

# 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	Zásady bezpečnosti práce v laboratoři	14
2	Laboratorní řád	16
3	Záznamy o laboratorní práci	17

## 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, hydrolyza	31
2.3	Tlumivé roztoky (pufry)	32
3	Oxidačně redukční reakce	33
3.1	Diagramy oxidačních stavů	36
3.1.1	Latimerovy diagramy	36
3.1.2	Frostovy diagramy	37
4	Srážecí reakce	38
4.1	Součin rozpustnosti	39
4.2	Vlastnosti sraženin	39
5	Reakce spojené s tvorbou komplexu	40
6	Rozkladné reakce a tavicí procesy	41
6.1	Tepelný rozklad	41
6.2	Tavicí procesy	42

## 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, operace)

1	Vážení	49
2	Měření objemů 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 (kapalinové, vzdušné, parní)	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	59
9	Dělení směsí	60
9.1	Filtrace	60
9.1.1	Filtrace za obyčejného tlaku	61
9.1.2	Filtrace za sníženého tlaku (odsávání)	63
9.1.3	Filtrace tlaková	63
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	Chromatografické metody	69
9.8.1	Dělení kationtů na silně kyselém katexu	73
9.8.2	Dělení kationtů $Fe^{3+}$ , $Cu^{2+}$ , $Co^{2+}$ papírovou chromatografií	73
9.8.3	Dělení aniontů $Cl^-$ , $Br^-$ , $I^-$ 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	75
1.2	Krystalizace	76
1.2.1	Volná krystalizace	76
1.2.2	Rušená krystalizace	76
1.3	Srážení	76
1.3.1	Příprava síranu barnatého	76

1.4	Neutralizace	77
1.4.1	Příprava krystalického síranu sodného	77
1.5	Oxidace a redukce	77
1.5.1	Reakce běžných laboratorních oxidovadel - $\text{KMnO}_4$ a $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	77
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	84
2.2.1	Volné halogeny	89
2.2.2	Reakce halogenidů	90
2.2.3	Reakce pseudohalogenidů - $\text{SCN}^-$	90
2.2.4	Příprava jodičnanu draselného	90
2.3	Síra	92
2.3.1	Reakce síry	96
2.3.2	Příprava sulfanu a sulfidy	97
2.3.3	Kyselina sírová	97
2.3.4	Příprava oxidu siřičitého a jeho redukční účinky	97
2.3.5	Příprava dithionanu barnatého (manganatého)	98
2.3.6	Příprava thiosíranu sodného	98
2.3.7	Reakce $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	99
2.3.8	Kvalitativní reakce iontů $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{S}^{2-}$	99
2.3.9	Oxidační účinky $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ , $\text{H}_2\text{SO}_5$ a $\text{H}_2\text{O}_2$	99
2.3.10	Příprava sirovodíkové vody, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ a $(\text{NH}_4)_2\text{S}_x$	100
2.4	Dusík	101
2.4.1	Příprava dusíku	105
2.4.2	Příprava azoxidu	105
2.4.3	Příprava oxidu dusnatého	105
2.4.4	Příprava oxidu dusičitého	105
2.4.5	Tepelný rozklad dusičnanu draselného	106
2.4.6	Příprava dusitanu sodného	106
2.4.7	Vytěsnění amoniaku z amonných solí	107
2.4.8	Reakce dusitanového iontu	107
2.4.9	Proužková reakce	108
2.5	Fosfor	109
2.5.1	Příprava fosfanu a fosforanu	112
2.5.2	Reakce $\text{H}_2\text{PO}_2^-$	113
2.5.3	Bezprudové niklování (využití redukčních účinků $\text{H}_2\text{PO}_2^-$ )	113
2.5.4	Příprava difosforečnanu sodného	113
2.5.5	Reakce fosforečnanů	113
2.5.6	Reakce difosforečnanu	114
2.5.7	Perličkové reakce	114
2.6	Uhlík	115
2.6.1	Příprava oxidu uhličitého	117
2.6.2	Reakce oxidu uhličitého a uhličitanů	117

2.6.3	Redukce oxidu uhličitého uhlíkem	118
2.6.4	Příprava oxidů uhlíku z kyseliny šťavelové	119
2.6.5	Redukční účinky kyseliny šťavelové	119
2.6.6	Tepelná stálost uhličitánů	119
2.6.7	Příprava a reakce acetylenu	119
2.7	Křemík	121
2.7.1	Příprava křemičitanu sodného	122
2.7.2	Příprava křemíku	123
2.7.3	Příprava silicidu hořečnatého a silanů	123
2.8	Bor	124
2.8.1	Příprava methylesteru kyseliny borité	125
2.8.2	Boraxové perličky	125
2.8.3	Příprava peroxoboritanu sodného	125
2.8.4	Příprava lehkotavitelného boro-olovnaté-křemičitého skla	125
2.9	Kvalitativní reakce aniontů	127
2.9.1	Skupinové reakce aniontů	127
2.9.2	Schéma postupu při důkazu aniontů	128
2.9.3	Dělení aniontů <i>Ag-skupiny</i> (III. třídy): $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{SCN}^-$	129
3	Kovy (s-,p-) a jejich sloučeniny	132
3.1	Alkalické kovy a kovy alkalických zemin	132
3.1.1	Zbarvení plamene	134
3.1.2	Nerozpustné soli alkalických kovů	135
3.1.3	Příprava sody podle Solvaye	135
3.1.4	Srážení hydroxidu hořečnatého	135
3.1.5	Rozpustnost síranů kovů alkalických zemin	136
3.1.6	Příprava dusičnanu barnatého ze síranu	136
3.1.7	Příprava hydroxidu barnatého	136
3.1.8	Reakce iontů kovů alkalických zemin	137
3.1.9	Určení neznámé soli	137
3.2	Hliník	139
3.2.1	Rozpustnost hliníku	140
3.2.2	Získávání $\text{Al}_2\text{O}_3$ z bauxitu	140
3.2.3	Pyrohydrolytický rozklad $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	141
3.2.4	Reakce $\text{Al}^{3+}$	141
3.3	Cín, olovo	143
3.3.1	Rozpouštění cínu a olova	145
3.3.2	Příprava olova	145
3.3.3	Příprava uhličitanu olovnatého	146
3.3.4	Příprava oxidu olovnatého	146
3.3.5	Příprava oxidu olovičitého	147
3.3.6	Příprava minia	147
3.3.7	Reakce $\text{Pb}^{2+}$	148
3.3.8	Reakce minia	148
3.3.9	Reakce $\text{Sn}^{2+}$	149
3.4.	Antimon, bismut	150
3.4.1	Hydrolyza chloridu antimonitého	151
3.4.2	Příprava sulfidu antimonitého	152

3.4.3	Příprava tetrathioantimoničnanu sodného	152
3.4.4	Reakce $\text{Sb}^{3+}$ a $\text{Bi}^{3+}$	152
4.	Přechodné kovy	154
4.1	Vanad	158
4.1.1	Redukce vanadičnanu	158
4.1.2	Reakce $\text{VO}_3^-$ , resp. $\text{VO}_4^{3-}$	159
4.2	Chrom	160
4.2.1	Příprava oxidu chromitého	162
4.2.2	Příprava smaragdové (Guignetovy) zeleně	162
4.2.3	Příprava síranu draselno-chromitého	162
4.2.4	Rovnováha chroman - dichroman	163
4.2.5	Příprava oxidu chromového	163
4.2.6	Oxidační účinky oxidu chromového	164
4.2.7	Příprava chromanu amonného	164
4.2.8	Tepelný rozklad dichromanu - nebo chromanu - amonného	164
4.2.9	Příprava chromanu draselného	164
4.2.10	Příprava chromanu olovnatého nebo barnatého	165
4.2.11	Příprava chlorochromanu draselného	166
4.2.12	Příprava peroxochromičnanu draselného	166
4.2.13	Příprava trichromanu draselného	166
4.2.14	Příprava chloridu $\mu$ -hydroxo-bis(pentaamminchromitého)	167
4.2.15	Reakce iontů $\text{Cr}^{3+}$	167
4.2.16	Reakce $\text{CrO}_4^{2-}$ a $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	167
4.3	Mangan	170
4.3.1	Příprava manganistanu draselného	171
4.3.2	Reakce $\text{MnO}_4^-$	173
4.3.3	Reakce $\text{Mn}^{2+}$	173
4.4.	Železo, kobalt, nikl - kovy podskupiny železa, triáda železa	175
4.4.1	Rozpouštění železa	177
4.4.2	Příprava tetrahydrátu chloridu železnatého	177
4.4.3	Příprava trihydrátu tris(oxaláto)železitanu draselného	177
4.4.4	Příprava kamence amonno - železitého	178
4.4.5	Reakce $\text{Fe}^{3+}$	178
4.4.6	Reakce $\text{Fe}^{2+}$	179
4.4.7	Příprava chloridu hexaamminkobaltitého	179
4.4.8	Příprava hexanitrokobaltitanu amonného	179
4.4.9	Reakce $\text{Co}^{2+}$	180
4.4.10	Příprava bezvodého chloridu nikelnatého	180
4.4.11	Reakce $\text{Ni}^{2+}$	181
4.5	Měď, stříbro, zlato - kovy skupiny mědi	183
4.5.1	Rozpustnost mědi	184
4.5.2	Příprava mědi	185
4.5.3	Příprava oxidu měďnatého	185
4.5.4	Příprava oxidu měďného	186
4.5.5	Příprava hexahydrátu síranu didraselno-měďnatého	186
4.5.6	Příprava síranu tetraamminměďnatého	186
4.5.7	Příprava dihydrátu chloridu měďnatého	187

4.5.8	Příprava chloridu měďného	187
4.5.9	Příprava zásaditého uhličitanu měďnatého	188
4.5.10	Příprava trihydrátu dusičnanu měďnatého	188
4.5.11	Reakce $\text{Cu}^{2+}$	188
4.6	Zinek, kadmium, rtuť - kovy skupiny zinku	190
4.6.1	Rozpustnost Zn	192
4.6.2	Reakce $\text{Zn}^{2+}$	192
4.6.3	Příprava elementárního kadmia	192
4.6.4	Reakce $\text{Cd}^{2+}$	193
4.6.5	Příprava jodidu rtuťnatého	193
4.6.6	Příprava tetrajodortuťnatanu draselného	193
4.7	Kvalitativní reakce kationtů	195
4.7.1	Skupinové reakce kationtů	195
4.7.2	Rozdělení kationtů do analytických tříd (I. - III.)	197
4.7.3	Určení kationtů v neznámých vzorcích	198
4.7.4	Dělení kationtů třídy IV a V: $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$	199
4.7.5	Dělení kationtů skupin nerozpustných chloridů a síranů	201
4.7.6	Rozdělení kationtů do skupin a jejich určení bez použití $\text{H}_2\text{S}$	202
4.8	Postupné přípravy (preparační řady PŘ)	205

## G TABULKY

1	Relativní atomové hmotnosti prvků	214
2	Rozpustnosti látek ve vodě za různých teplot	217
3	Součiny rozpustnosti anorganických sloučenin při 25 °C	220
4	Hustoty roztoků kyselin a zásad při 20 °C	221
5	Standardní elektr. potenciály při 25 °C ve vodných roztocích	224

<i>Literatura</i>		227
-------------------	--	-----