
4.1.1	Měření.....	416
4.1.1.1	Měření rychlosti proudění měřením diferenčního tlaku.....	416
<b>Odbočka 8</b>	<b>Bernoulliova rovnice .....</b>	<b>420</b>
Prandtlovy trubice .....	422	
<i>Prandtlůva trubice typu L</i> .....	423	
<i>Prandtlůva trubice typu S</i> .....	425	
<i>Postup měření</i> .....	427	
4.1.1.2	Měření rychlosti proudění lopatkovými anemometry .....	431
4.1.1.3	Měření rychlosti proudění tepelnými anemometry .....	433
4.1.1.4	Měření rychlosti proudění vírovými anemometry.....	434
4.1.1.5	Měření průtoku ředěním značkovací látky .....	436
4.1.1.6	Měření průtoku měřením přechodového času značkovacího plynu.....	438
4.1.1.7	Měření průtoku trvale instalovanými měřicími systémy.....	440
<i>Systémy založené na měření diferenčního tlaku</i> .....	441	
<i>Systémy založené na měření rychlosti šíření ultrazvukového signálu</i> .....	444	
<i>Systémy založené na měření přenosu tepla proudícím odpadním plynem</i> .....	445	
4.1.2	Bilanční výpočet průtoku .....	446
4.1.2.1	Určení palivového faktoru.....	446
<i>Konstantní palivové faktory pro obchodně dodávaná fosilní paliva</i> .....	447	
<i>Palivové faktory odvozené z měrné výhřevnosti paliva</i> .....	448	
<i>Palivové faktory odvozené ze složení paliva</i> .....	449	
4.1.2.2	Určení tepelného příkonu .....	449
<i>Tepelný příkon odvozený ze spotřeby a výhřevnosti paliva</i> .....	449	
<i>Tepelný příkon odvozený z tepelného výkonu a tepelné účinnosti zařízení</i> .....	449	
4.1.2.3	Výpočet průtoku spalin .....	450
4.1.2.4	Měřítka výkonu .....	450
4.1.2.5	Příklady výpočtu .....	451
4.1.2.6	Ověření spolehlivosti vypočteného průtoku.....	453
4.2	Určení hmotnostní koncentrace analytu v plynu proudícím potrubím.....	454
<b>5</b>	<b>Stanovení plynných majoritních složek a znečišťujících látek .....</b>	<b>455</b>
5.1	Majoritní složky .....	458
5.1.1	Kyslík .....	458



<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	458
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	461
<i>Normovaná metoda stanovení</i> .....	467
5.1.2 Vodní pára .....	468
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	471
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	475
5.1.3 Oxid uhličitý .....	479
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	482
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	485
5.1.4 Argon .....	485
5.2 Znečišťující látky .....	486
5.2.1 Plynné anorganické znečišťující látky .....	486
5.2.1.1 Oxid uhelnatý .....	486
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	487
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	488
5.2.1.2 Oxidy dusíku .....	490
Azoxid ( $N_2O$ ) .....	496
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	496
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	497
Oxid dusnatý (NO) .....	497
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	497
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	499
Oxid dusičitý ( $NO_2$ ) .....	500
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	501
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	504
Suma NO a $NO_2$ vyjádřená jako oxid dusičitý ( $NO_2$ ) .....	504
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	504
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	504
5.2.1.3 Oxid siřičitý .....	505
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	509
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	513
5.2.1.4 Ozon .....	519
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	519
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	521
5.2.1.5 Amoniak .....	524
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	526
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	529
5.2.1.6 Chlorovodík .....	531
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	532
<i>Kontinuální metody stanovení</i> .....	536
5.2.1.7 Fluorovodík .....	536
<i>Diskontinuální metody stanovení</i> .....	537