

# Obsah

## A ÚVODNÍ ČÁST

1	Bezpečnost práce v chemické laboratoři.....	11
1.1	Charakter látek používaných v laboratoři.....	11
1.2	Úrazy, nehody v laboratoři a první pomoc.....	14
1.3	Bezpečnost práce v laboratoři.....	15
2	Laboratorní řád.....	16
3	Záznamy o laboratorní práci.....	18

## B LABORATORNÍ VYBAVENÍ

1	Chemická laboratoř.....	19
2	Laboratorní potřeby.....	20
2.1	Skleněné nádoby.....	21
2.2	Pomůcky z porcelánu.....	21
2.3	Pomůcky z kovů.....	23
2.4	Pomůcky z plastů.....	23
2.5	Spoje.....	23
2.6	Chemikálie.....	23

## C ZÁKLADNÍ CHEMICKÉ DĚJE

1	Roztoky, rozpouštění, hydratace.....	25
1.1	Roztok.....	25
1.2	Rozpouštění.....	26
1.3	Rozpustnost.....	27
2	Protolytické reakce.....	28
2.1	Neutralizace.....	31
2.2	Solvolýza, hydrolýza.....	31
2.3	Tlumivé roztoky.....	32
3	Oxidačně redukční reakce.....	33
3.1	Diagramy oxidačních stavů.....	36
3.1.1	Latimerovy diagramy.....	36
3.1.2	Frostovy diagramy.....	36
4	Srážecí reakce.....	38
4.1	Součín rozpustnosti.....	38
4.2	Vlastnosti sraženin.....	38
5	Reakce spojené s tvorbou komplexu.....	40
6	Rozkladné reakce a tavicí procesy.....	41
6.1	Tepelný rozklad.....	41
6.2	Tavicí procesy.....	41

## **D ZÁKLADY KVALITATIVNÍ ANALYTICKÉ CHEMIE**

1	Základní pojmy .....	43
2	Postup kvalitativní chemické analýzy .....	46
2.1	Popis vzorku.....	46
2.2	Orientační zkoušky .....	46
2.3	Převedení vzorku do roztoku.....	47
2.4	Skupinové reakce.....	48

## **E ZÁKLADNÍ LABORATORNÍ PRÁCE (METODY)**

1	Vážení .....	49
2	Měření objemu kapalin.....	50
3	Měření teploty .....	50
4	Stanovení hustoty.....	51
5	Stanovení hodnoty pH .....	52
6	Zahřívání .....	53
6.1	Přímé zahřívání .....	53
6.2	Topné lázně.....	54
7	Chlazení .....	55
8	Příprava a použití plynů.....	56
8.1	Příprava plynů.....	56
8.2	Použití průmyslově vyráběných plynů.....	58
8.3	Čištění plynů .....	60
9	Dělení směsí .....	60
9.1	Filtrace .....	61
9.1.1	Filtrace za obyčejného tlaku.....	61
9.1.2	Filtrace za sníženého tlaku.....	63
9.1.3	Filtrace tlaková.....	64
9.2	Dekantace.....	64
9.3	Odpařování.....	65
9.4	Sušení .....	65
9.5	Sublimace.....	66
9.6	Krystalizace.....	67
9.7	Extrakce .....	68
9.8	Chromatografie .....	69
9.8.1	Dělení kationtů na katexu.....	73
9.8.2	Dělení kationtů papírovou chromatografií.....	73
9.8.3	Dělení aniontů papírovou chromatografií.....	74

## **F PREPARATIVNÍ ČÁST A KVALITATIVNÍ REAKCE**

1	Úvodní laboratorní práce.....	75
1.1	Práce se sklem.....	75
1.1.1	Jednoduché sklářské práce.....	76

1.2	Krystalizace.....	76
1.2.1	Volná krystalizace.....	76
1.2.2	Rušená krystalizace.....	76
1.3	Srážení .....	77
1.3.1	Příprava síranu barnatého .....	77
1.4	Neutralizace .....	77
1.4.1	Příprava síranu sodného.....	77
1.5	Oxidace a redukce.....	78
1.5.1	Reakce běžných laboratorních oxidovadel .....	78
2	Nekovy a jejich sloučeniny .....	79
2.1	Vodík, kyslík.....	79
2.1.1	Příprava vodíku .....	81
2.1.2	Příprava kyslíku .....	82
2.1.3	Oxidační účinky vzdušného kyslíku .....	82
2.1.4	Reakce peroxidu vodíku .....	82
2.2	Halogeny, pseudohalogeny .....	84
2.2.1	Volné halogeny .....	89
2.2.2	Reakce halogenidů.....	90
2.2.3	Reakce pseudohalogenidů, SCN <sup>-</sup> .....	90
2.2.4	Příprava jodičnanu draselného .....	91
2.3	Síra .....	92
2.3.1	Reakce síry .....	97
2.3.2	Příprava sulfanu a sulfidů .....	97
2.3.3	Kyselina sírová.....	98
2.3.4	Příprava oxidu siřičitého a jeho redukční účinky .....	98
2.3.5	Příprava dithionanu barnatého (manganatého).....	98
2.3.6	Příprava thiosíranu sodného .....	99
2.3.7	Reakce thiosíranu.....	99
2.3.8	Kvalitativní reakce iontů SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , S <sup>2-</sup> .....	100
2.3.9	Oxidační účinky K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>5</sub> a H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	100
2.3.10	Příprava sirovodíkové vody, sulfidu a polysulfidu amonného.....	100
2.4	Dusík .....	102
2.4.1	Příprava dusíku .....	106
2.4.2	Příprava azoxidu .....	106
2.4.3	Příprava oxidu dusnatého .....	106
2.4.4	Příprava oxidu dusičitého .....	107
2.4.5	Tepelný rozklad dusičnanu draselného .....	107
2.4.6	Příprava dusitanu sodného.....	107
2.4.7	Vytěsnění amoniaku z amonných solí.....	108
2.4.8	Reakce dusitanového aniontu.....	108
2.4.9	Proužková reakce .....	109
2.5	Fosfor .....	111
2.5.1	Příprava fosfanu a fosforanu.....	114
2.5.2	Reakce fosforanu .....	115
2.5.3	Bezproudivé niklování (redukční účinky H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	115

2.5.4	Příprava difosforečnanu sodného .....	115
2.5.5	Reakce fosforečnanů .....	115
2.5.6	Reakce difosforečnanu .....	116
2.5.7	Perličkové reakce .....	116
2.6	Uhlík .....	117
2.6.1	Příprava oxidu uhličitého .....	119
2.6.2	Reakce oxidu uhličitého a uhličitanů .....	120
2.6.3	Redukce oxidu uhličitého uhlíkem .....	120
2.6.4	Příprava oxidů uhlíku z kyseliny šťavelové .....	121
2.6.5	Redukční účinky kyseliny šťavelové .....	121
2.6.6	Tepelná stálost uhličitanů .....	121
2.6.7	Příprava a reakce acetylenu .....	122
2.7	Křemík .....	123
2.7.1	Příprava křemičitanu sodného .....	124
2.7.2	Příprava křemíku .....	125
2.7.3	Příprava silicidu hořečnatého a silanů .....	125
2.8	Bor .....	127
2.8.1	Příprava methylesteru kyseliny borité .....	128
2.8.2	Boraxové perličky .....	128
2.8.3	Příprava peroxoboritanu sodného .....	128
2.8.4	Příprava lehkotavitelného boro-olovnato-křemičitého skla .....	128
2.9	Kvalitativní reakce aniontů .....	130
2.9.1	Skupinové reakce aniontů .....	130
2.9.2	Schéma postupu při důkazu aniontů .....	131
2.9.3	Dělení aniontů Ag-skupiny ( $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{SCN}^-$ ) .....	132
3	Kovy (s-,p-) a jejich sloučeniny .....	136
3.1	Alkalické kovy a kovy alkalických zemin (s-kovy) .....	136
3.1.1	Zbarvení plamene .....	139
3.1.2	Nerozpustné soli alkalických kovů .....	139
3.1.3	Příprava sody podle Solvaye .....	139
3.1.4	Srážení hydroxidu hořečnatého .....	140
3.1.5	Rozpustnost síranů kovů alkalických zemin .....	140
3.1.6	Příprava dusičnanu barnatého ze síranu .....	140
3.1.7	Příprava hydroxidu barnatého .....	141
3.1.8	Reakce iontů kovů alkalických zemin .....	141
3.1.9	Určení neznámé soli .....	142
3.2	Hliník .....	143
3.2.1	Rozpustnost hliníku .....	144
3.2.2	Získávání oxidu hlinitého z bauxitu .....	144
3.2.3	Pyrolytický rozklad hexahydrátu chloridu hlinitého .....	145
3.2.4	Reakce $\text{Al}^{3+}$ .....	145
3.3	Cín, olovo .....	147
3.3.1	Rozpouštění cínu a olova .....	149
3.3.2	Příprava olova .....	150
3.3.3	Příprava uhličitanu olovnatého .....	150

3.3.4	Příprava oxidu olovnatého .....	151
3.3.5	Reakce oxidu olovičitého .....	151
3.3.6	Příprava minia .....	152
3.3.7	Reakce $Pb^{2+}$ .....	152
3.3.8	Reakce minia .....	153
3.3.9	Reakce $Sn^{2+}$ .....	153
3.4.	Antimon, bismut .....	155
3.4.1	Hydrolyza chloridu antimonitého .....	156
3.4.2	Příprava sulfidu antimonitého .....	157
3.4.3	Příprava tetrathioantimoničnanu sodného .....	157
3.4.4	Reakce $Sb^{3+}$ a $Bi^{3+}$ .....	158
4	Přechodné kovy a jejich sloučeniny .....	159
4.1	Vanad .....	163
4.1.1	Redukce vanadičnanu .....	163
4.1.2	Reakce $VO_3^-$ , resp. $VO_4^{3-}$ .....	164
4.2	Chrom .....	165
4.2.1	Příprava oxidu chromitého .....	167
4.2.2	Příprava smaragdové (Guignetovy) zeleně .....	167
4.2.3	Příprava síranu draselno-chromitého .....	168
4.2.4	Rovnováha chroman - dichroman .....	168
4.2.5	Příprava oxidu chromového .....	169
4.2.6	Oxidační účinky oxidu chromového .....	169
4.2.7	Příprava chromanu amonného .....	169
4.2.8	Tepelný rozklad dichromanu nebo chromanu amonného .....	170
4.2.9	Příprava chromanu draselného .....	170
4.2.10	Příprava chromanu olovnatého nebo barnatého .....	171
4.2.11	Příprava chlorochromanu draselného .....	171
4.2.12	Příprava peroxochromičnanu draselného .....	172
4.2.13	Příprava trichromanu draselného .....	172
4.2.14	Příprava chloridu $\mu$ -hydroxo-bis(pentaamminchromitého) .....	172
4.2.15	Reakce $Cr^{3+}$ .....	173
4.2.16	Reakce $CrO_4^{2-}$ a $Cr_2O_7^{2-}$ .....	173
4.3	Mangan .....	175
4.3.1	Příprava manganistanu draselného .....	177
4.3.2	Reakce $MnO_4^-$ .....	178
4.3.3	Reakce $Mn^{2+}$ .....	178
4.4	Železo, kobalt, nikl .....	180
4.4.1	Rozpouštění železa .....	182
4.4.2	Příprava tetrahydrátu chloridu železnatého .....	182
4.4.3	Příprava trihydrátu tris(oxaláto)železitanu draselného .....	183
4.4.4	Příprava kamence amonno - železitého .....	183
4.4.5	Reakce $Fe^{3+}$ .....	184
4.4.6	Reakce $Fe^{2+}$ .....	184
4.4.7	Příprava chloridu hexaamminkobaltitého .....	184
4.4.8	Příprava hexanitrokobaltitanu sodného .....	185

4.4.9	Reakce $\text{Co}^{2+}$ .....	185
4.4.10	Příprava bezvodého chloridu nikelnatého .....	186
4.4.11	Reakce $\text{Ni}^{2+}$ .....	186
4.5	Měď, stříbro, zlato .....	189
4.5.1	Rozpustnost mědi .....	191
4.5.2	Příprava mědi .....	191
4.5.3	Příprava oxidu měďnatého .....	192
4.5.4	Příprava oxidu měďného .....	192
4.5.5	Příprava hexahydrátu síranu didraselno-měďnatého .....	192
4.5.6	Příprava síranu tetraamminměďnatého .....	193
4.5.7	Příprava dihydrátu chloridu měďnatého .....	193
4.5.8	Příprava chloridu měďného .....	193
4.5.9	Příprava zásaditého uhličitanu měďnatého .....	194
4.5.10	Příprava trihydrátu dusičnanu měďnatého .....	194
4.5.11	Reakce $\text{Cu}^{2+}$ .....	195
4.6	Zinek, kadmium, rtuť .....	197
4.6.1	Rozpustnost zinku .....	199
4.6.2	Reakce $\text{Zn}^{2+}$ .....	199
4.6.3	Příprava kadmia .....	200
4.6.4	Reakce $\text{Cd}^{2+}$ .....	200
4.6.5	Příprava jodidu rtuťnatého .....	200
4.6.6	Příprava tetrajodortuťnatanu draselného .....	201
4.7	Kvalitativní reakce kationtů .....	202
4.7.1	Skupinové reakce kationtů .....	202
4.7.2	Rozdělení kationtů do analytických tříd .....	204
4.7.3	Určení kationtů v neznámých vzorcích (třídy I - III) .....	205
4.7.4	Dělení kationtů třídy IV a V .....	206
4.7.5	Dělení kationtů skupin nerozpustných chloridů a síranů .....	208
4.7.6	Rozdělení kationtů do skupin a jejich určení bez použití sulfanu .....	209
4.8	Postupné přípravy (preparační řady) .....	212

## G TABULKY

1	Relativní atomové hmotnosti prvků .....	221
2	Rozpustnosti látek ve vodě za různých teplot .....	224
3	Součiny rozpustnosti anorganických sloučenin při 25 °C .....	228
4	Hustoty roztoků kyselin a zásad při 20 °C .....	229
5	Standardní elektrodové potenciály při 25 °C .....	232
6	Symboly nebezpečnosti chemických látek .....	235
7	Standardní věty s označením specifické rizikovosti látek R-věty .....	236
8	Standardní věty s pokyny pro bezpečné nakládání s nebezpečnou látkou S-věty .....	241
9	Seznam vybraných chemických látek v posluchačských laboratořích .....	244

H	LITERATURA .....	249
---	------------------	-----