

# OBSAH

<b>1. ZÁKLADNÍ POJMY</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1 Analytický proces</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2 Rozdělení metod analytické chemie</b> .....	<b>9</b>
<b>1.3 Základní měření v analytické chemii: měření hmotnosti a objemu</b> .....	<b>11</b>
1.3.1 Váhy a vážení.....	11
1.3.1.1 Váhy .....	11
1.3.1.2 Vážení .....	12
1.3.1.3 Postup vážení .....	13
1.3.1.4 Faktory ovlivňující výsledky vážení .....	14
1.3.1.5 Kvalifikace vah .....	14
1.3.2 Měření objemu .....	15
1.3.2.1 Faktory ovlivňující přesnost odměrného měření .....	15
1.3.2.2 Běžně používané odměrné nádoby.....	16
<b>1.4 Příprava roztoků, vyjadřování koncentrace</b> .....	<b>18</b>
<b>1.5 Charakteristiky analytické metody</b> .....	<b>19</b>
<b>1.6 Kalibrace analytické metody</b> .....	<b>19</b>
1.6.1 Kalibrační standardy .....	20
1.6.2 Lineární regrese metodou nejmenších čtverců.....	21
1.6.3 Vyhodnocení metodou externí kalibrace .....	22
1.6.4 Vyhodnocení metodou přídavek standardů .....	23
1.6.5 Vyhodnocení metodou vnitřního standardu .....	24
<b>2. ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ PŘED ANALÝZOU</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1 Odběr a zmenšování vzorků</b> .....	<b>25</b>
<b>2.2 Rozpouštění vzorků a rozklady vzorků kyselinami a hydroxidy</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3 Rozklady vzorků tavením</b> .....	<b>32</b>
<b>2.4 Speciální typy rozkladů</b> .....	<b>34</b>
<b>2.5 Zkoncentrování analytu</b> .....	<b>35</b>
<b>3. VYHODNOCENÍ ANALYTICKÝCH VÝSLEDKŮ</b> .....	<b>36</b>
<b>3.1 Statistické rozdělení naměřených hodnot</b> .....	<b>36</b>
<b>3.2 Chyby analytických měření</b> .....	<b>39</b>
<b>3.3 Hodnocení kvality analytických výsledků</b> .....	<b>39</b>
<b>3.4 Testování významnosti</b> .....	<b>40</b>
<b>3.5 Systém řízení jakosti</b> .....	<b>45</b>
<b>3.6 Kvalifikace instrumentace</b> .....	<b>49</b>
<b>3.7 Výpočty výsledků a nejistoty analytických měření</b> .....	<b>50</b>
3.7.1 Vyjadřování nejistoty .....	51
3.7.2 Odhad nejistoty .....	51
3.7.3 Nejistoty základních operací v analytické laboratoři .....	55
<b>4. ROVNOVÁHY V ROZTOCÍCH</b> .....	<b>59</b>
<b>4.1 Acidobazické rovnováhy</b> .....	<b>63</b>
4.1.1 Rovnovážné konstanty acidobazických reakcí.....	66
4.1.2 Výpočet pH silných kyselin a zásad .....	66
4.1.3 Výpočet pH slabých kyselin a zásad.....	68
4.1.4 Výpočet pH amfolytů.....	71

4.1.5	Výpočet pH roztoků pufrů .....	73
4.1.6	Měření a kontrola pH .....	75
<b>4.2</b>	<b>Komplexotvorné rovnováhy</b> .....	<b>76</b>
4.2.1	Rovnovážné konstanty komplexotvorných reakcí .....	77
4.2.2	Analyticky významné cheláty .....	81
<b>4.3</b>	<b>Srážecí rovnováhy</b> .....	<b>82</b>
4.3.1	Součin rozpustnosti .....	82
4.3.2	Výpočet rozpustnosti čistých látek .....	83
4.3.3	Výpočet množství vzniklé sraženiny .....	87
<b>4.4</b>	<b>Oxidačně-redukční rovnováhy</b> .....	<b>87</b>
4.4.1	Vliv pH na vlastnosti redoxního systému .....	90
4.4.2	Vybraná oxidační a redukční činidla .....	90
<b>5.</b>	<b>CHEMICKÁ ANALÝZA</b> .....	<b>92</b>
<b>5.1</b>	<b>Kvalitativní analýza anorganických kationtů a aniontů</b> .....	<b>92</b>
<b>5.2</b>	<b>Kvalitativní prvková analýza organických látek</b> .....	<b>93</b>
<b>5.3</b>	<b>Kvalitativní funkční analýza</b> .....	<b>93</b>
<b>5.4</b>	<b>Kvantitativní prvková organická analýza</b> .....	<b>93</b>
<b>5.5</b>	<b>Odměrná analýza</b> .....	<b>94</b>
5.5.1	Základní pojmy .....	94
5.5.2	Titrační křivky acidobazických titrací .....	96
5.5.2.1	Titrační křivka v systému dvou silných protolytů .....	96
5.5.2.2	Titrační křivka v systému s jedním silným a jedním slabým protolytem .....	98
5.5.3	Titrační křivky chelatometrických titrací .....	99
5.5.4	Titrační křivky srážecích titrací .....	102
5.5.5	Titrační křivky oxidačně-redukčních titrací .....	102
5.5.6	Indikace bodu ekvivalence .....	107
5.5.7	Acidobazické titrace .....	108
5.5.7.1	Indikace bodu ekvivalence .....	109
5.5.7.2	Příklady alkalimetrických stanovení .....	110
5.5.7.3	Příklady acidimetrických stanovení .....	113
5.5.8	Komplexometrie .....	116
5.5.8.1	Chelatometrie .....	117
5.5.8.2	Příklady chelatometrických stanovení – celková tvrdost vody .....	118
5.5.9	Srážecí titrace – argentometrie .....	119
5.5.10	Redoxní titrace .....	119
5.5.10.1	Indikace bodu ekvivalence .....	119
5.5.10.2	Příklady redoxních stanovení .....	120
<b>5.6</b>	<b>Vázková analýza</b> .....	<b>125</b>
5.6.1	Vlastnosti sraženin .....	125
5.6.2	Izolace, sušení a žihání sraženin .....	126
5.6.3	Příklady gravimetrických stanovení .....	126
<b>6.</b>	<b>SEPARAČNÍ METODY</b> .....	<b>128</b>
<b>6.1</b>	<b>Extrakce</b> .....	<b>128</b>
6.1.1	Princip extrakce .....	128
6.1.2	Základní vztahy .....	129
6.1.3	Extrakce kapalina–kapalina .....	130
6.1.4	Extrakce analytu z pevného vzorku .....	131
6.1.5	Extrakce na tuhou fázi .....	133

6.1.6	Extrakce iontů kovů .....	133
<b>6.2</b>	<b>Úvod do chromatografie.....</b>	<b>134</b>
6.2.1	Základní pojmy .....	134
6.2.2	Profil chromatografických píků .....	137
6.2.3	Retenční parametry .....	138
6.2.4	Účinnost kolony a kinetické parametry ovlivňující šířku píku .....	140
6.2.5	Vyhodnocení chromatografické separace .....	142
6.2.6	Termodynamika separačního procesu.....	144
<b>6.3</b>	<b>Plynová chromatografie .....</b>	<b>144</b>
6.3.1	Mobilní a stacionární fáze.....	145
6.3.2	Vzorek a dávkování .....	146
6.3.3	Detektory .....	146
6.3.4	Mechanismus separace.....	148
6.3.4.1	Plynová adsorpční chromatografie (GSC).....	148
6.3.4.2	Plynová rozdělovací chromatografie (GLC) .....	148
6.3.5	Speciální techniky .....	149
<b>6.4</b>	<b>Kapalinová chromatografie .....</b>	<b>150</b>
6.4.1	Mobilní a stacionární fáze.....	150
6.4.2	Vzorek a dávkování .....	151
6.4.3	Detektory .....	152
6.4.4	Tenkvrstvá chromatografie .....	153
6.4.5	Mechanismus separace.....	154
6.4.5.1	Kapalinová adsorpční chromatografie.....	154
6.4.5.2	Kapalinová rozdělovací chromatografie .....	156
6.4.5.3	Vylučovací chromatografie .....	156
6.4.5.4	Iontově výměnná chromatografie.....	157
6.4.6	Volba separačního systému.....	159
<b>6.5</b>	<b>Kvalitativní a kvantitativní analýza .....</b>	<b>159</b>
<b>6.6</b>	<b>Elektromigrační metody.....</b>	<b>161</b>
6.6.1	Plošná a gelová elektroforéza .....	161
6.6.2	Kapilární elektroforéza (CE).....	162
6.6.3	Izotachoforéza.....	164
<b>7.</b>	<b>ELEKTROANALYTICKÉ METODY .....</b>	<b>166</b>
<b>7.1</b>	<b>Základní pojmy.....</b>	<b>166</b>
<b>7.2</b>	<b>Elektrody .....</b>	<b>167</b>
<b>7.3</b>	<b>Elektrochemický článek .....</b>	<b>170</b>
<b>7.4</b>	<b>Potenciometrie.....</b>	<b>172</b>
7.4.1	Skleněná ISE – měření pH.....	173
7.4.2	Fluoridová ISE .....	175
7.4.3	ISE s kapalnou membránou .....	176
<b>7.5</b>	<b>Voltametrie a amperometrie a příbuzné dynamické metody .....</b>	<b>177</b>
7.5.1	Přepětí a polarizace elektrod .....	177
7.5.2	Voltametrie .....	179
7.5.2.1	Voltamerické křivky.....	181
7.5.2.2	Voltametrický experiment a vyhodnocení polarizačních křivek .....	182
7.5.2.3	Rozpouštěcí voltametrie.....	187
7.5.3	Amperometrie .....	187
7.5.4	Coulometrie.....	190

7.5.4.1	Coulometrie za konstantního potenciálu a elektrogravimetrie .....	190
7.5.4.2	Coulometrická titrace .....	191
<b>7.6</b>	<b>Konduktometrie</b> .....	<b>192</b>
7.6.1	Přímá konduktometrie .....	194
7.6.2	Konduktometrická titrace .....	194
<b>8.</b>	<b>HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE</b> .....	<b>197</b>
<b>8.1</b>	<b>Instrumentace</b> .....	<b>197</b>
8.1.1	Vakuový systém .....	198
8.1.2	Vstup vzorku .....	198
8.1.3	Iontový zdroj .....	199
8.1.3.1	Elektronová ionizace .....	199
8.1.3.2	Chemická ionizace .....	200
8.1.3.3	Ionizace nárazem atomů .....	200
8.1.3.4	Ionizace laserem za účasti matrice .....	201
8.1.3.5	Ionizace za atmosférického tlaku .....	203
8.1.4	Separátor iontů .....	205
8.1.4.1	Magnetický a elektrostatický sektorový separátor .....	207
8.1.4.2	Kvadrupólový separátor a iontová past .....	208
8.1.4.3	Průletový separátor .....	210
8.1.4.4	Cyklotronový separátor .....	211
8.1.4.5	Orbitrap .....	211
8.1.5	Detektor .....	212
<b>8.2</b>	<b>Vícestupňová analýza</b> .....	<b>213</b>
8.2.1	Vícestupňová analýza uvnitř hmotnostního separátoru .....	214
8.2.2	Vícestupňová analýza v sérii hmotnostních separátorů .....	214
<b>8.3</b>	<b>MS spektrum</b> .....	<b>215</b>
8.3.1	Aplikace v kvalitativní analýze .....	216
8.3.2	Aplikace v kvantitativní analýze .....	218
<b>8.4</b>	<b>Aplikace MS pro anorganickou analýzu</b> .....	<b>219</b>
<b>8.5</b>	<b>Spektrometrie pohyblivosti iontů</b> .....	<b>223</b>