

Masarykova univerzita v Brně  
Pedagogická fakulta

**Laboratorní cvičení z anorganické chemie**

Hana Cídllová, Veronika Doskočilová

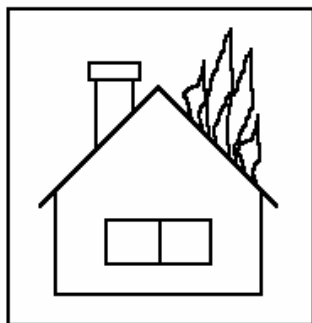
Brno 2004

Copyright © Hana Cídlová, Veronika Doskočilová 2004

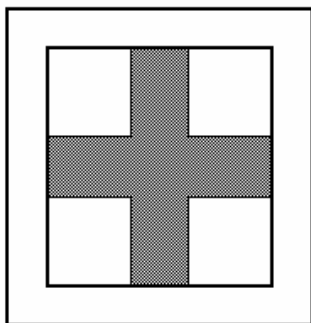
**ISBN**

# TÍSŇOVÁ TELEFONNÍ ČÍSLA

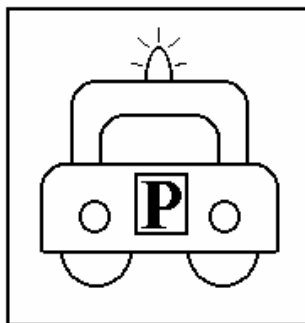
**150**



**155**



**158**



**KOMBINOVANÁ ZÁCHRANNÁ SLUŽBA 112**

# Obsah

Tísňová telefonní čísla.....	3
Kombinovaná záchranná služba 112.....	3
Předmluva.....	6
<b>1 Laboratorní řád a bezpečnost práce.....</b>	<b>7</b>
1.1 Laboratorní řád.....	7
1.2 Bezpečnost práce s elektrickým zařízením .....	9
1.3 První pomoc při úrazech .....	9
Popáleniny.....	10
Poleptání .....	10
Poranění rozbitým sklem.....	11
Otravy jedovatými látkami.....	11
1.4 Vybrané prvky a jejich nebezpečné vlastnosti.....	11
1. skupina PSP.....	11
2. skupina PSP.....	12
13. skupina PSP.....	13
14. skupina PSP.....	14
15. skupina PSP.....	15
16. skupina PSP.....	16
17. skupina PSP.....	17
Vybrané kovy.....	18
Vybrané organické sloučeniny.....	20
1.5 Vysvětlení použitých toxikologických zkratk.....	22
1.6 Jiné náhlé příhody.....	28
1.7 Koncentrace některých žíravín, které se prodávají v lahvích.....	29
<b>2 Návod k úlohám .....</b>	<b>30</b>
I. Demonstrační úlohy.....	30
Úloha 1 Chlor, jeho příprava a vlastnosti.....	30
Úloha 2 Redukce oxidu olovnatého vodíkem .....	31
Úloha 3 Samozápalnost bílého fosforu .....	33
Úloha 4 Chlorečnan draselný, bengálské ohně .....	33
Úloha 5 Aluminotermie .....	34
II. Krystalizace.....	35
Úloha 6 Příprava $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ a pěstování směšného krystalu $KAl(Cr)(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ .....	35
III. Vlastnosti látek.....	37
Úloha 7 Elektrolýza vody .....	37
Úloha 8 Vlastnosti hydroxidu sodného .....	38
Úloha 9 Vodík a jeho vlastnosti.....	38
Úloha 10 Kyslík a jeho vlastnosti I.....	40
Úloha 11 Kyslík a jeho vlastnosti II.....	41
Úloha 12 Voda, tvrdost vody, důkaz vybraných aniontů.....	41
Úloha 13 Voda, hydráty, hydratace, dehydratace, solvatace.....	42
Úloha 14 Oxidačně-redukční (redoxní) reakce peroxidu vodíku .....	43
Úloha 15 Charakteristické barvení plamene alkalickými kovy a kovy .....	43
alkalických zemin .....	43
Úloha 16 Elektrolýza vodného roztoku chloridu sodného .....	44
Úloha 17 Reakce Na, K, Ca s vodou.....	45
Úloha 18 Hoření hořčíku a reakce hořčíku s vodou.....	45
Úloha 19 Stanovení molární hmotnosti $CaCO_3$ .....	46

Úloha 20	Adiční reakce bromové vody s ethylenem .....	47
Úloha 21	Příprava a vlastnosti amoniaku.....	47
Úloha 22	Princip chladicích směsí.....	48
Úloha 23	Síra a její vlastnosti .....	48
Úloha 24	Analytické reakce vybraných aniontů .....	49
Úloha 25	Oxidačně-redukční (redoxní) vlastnosti kovů, reakce mědi .....	51
	s kyselinami.....	51
Úloha 26	Reakce $K_2Cr_2O_7$ , $KMnO_4$ a $Na_2SO_3$ .....	51
Úloha 27	Závislost reakční rychlosti na koncentraci a teplotě reaktantů .....	52
Úloha 28	Koordinační sloučeniny niklu a mědi .....	53
Úloha 29	Galvanické pokovování (niklování) .....	53
<i>IV. Příprava látek.....</i>		<i>54</i>
Úloha 30	Příprava oxidu chromitého .....	54
Úloha 31	Příprava jodidu olovnatého .....	55
Úloha 32	Příprava monohydrátu síranu tetraamoměďnatého .....	55
Úloha 33	Příprava pyroforického olova.....	56
Úloha 34	Příprava chloridu amonného .....	56
Úloha 35	Příprava kyslíku tepelným rozkladem halogeničnanů .....	57
Úloha 36	Příprava kyseliny trihydrogenborité .....	58
Úloha 37	Příprava oxidu boritého .....	58
<b>3</b>	<b>Rozpis provedení úloh.....</b>	<b>59</b>
<b>4</b>	<b>Použitá literatura .....</b>	<b>60</b>

# PŘEDMLUVA

Předkládaná skripta obsahují návody k praktickým úlohám, které studenti učitelských aprobací s chemií budou provádět v laboratorním cvičení z anorganické chemie.

Cvičení sledují tři základní cíle:

- spojení teoretických poznatků získaných v přednáškách a při samostatném studiu odborné literatury s praktickým ověřením na vybraných experimentech a procvičení základních laboratorních operací v anorganické chemii.
- prohlubování a integrace laboratorních dovedností a návyků, které studenti získali v předchozím semestru v rámci předmětu Laboratorní technika.
- příprava studentů, budoucích učitelů, na školní experimentální práci a pochopení postavení školního chemického experimentu jako jednoho z významných prostředků pro osvojení učiva a rozvíjení poznávacích schopností jejich budoucích žáků.

Laboratorní úlohy jsou rozděleny do čtyř bloků:

I. Demonstrační úlohy

(práce se zdraví škodlivými látkami, explozivní reakce apod.)

II. Krystalizace

III. Vlastnosti látek

IV. Příprava látek

Úlohy byly voleny tak, aby svým obsahovým zaměřením i časovou náročností vyhovovaly požadavkům učitelského studia a dvouhodinové týdenní časové dotaci. Předpokládá se blokové cvičení, tj. čtyřhodinová cvičení po dobu poloviny semestru.

Autorky

# 1 LABORATORNÍ ŘÁD A BEZPEČNOST PRÁCE

Práce v laboratoři je spojena s použitím látek, přístrojů a aparatur, které jsou nebezpečné z hlediska požárního nebo z hlediska možnosti poškození lidského zdraví. Aby nedocházelo k úrazům ani k jinému poškození zdraví, je nutno dodržovat určitá bezpečnostní opatření, především laboratorní řád.

## 1.1 Laboratorní řád

S tímto laboratorním řádem musejí být povinně seznámeni posluchači v první hodině každého laboratorního cvičení a svým podpisem proškolení potvrdí.

1. Na začátku semestru si každá laboratorní skupina studentů přinese 2 mýdla a 2 ručníky. Tyto potřeby jim budou během semestru k dispozici
2. Před prací v laboratoři si studenti oblečou laboratorní pláště a přezují se (tenisky). V laboratoři si nasadí ochranné brýle.
3. Do laboratoře si posluchači berou pouze věci nezbytné k práci, zejména psací potřeby, skripta, laboratorní deník.
4. Oblečení a věci, které nejsou nutné pro práci v laboratoři, posluchač uzamkne do přidělené skříňky. Klíč si vezme s sebou do laboratoře.
5. Posluchači jsou povinni přicházet do laboratoře včas a řádně připraveni tak, aby účelně využili času stanoveného pro dané cvičení. Posluchači, který do cvičení přišel bez předchozí domluvy pozdě, nebude účast na cvičení povolena.
6. V rámci přípravy na laboratorní cvičení musí posluchači předem prostudovat pracovní návod dané úlohy, seznámit se s chemickým principem a praktickým provedením úlohy, provést předepsané výpočty, vyhledat předepsané konstanty a seznámit se s fyzikálními a chemickými vlastnostmi (včetně toxicity) používaných látek.
7. V chemické laboratoři je studentům dovoleno pracovat pouze za dozoru vedoucího cvičení nebo instruktora. Před zahájením cvičení nesmějí být prováděny žádné manipulace s přístroji a jiným materiálem připraveným pro cvičení.
8. K provedení práce mohou posluchači přistoupit až po přezkoušení znalostí učitelem. Zjistí-li vedoucí cvičení, že se posluchač na úlohu řádně nepřipravil, vykoná posluchač úlohu v náhradním termínu. Termín, na který se posluchač řádně nepřipravil, se hodnotí jako absence.
9. K vlastnímu provedení úlohy může posluchač přistoupit až po kontrole aparatury učitelem nebo instruktorem.
10. V laboratoři se mohou provádět jen práce uvedené v návodu k příslušné úloze za dodržení všech bezpečnostních a hygienických předpisů a pravidel. Jiné práce je dovoleno vykonávat jen na příkaz vedoucího laboratorního cvičení nebo instruktora.

11. Posluchači nesmí samovolně měnit předepsaný postup práce ani provádět práce, které nesouvisí se splněním zadané úlohy.
12. Jednotliví pracovníci i skupiny pracovníků používají ke své práci pouze vyhrazený prostor a pomůcky, které jim byly při dělení, a také za ně osobně zodpovídají.
13. Před zahájením práce zkontrolují posluchači podle seznamu úplnost vybavení na stole, po skončení prací uvedou pracovní místo do původního stavu a předají je učiteli nebo instruktorovi.
14. Při práci jsou posluchači povinni důsledně udržovat pořádek a čistotu na svém úseku pracoviště.
15. Posluchači si vedou laboratorní deník, do něhož během cvičení zapisují vlastní pozorování a výsledky měření. Po skončení práce předloží tyto záznamy vedoucímu cvičení.
16. Výsledky práce shrne posluchač v laboratorním protokolu, který odevzdá nejpozději do týdne po provedení práce.
17. Každá absence musí být řádně omluvena písemným dokladem. Každá zameškaná úloha musí být nahrazena.
18. V laboratoři je **zakázáno** jíst, pít a kouřit. Rovněž je **zakázáno** laboratorní nádobí používat k jídlu, pití a přechovávání potravin.
19. Při práci je nutno používat předepsané ochranné prostředky, zejména plášť, přezůvky, brýle a rukavice.
20. Při laboratorní práci je nutno si mýt často ruce mýdlem pod tekoucí vodou, zejména po práci s žíravinami a jedy, při změně práce, před každým opuštěním laboratoře.
21. Chemikálie se nesmí brát nechráněnou rukou.
22. S žíravinami je nutno pracovat opatrně, používat předepsaných ochranných pomůcek. Při přípravě louhu je nutno sypat hydroxid do vody, při ředění kyselin se nalévá kyselina do vody.
23. Zásobní láhve s roztoky je nutno uchopovat nálepkou do dlaně, nikdy nedržíme láhve jen za hrdlo. Větší nádoby při přenášení držíme i za dno.
24. Žíravé a jedovaté látky se pipetují zásadně bezpečnostními pipetami.
25. Při manipulaci s látkami v otevřených nádobách (např. zkumavkách) je nutno odvrátit ústí nádoby od obličeje a je nezbytné dbát na to, aby nesměřovalo k sousedním pracovníkům.
26. Všechny manipulace s látkami dýmavými a dráždivými, jedy, koncentrovanými kyselinami a rozpouštědly provádíme jen v zapojené digestoři s dobrým odtahem. Totéž se týká látek, u nichž výše uvedené jevy mohou vzniknout neopatrnou manipulací.
27. Při přelévání a práci s hořlavými kapalinami je nutno zabezpečit dobré odvětrání vzniklých par.
28. Odpad hořlavin a olejů je zakázáno vylévat do kanalizace, k likvidaci se používá určených nádob.
29. Louhy a kyseliny je možno vylévat do kanalizace jen po důkladném zředění vodou (1:30).
30. Při práci se sklem je třeba chránit se před pořezáním použitím ochranných pomůcek. Střepy a jiné odpadky s ostrými hranami musí být odkládány do nádob zvlášť k tomu určených (označeny nápisem „SKLO“).



31. Všechny závady, které se vyskytnou během práce, je nutno, okamžitě hlásit vedoucímu cvičení nebo instruktorovi.
32. Každé poranění, poleptání, požití látky, stejně jako bolesti hlavy, hučení v uších a jiné příznaky je **nezbytně nutné** neprodleně hlásit. Veškeré úrazy, poleptání, otravy apod. je nutno evidovat.
33. Po skončení práce uzavřít vodu, vypnout plyn, vypnout elektrické spotřebiče a uvést pracoviště do původního stavu. Zkontrolovat, zda jsou uzavřeny všechny nádoby s chemikáliemi.
34. Před opuštěním laboratoře po skončení práce je posluchač povinen předat pracovní místo vedoucímu cvičení nebo instruktorovi.
35. Práce v chemické laboratoři je **zakázána** ženám těhotným a matkám do konce 9. měsíce po porodu ve smyslu výnosu ministerstva školství ČSR č. 33/1974. Posluchačka je povinna vedoucímu cvičení okamžitě oznámit graviditu.

## **1.2 Bezpečnost práce s elektrickým zařízením**

1. Při práci s elektrickými přístroji smí posluchač vykonávat pouze úkony uvedené v příslušném návodu ve skriptech. Jiné činnosti smí vykonávat pouze na přímý příkaz vedoucího cvičení.
2. Osoby bez elektrotechnické kvalifikace mohou samostatně obsluhovat pouze jednoduchá elektrická zařízení provedená tak, že při obsluze nemohou přijít do styku s částmi pod napětím.
3. Obsluhující se smí dotýkat jen částí, které jsou pro obsluhu určeny a musí k nim mít volný přístup.
4. Obsluhující se nesmí dotýkat elektrických zařízení mokřýma rukama.
5. Elektrické přístroje je nutno chránit před vlhnutím.
6. Při požáru hasíme elektrická zařízení pod proudem nejčastěji sněhovým hasicím přístrojem, nikdy ne vodou.
7. Změny na elektrickém zařízení (např. výměna žárovky, pojistek, přepojování vodičů, ...) provádíme vždy ve stavu bez napětí.
8. Udržovat, opravovat a rozšiřovat instalace, které přivádějí elektrickou energii na pracovní místo až do přístroje, smějí jen osoby tím pověřené a s potřebnou kvalifikací.

## **1.3 První pomoc při úrazech**

I při nejvyšší opatrnosti a dodržování všech bezpečnostních předpisů pro práci v chemické laboratoři dochází někdy k větším či menším úrazům. Základní pravidla poskytování první pomoci si proto musí osvojit každý pracovník laboratoře, aby mohl poskytnout pomoc nejen spolupracovníkům, ale i sobě. Laik smí ovšem poskytovat pouze první pomoc, která nenahrazuje lékařské ošetření. Při všech úrazech a zraněních je nutné postiženého po poskytnutí první pomoci ihned odeslat k lékařskému ošetření, lékaře přivolat nebo zajistit převoz do nejbližší nemocnice.

Pracovní úrazy, jimiž byla způsobena smrt nebo pracovní neschopnost trvající nejméně jeden den mimo den, kdy došlo k pracovnímu úrazu, podléhají registraci a organizace jsou povinny vést o nich evidenci v knize úrazů. Každý pracovník a student je **povinen hlásit tyto úrazy svému nejbližšímu nadřízenému nebo učiteli.**

Nejčastější zranění a úrazy v chemických laboratořích je možno rozdělit do následujících skupin:

1. Popáleniny
2. Poleptání a popálení chemikáliemi
3. Poranění rozbitým sklem
4. Otravy jedovatými látkami
5. Jiné náhlé příhody

## Popáleniny

Při poskytování první pomoci je velmi důležité zabránit vstupu infekce do postižené tkáně, zvláště u popálenin rozsáhlých a hlubokých. Na popálená nebo opařená místa se nesmí sahat. Popáleniny v chemické laboratoři **nikdy** neumýváme vodou. Popáleninu správně ošetříme tak, že zhotovíme sterilní krycí obvaz a dopravíme postiženého do nemocnice. Popálenému dáváme pít velké množství tekutin, zásadně však ne alkoholické nápoje.

V případě vznícení oděvu je nutné energicky zabránit panice. Postižený nesmí pobíhat. Hořící oděv nejlépe uhasíme pomocí přikrývek nebo jiných oděvů. Pokud je uhašený oděv přilepen k pokožce, nesmí se nikdy strhávat, celá popálená část i s oděvem se zahalí do čistého prostěradla (ručníku, košile apod. ) a zajistí se převoz postiženého do nemocnice.

## Poleptání

Zasažené místo **ihned** oplachujeme silným proudem vody a potom postižené místo oplachujeme neutralizačním roztokem. Polité oděv se musí co nejrychleji odložit a to ještě před použitím oplachů a neutralizačních prostředků.

Neutralizační roztoky:

- při poleptání kyselinami: 2% roztok  $\text{NaHCO}_3$
- při poleptání hydroxidy: 2% roztok  $\text{H}_3\text{BO}_3$

Při potřísnění očí leptajícími látkami se musí otevřené (i násilím) oči ihned vyplachovat velkým množstvím vody, a to nejméně 10-15 minut. **Voda nesmí při proplachování téci z kontaminovaného oka do čistého!** Nepokoušíme se o žádnou neutralizaci v oku! Na oči dáme po oplachu sterilní hydrofilní mule, zavážeme a postiženého **v každém případě odvezeme k lékaři nebo do nemocnice !**

Při požití kyseliny nebo hydroxidu se pokusíme ihned vyvolat zvracení. Za 10–15 minut po požití se již o vyvolání zvracení nesnažíme. Ihned musíme postiženému podat neutralizační prostředek:

- při požití kyselin - větší množství suspenze  $\text{MgO}$  v ledové vodě
- při požití hydroxidů - větší množství 1% roztoku octové kyseliny nebo ledově ochlazené zředěné citrónové šťávy.

## Poranění rozbitým sklem

Poranění očí: Oči převážeme sterilním obvazem s měkkou podložkou tak, abychom zabránili pohybu víčka a poraněného dopravíme k očnímu lékaři. **Laik nesmí do poraněného oka nikdy zasahovat! Zaseknutý předmět nikdy nevytahujeme!**

Řezné rány ošetříme přiložením sterilního krycího obvazu. Na krvácející ránu nikdy nepřikládáme pouze vatou, ale nejprve ránu překryjeme sterilní gázou a teprve na gázu přiložíme vatou.

V případě poranění tepen a žil poraněnou končetinu zvedneme, aby nastalo co největší odkrvení poraněné oblasti a přímo na ránu přiložíme sterilní tlakový obvaz. Zcela výjimečně, při poranění velké tepny, je nutné použít pružného gumového škrtidla, které se přikládá směrem k srdci, tj. nad ránu. Stažení škrtidla musí být takové, aby krvácení ustalo. Zapíšeme přesný čas přiložení škrtidla, pak již škrtidlo nepovolujeme. **Postiženého je nutno ihned dopravit k ošetření do nemocnice!**

## Otravy jedovatými látkami

Informace o jedovatých a zdraví škodlivých látkách lze nalézt například ve studijním materiálu: J. Paleček, J. Palatý: Toxikologie, hygiena a bezpečnost práce v chemii. VŠCHT v Praze, Praha 1991.

V následujícím přehledu jsou uvedeny toxické a jiné nebezpečné vlastnosti zejména těch látek, s nimiž je možný kontakt v laboratoři anorganické chemie. Příznaky otravy bývají jasně patrné u dráždivých látek (postižení očí, dýchacích cest, kůže, zažívacího traktu), zatímco u řady jiných látek se nemusí intoxikace okamžitě rozpoznat. V řadě případů se však účinky látek na organismus projeví až po určité době. Proto příznaky nevolnosti při (a **po**) práci je nutno konfrontovat s možností předchozího kontaktu s toxickými látkami.

### 1.4 Vybrané prvky a jejich nebezpečné vlastnosti

#### 1. skupina PSP\*

Vysoká reaktivita alkalických kovů vyžaduje při práci s nimi maximální opatrnost a používání ochranných pomůcek. Přímý kontakt s pokožkou může způsobit vážné místní popáleniny, v případě očí i oslepnutí. Reagují extrémně silně s vodou za vzniku silně zásaditých hydroxidů, vodíku a vývoje tepla. V přítomnosti vzduchu dochází obvykle k explozi (třaskavá směs). Alkalické hydroxidy (louhy) zmýdelňují tkáň, působí hloubkově za tvorby bolestivých destrukcí, rány se velmi dlouho a špatně hojí. Zásaditost hydroxidů stoupá od lithného k cesnému.

#### Vodík

Jako plyn je zápalný, se vzduchem tvoří výbušné směsi, jinak je netoxický.

#### Lithium

V těle se vyskytuje ve stopách, nemá biologický význam. Nadbytek iontu  $\text{Li}^+$  se projevuje únavou, poruchami zraku, nespavostí a depresemi. Používá se k léčení v psychiatrii.

#### Sodík

---

\* PSP = periodický systém

Biogenní prvek, reguluje objem krve a udržuje rovnováhu kapalin a tlaku vně a uvnitř buněk. Má významný vliv na přenos nervových impulsů, srdeční činnost, metabolismus cukrů a proteinů.

**První pomoc**\* : Iribas, Irices

#### Chlorid sodný

Nepředstavuje akutní nebezpečí. Řídí rovnováhu kyselin a zásad, aktivizuje esenciální enzymy a tvorbu HCl v žaludku potřebnou pro trávicí proces. Doporučená denní dávka je 3-7 g. Přebytek NaCl způsobuje vznik vysokého krevního tlaku. Jednorázová toxická dávka je 200 – 280 g pro člověka o hmotnosti 70 kg.

**První pomoc:** Iritat, Nasaka

### Draslík

Biogenní prvek, nenahraditelný sodíkem, mimo jiné ovlivňuje srdeční činnost.

**První pomoc:** Iribas, Irices

#### Chlorid draselný

Po požití způsobuje křeče a nepravidelnou srdeční činnost. Otrava již po jednorázovém požití cca 15 g.

**První pomoc:** Kalaka

### Rubidium a jeho soli

Jsou z toxikologického hlediska shodné s draslíkem.

**První pomoc:** Iribas, Irices

### Cesium a jeho soli

Podobné jako u sodíku, větší dávky způsobují atrofii dýchacích cest.

**První pomoc:** Iribas, Irices

## 2. skupina PSP

### Hořčík

Prvek nezbytný pro život, důležitý pro průběh řady enzymatických reakcí. Jeho nedostatek v organismu se projevuje podobně i u vápníku. Z toxikologického hlediska není významný. Poranění způsobená a znečištěná kovovým hořčíkem se těžce hojí (záněty). Hydroxid a síran hořečnatý se někdy používají jako projímadla (laxativa). Oxid hořečnatý dráždí oči a sliznice dýchacích cest.

**První pomoc:** Iritat

### Vápník

---

\* uvedené zkratky používí Marhold, na straně 22 a následujících je pod těmito zkratkami uveden přehled prvních pomocí.

V posledních letech byla prokázána bioregulační funkce vápenatých iontů, které se účastní vitaminy a hormony. Jejich hladina v krvi je přísně regulována (nedostatek vede ke křečím, přebytek k obrnám). Hydroxid a oxid vápenatý působí dráždivě, místně poškozují tkáně (vznikají pupínky a vřídky, které se špatně hojí). Při zasažení očí vápenou vodou může dojít k vážnému poškození (až oslepnutí). Nadýchání prachu může způsobit zánět plic.

**První pomoc:** Iribas

## Stroncium

Při požití je jedovatost jeho sloučenin relativně malá, protože se obtížně vstřebávají do organismu. V řadě případů jsou účinky analogické jako u barya. Stroncium má několik radioaktivních izotopů, které se ukládají v kostech podobně jako vápenaté ionty a porušují krve tvorbu. Hydroxid a oxid strontnatý jsou silnější zásady než analogické sloučeniny vápníku.

### Chlorid strontnatý

$\text{SrCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  při intravenosní aplikaci je u zvířat méně jedovatý než chlorid vápenatý a řádové méně jedovatý než chlorid barnatý.

**První pomoc:** Iritat, Zyxter,

## Baryum

Při požití rozpustných solí vyvolává těžké a smrtelné otravy. Příznaky akutní otravy: slinění, průjemy, zvracení, ztráta rovnováhy, poruchy řeči, zraku, sluchu, v pozdějším stadiu selhání oběhu (často spojeno s cyanózou). Dochází ke krvácení do zažívacího traktu, ledvin a k vážnému poškození jater. Chronické otravy jsou vzácné. Projevy: slabost, hubnutí, záněty sliznice v ústech, vypadávání vlasů a obočí. Negativní vliv na generativní funkci obou pohlaví. Hydroxid a oxid barnatý viz analogické sloučeniny vápníku. Síran barnatý je nerozpustný ve vodě a v kyselinách, tudíž je relativně netoxický, nalezl použití v medicíně při vyšetřování zažívacího traktu.

**První pomoc:** Bamelo, Iritat

## 13. skupina PSP

### Bor

Jeho sloučeniny se používají v medicíně: místně jako desinfekce, léky pro hubnutí, léčba epilepsie. Při nesprávné aplikaci dochází často k otravám. Projevy otravy: zvracení, průjemy, bolesti břicha, bolesti hlavy, útlum či agresivita, křeče. Při chronických otravách se kumuluje v mozku, játrech a kostech.

### Kyselina trihydrogenboritá

Tříprocentní roztok se používá jako tzv. borová voda. Nejčastější příčiny otrav jsou způsobeny při záměně nebo vstřebáním z masť. Smrtící dávka pro dospělé je 15 g, pro děti 2 g.

**První pomoc:** Bonatec

### Dekahydrát tetraboritanu disodného (borax)

Toxicita srovnatelná s kyselinou boritou.

**První pomoc:** Bonatec

## Hliník

Vyazuje pro člověka velmi malou toxicitu. V případě poruchy funkcí ledvin, však nedochází k jeho vylučování z těla, je neurotoxický. Hlavní projev otravy jsou poruchy řeči, demence označovaná jako Alzheimerova nemoc a záchvaty. Inhalace velmi jemného prachu vede k suchému kašli, nálezy na plicích jako při silikóze. Může se objevit kožní alergie.

**První pomoc:** Zyxter

### Oxid hlinitý

Existuje v několika přírodních i umělých formách. Při požití je pokládán za neškodný. Z inhalace dýmů při výrobě brusných materiálů na bázi korundu se popisuje vážné plicní onemocnění. Je známo několik tragicky skončených případů. Po expozici prachu dochází někdy i k perforaci nosního septa. Je karcinogenní.

**První pomoc:** Zyxter

## 14. skupina PSP

### Uhlík

Grafit ve formě prachu může způsobit bolesti hlavy, kašel (černé hleny), dechové obtíže, příp. až invaliditu.

### Oxid uhelnatý

Zákeřný jed, protože není detekován smyslovými orgány. Hlavním účinkem CO je přeměna hemoglobinu na karboxyhemoglobin, takže v plicích nedochází k přenosu kyslíku z vdechovaného vzduchu do krve a dochází k dušení organismu. K hemoglobinu se CO váže 200–300krát silněji než kyslík. Akutní otrava – smrt během několika vteřin. Menší expozice: bolesti hlavy, bušení krve v hlavě, tlak na prsou. Mladší lidé jsou na CO citlivější, zvláště těhotné ženy.

**První pomoc:** Asatra

### Kyanovodík, kyanidy

Vstřebávání inhalací, požitím i vstřebáváním kůží, smrtelná dávka 0,04–0,3 g. Silně dusivý účinek (analogie oxidu uhelnatého). Přítomnost HCN se projeví hořkoman-dlovým zápachem.

**První pomoc:** Asacyn

### Oxid uhličitý

Není toxický, ale jeho vysoký obsah ve vzduchu vede ke snížení obsahu kyslíku ve vzduchu. Důsledkem je prohloubení a zrychlení dýchání, při 10 objemových procentech CO<sub>2</sub> ochrnutí dýchání. Při kontaktu s tuhým CO<sub>2</sub> (suchý led) dochází k místnímu omrznutí (teplota – 78°C).

**První pomoc:** Asanox

### Sirouhlík

Bezbarvá hořlavá kapalina, bod varu 46 °C, tvořící se vzduchem výbušnou směs. Otravy vznikají při inhalaci par. Akutní otrava: bolesti hlavy, neklid, bezvědomí až smrt. Chronická otrava: únava, snížená chuť k jídlu, hubnutí, neuróza, poruchy

spánku, postižení CNS. Se sirouhlíkem je nutno pracovat v zapnuté digestoři a lahvičku s kapalinou pečlivě uzavírat, spoj hrdla nádoby a víčka přelepovat.

**První pomoc:** Cendep

## Olovo

Otrava olovem je někdy označována jako saturnismus nebo plumbismus a je pokládána za nejstarší a dosud nejdůležitější průmyslovou otravu. Akutní otrava olovem či jeho sloučeninami je vzácná, mezi akutní a chronickou otravou není podstatných rozdílů v příznacích. Při požití většího množství rozpustných sloučenin olova je popisována salivace (slinění), kovová chuť v ústech, nevolnost, kolikovitě bolesti břicha a zvracení, poškození červených krvinek, ledvin a jater, nervového systému, cév a svalstva, u dětí psychické změny. Hromadí se v kostech, je podezření na karcinogenitu plic a ledvin, teratogenní a embryotoxické účinky. Kovové olovo je nad 600°C těkavé, proto je nebezpečné vdechování par nad roztaveným olovem a jeho slitinami. Všechny rozpustné sloučeniny olova jsou vysoce toxické.

### Octan olovnatý

Používá se na obklady. Po požití je toxický. Těžkou otravu vyvolají již 2 g, Smrtelná dávka pro dospělého člověka je cca 20 g. Je karcinogenní.

**První pomoc:** Pubano

### Dusičnan olovnatý

Kromě účinků olovnatých iontů přistupují i účinky dusičnanových aniontů. Dusičnany (Na, K) jsou podstatně méně toxické než dusitany. V těle se dusičnany redukují z části na dusitany. Koncentrované roztoky dusičnanů působí leptavě na pokožku, po požití velkých dávek vzniká katar gastrointestinálního traktu, dysfunkce ledvin. Projevy otravy: slabost, bolesti hlavy, cyanóza.

**První pomoc:** Pubano

### Oxid olovnatý

Pro vznik chronické otravy olovem je nebezpečnější než kovové olovo a ostatní sloučeniny olova s výjimkou uhličitánu a síranu.

**První pomoc:** Pubano

## 15. skupina PSP

### Dusík

Toxikologicky jsou nejvýznamnější oxidy dusíku, amoniak, dusitany a dusičnany (a dále kyanidy, které již byly diskutovány u uhlíku).

### Amoniak (čpavek)

Dráždivé účinky, koncentrace 3500 mg/m<sup>3</sup> způsobuje okamžitou smrt (zástava dechu). Vodný roztok leptá sliznice, při zasažení očí možnost oslepnutí. Při požití leptá zažívací trakt, způsobuje tzv. toxickou hepatitidu (žloutenku) a zánět ledvin. Smrtelná dávka je cca 20 g desetiprocentního roztoku.

**První pomoc:** Iribas

### Kyselina dusitá a dusitany

Zvracení, bolesti hlavy a břicha, cyanóza, bezvědomí. Karcinogeny. Smrtná dávka je 4 g.

**První pomoc:** Iridac

### Kyselina dusičná a dusičnany

Méně toxické než dusitany a kyselina dusitá, avšak v těle se zčásti redukuje na dusitany. Leptavé účinky, katar gastrointestinálního traktu, dysfunkce ledvin. Slabost, bolesti hlavy, cyanóza.

**První pomoc:** Iridac

## Fosfor

Červená modifikace je považována za prakticky nejedovatou. Bílá modifikace je samozápalná, na kůži působí těžce se hojící popáleniny. Akutní otrava: pálení v hrdle, bolesti břicha. Po inhalaci par (dlouhá doba latence): žaludeční nevolnost, zvracení, krvavé průjmy, zvětšení jater a žloutenka. Smrtná dávka pro dospělého člověka je cca 70 mg bílého fosforu (srovnatelné s kyanidy).

**První pomoc:** Porome

### Oxid fosforečný

Dráždivé účinky při inhalaci prachu.

**První pomoc:** Iridac, Poreme

## 16. skupina PSP

### Kyslík

Biogenní prvek, ve vysoké koncentraci působí při vdechování obtíže. Projevy: bolesti hlavy, dráždění sliznic a plic.

### Peroxid vodíku

Silné oxidační činidlo, poškozuje tkáň, nebezpečný pro oči. Tříprocentní vodný roztok se používá jako desinfekční činidlo.

**První pomoc:** Iritat

### Síra

Esenciální prvek. Síra sama je nejedovatá, existuje však řada toxických sloučenin.

### Oxid siřičitý

Rozpoznatelný při koncentraci 2 mg/m<sup>3</sup> (sladká chuť v ústech). Dráždí horní cesty dýchací (až edém plic). Chronická expozice ovlivňuje krvetvorbu, metabolismus glycidů, způsobuje rozedmu plic, ovlivňuje menstruační cyklus žen.

**První pomoc:** Iridac

### Oxid sírový



Silnější dráždivé účinky než oxid siřičitý.

**První pomoc:** Iridac

#### Kyselina sírová

Silná kyselina s dehydratačními schopnostmi, leptá pokožku a sliznice, vzniklé rány se těžko hojí (pozor na oči). Při požití dochází k poleptání jícnu, žaludku, často vážné poškození zdraví až smrt. Aerosol dráždí horní cesty dýchací, oční sliznice, poškození zubů, vředy, záněty pokožky.

**První pomoc:** Iridac

#### Sírany

Vesměs netoxické, používají se jako projímadla.

**První pomoc:** Iridac

## 17. skupina PSP

### Chlor

Dráždí oči a horní cesty dýchací, způsobuje edém plic (bojový plyn).

**První pomoc:** Iridac

#### Chlorovodík a kyselina chlorovodíková

Intenzivní místní dráždivé účinky.

**První pomoc:** Iridac

#### Chloridy

Životně důležitá součást potravy. V případě toxicity přichází v úvahu toxicita kationtu.

**První pomoc:** Iridac, Iritat

#### Chlornany:

Uvolňují chlor. Korosivní a dráždivé účinky.

**První pomoc:** Closus

#### Chlorečnany:

S organickými látkami tvoří výbušné směsi. Dráždí kůži a sliznice, řadí se mezi silné krevní toxiny (methemoglobinemie).

**První pomoc:** Iritat

### Brom

V parách téměř stejné účinky jako chlor. Kapalný při potřísnění způsobuje popáleniny. Potřísněné místo je nutno rychle umýt vodou a namazat glycerolem.

**První pomoc:** Broide

### Bromičnany

Jedovatější než chlorečnany. Hemolýza (rozklad krve), poškození jater, ledvin a CNS.

**První pomoc:** Broate

### Jod

Esenciální prvek. Nedostatek vede k duševní a tělesné zaostalosti. Inhalace par má silnější účinky než chlor. Smrtná dávka pro člověka je 2 g.

**První pomoc:** Jodeme

### Jodidy

Při chronickém působení je pozorována zvýšená funkce štítné žlázy, hubnutí, poruchy spánku a srdeční činnosti.

**První pomoc:** Jodide, Kalaka

## **Vybrané kovy**

### Chrom

Esenciální prvek, zasahující do metabolismu cukrů a tuků. Sloučeniny chromnaté a chromité jsou prakticky netoxické, některé mají místní leptavé účinky. Sloučeniny Cr(VI) jsou toxické, mutagenní a karcinogenní. Protijedem je askorbová kyselina (vitamín C), která je převádí na sloučeniny Cr(II) a Cr(III). Akutní otrava: Leptavě na gastrointestinální trakt, poškození ledvin (bílkoviny, cukr a krev v moči) a jater. Chronická otrava: leptání až proděravění nosní přepážky, vředy a nádory.

**První pomoc:** Crmate

### Dichromany

Viz sloučeniny Cr(VI). Smrtná dávka dichromanu draselného pro dospělého člověka je 2 g.

**První pomoc:** Crmate

### Kobalt

Esenciální prvek, obsažený ve vitamínu B12, který ovlivňuje tvorbu červených krvinek. Akutní otravy jsou velmi vzácné – po požití průjmy, bolesti žaludku. Inhalace prachu vede k bronchitidám. Chronické otravy se projevují poškozením jater, ledvin a astmatem. Některé sloučeniny kobaltu jsou podezřelé z karcinogenity.

**První pomoc:** Cobelo

### Mangan

Esenciální prvek ovlivňující krvetvorbu. Jedovatý, způsobuje závažná nervová onemocnění. Akutní otrava je méně důležitá než chronická (manganismus). Chronické příznaky: únava, nechutenství, ospalost, neklid, sexuální poruchy, špatná nálada, vznětlivost až agresivita, později ztráta rovnováhy a schopnosti koordinovat pohyb, poruchy řeči, paměti, zraku a další.

### Manganistan draselný

Silné oxidační činidlo. Působí místní poškození tkání, poškozuje funkci ledvin. Smrtelná dávka je 5 g.

**První pomoc:** Angelo, Angepi

## Měď

Esenciální prvek, který je obsažen v některých metaloenzimech. U dětí se nedostatek projevuje fyzickou a duševní retardací (Mankesova choroba). Toxické jsou rozpustné soli. Akutní otrava: žaludeční obtíže, apatie, křeče, koma až smrt. Expozice prachu oxidu měďnatého vyvolává horečku s příznaky podobnými chřipce (tzv. horečka slévačů).

### Pentahydrát síranu měďnatého (modrá skalice)

Silné emetikum (1 g vyvolá zvracení). Při vyšších obsazích Cu v krvi dochází k poškození ledvin (projevy jako žloutenka). Na pokožku působí dráždivě: svědění až záněty. Může způsobit zánět spojivek.

**První pomoc:** Cupalo, Iritat

## Nikl

Z toxigologického hlediska je řazen mezi významné jedy. Při kontaktu s pokožkou způsobuje vznik vyrážek. Akutní otrava má za následek poškození zažívacího traktu, cév, ledvin, srdce a CNS. Chronické otravy: onemocnění pokožky, alergie, rakovina plic, nosní přepážky a vzácněji hltnu.

**První pomoc:** Ikelo

## Rtuť

V parách je velmi škodlivá. Odpařuje se již při pokojové teplotě. Páry se snadno vstřebávají plicemi a kovová rtuť pokožkou. Příznaky chronické otravy: vzrušenost, deprese, návaly krve, třes, poruchy řeči, slinění, šedomodrý lem na dásních, halucinace, poruchy centrálního nervového systému. Na rozdíl od rozpustných rtuťových solí není polknutí kovové rtuti životu nebezpečné. Při otravě sloučeninami rtuti jsou v popředí příznaky žaludeční (zvracení s krví) a poškození ledvin (zástava močení).

**První pomoc:** Merano

## Stříbro

Kov není toxický. Sloučeniny mají leptavé účinky na kůži a sliznice. Chronické expozice vyvolávají argyrii = nevratné usazování Ag v různých orgánech, sliznici a kůži.

### Dusičnan stříbrný (lapis)

Leptá kůži, po požití je toxický (dusičnan).

**První pomoc:** Angelo, Iritat

## Zinek

Esenciální prvek, součást některých enzymů. Nedostatek Zn způsobuje špatné hojení ran, malý vzrůst, opožděnou pubertu. Při práci s roztaveným Zn a jeho slitinami se projevuje profesionální otrava, označovaná jako horečka slévačů s několikahodinovou latencí, jejíž

příčinou je alergická reakce na bílkoviny denaturované působením dýmů ZnO. Tato intoxikace je známa i u dalších kovů, např. Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Sn. Otrava: Sladko v ústech, kašel, únava, bolesti hlavy, třesavka, horečnaté stavy. Rozpustné sloučeniny Zn mají leptavé a po požití emetické účinky.

**První pomoc:** Iritat, Zinelo

## Železo

Biologicky významný prvek, důležitý pro krve tvorbu a přenos kyslíku (hemoglobin).

### Oxid železnatý a železitý

Při inhalaci dráždí horní cesty dýchací, chronická otrava sideróza, nebezpečí vzniku rakoviny plic.

**První pomoc:** Femelor

## Vybrané organické sloučeniny

### Ethanol

Bezbarvá, čirá kapalina, příjemného alkoholického zápachu a chuti. Akutní toxická dávka je per os u dospělých 6 až 8 g na kg tělesné hmotnosti, u dětí asi 3 g/kg. Je psychotropní látkou působící na CNS, poškozují cévy, srdeční sval, játra. Při těžkých intoxikacích může dojít ve stavu hluboké narkózy k zástavě dechu. Tento stav vyžaduje bezprostřední lékařský zásah.

**První pomoc:** Cendep, Iritat

### Octová kyselina

Má charakteristický „octový“ zápach, bod varu 118 °C. Obchodní kyselina určená k chemickým laboratorním účelům má koncentraci 99,5 %, zředěná lékopisná 6 %, obvyklá koncentrace potravinářského octa je 8 %.

Octová kyselina, její páry, roztoky nebo aerosol mají výrazný místní dráždivý účinek.

Pobyt v atmosféře obsahující páry nebo aerosol octové kyseliny vyvolává pálení očí, zarudnutí spojivek (ve vyšší koncentraci křeč víček, svědění v nose, pálivý pocit na patře a na prsou, nucení ke kašli, při větší expozici laryngitidu (zánět hrtanu), bronchitidu, zánět sliznic průdušek, při další expozici edém plic).

Koncentrovaná octová kyselina je schopna způsobit při vniknutí do očí trvalé zakalení rohovky (denaturuje její bílkoviny).

Delší působení i malých koncentrací octové kyseliny v atmosféře poškozují povrch zubů a zvyšuje jejich kazivost. Při požití koncentrované octové kyseliny se pokládá za smrtící několik desítek mililitrů.

**První pomoc:** Iritat

### Vinná kyselina

Je toxikologicky nezávadná.

## Diethylether (ethylen, ether)

Ethylether má výrazný narkotický účinek a nevelký účinek dráždící. Při požití vyvolává opilost daleko rychleji než alkohol, její trvání je však kratší. Smrt způsobuje požití asi 25 až 50 ml etheru. Nebezpečí představuje i roztažení žaludku tlakem par. Akutní otrava inhalační je obdobná opilosti. Chronická otrava se projevuje neurotickými obtížemi: ztrátou chuti k jídlu a žaludečními nevolnostmi, bolestmi hlavy, spavostí. Kůži ethylether vysušuje a lehce dráždí.

**První pomoc:** Cendep, Iritat

## Fenolftalein

Bezděčně objevený projímavý účinek fenolftaleinu (byl přidáván do vína) učinil z něj velmi široce používané laxativum (projímadlo). Po perorální dávce 50–250 mg se účinek dostavuje za 6 – 8 hodin. Účinkuje převážně na tlusté střevo a částečně se vstřebává, děti přežily dávky až 8 g. Vzácně vyvolal alergické kožní reakce po požití i po místní aplikaci.

**První pomoc:** Zyxter

## Methyloranž

U psů vyvolávají větší dávky methyloranže zvracení. V seznamech karcinogenů vedena není. Používá se též jako fungicid (Dexon). U lidí přímo kůži nedráždí, může však vyvolávat ekzémy. U dospělého člověka je jednorázová smrtící dávka při požití asi 3, 5 g.

**První pomoc:** Zyxter

## 1.5 Vysvětlení použitých toxikologických zkratk

### Angelo

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru vlažné vody nebo mléka či vody s rozmíchanými bílky (2-4 bílky do 1/2 litru) a snažit se o vyvolání zvracení.			Úplný tělesný klid, lékařská kontrola.

### Angepi

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru vlažné vody nebo mléka s rozmíchanými bílky (2-4 na 1/2 litru) vyvolat zvracení, pak podat 10 tablet aktivního uhlí (adsorbuje chlor vznikající v žaludku reakcí $\text{KMnO}_4$ s $\text{HCl}$ ).	Rychlý a důkladný výplach vodou.		

### Asacyn

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Rychle vypít přes 1/2 litru (vlažné) vody nebo (lépe, avšak jen tehdy, neznamená-li to větší zdržení) roztok $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (asi 5 vrchovatých lžiček do litru vody) a snažit se o vyvolání zvracení (drážděním hrdla).	Velmi rychle a důkladně vypláchnout oči.	Omýt kůži vodou, pak kůži omýt vodou a mýdlem nebo zředěným (20%) alkoholem a převléknout.	Vynést postiženého na čistý vzduch a nedýhá-li dostatečně sám: umělé dýchání (pozor, aby se neotrávil záchrance) a je-li k dispozici amylnitrit (roučky Amylium tutrosum Spofa), dát ho co nejdříve postiženému vdechovat.

### Asanox - dušení

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
			Rychle (avšak s ohledem na vlastní bezpečnost) dostat postiženého na čerstvý vzduch, zajistit průchodnost dýchacích cest. Nedýhá-li dostatečně sám: začít umělé dýchání. Nepracuje-li srdce: masáž srdce. Vytrvat v umělém dýchání a případné masáži srdce do příchodu lékaře.

### Asatra

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
			Přenést postiženého na čerstvý vzduch. Zvrací-li, dbát, aby nevdechoval zvratky (poloha s hlavou na stranu). Je-li v bezvědomí, odstranit překážky dýchání (hleny ev. umělý chrup), tlačit dolní čelist vpřed, nedýhá-li sám: umělé dýchání (vytrvat!), nepracuje-li srdce: masáž srdce.

**Bamelo**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru vody nebo (lépe) roztoku Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Karlovarská sůl) nebo MgSO <sub>4</sub> (obojího asi 1 vrchovatá lžice do 1/2 litru vody) a snažit se o vyvolání zvracení (drážděním hrdla), nedopustit procházení, úplný tělesný klid, nedopustit prochlazení.			

**Bonatec**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru vody nebo suspence aktivního uhlí (asi 5 lžiček nebo 10 tablet na 1/2 litru) a snažit se o vyvolání zvracení.		Zasažené místo důkladně opláchnout vodou a kůži omýt vodou a mýdlem nebo roztokem NH <sub>4</sub> Cl (3 vrchovaté lžice do litru vody).	

**Broate**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru vlažné vody nebo (lépe) roztoku Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (asi 5 lžiček do litru vody) a snažit se o vyvolání zvracení (drážděním hrdla).			

**Broide**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1 litr slané vody obsahující 5 lžic NaCl na 1 litr, drážděním hrdla vyvolat zvracení.			

**Cendep**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Je-li postižený při vědomí: Vypít asi 1/2 litru vlažné vody, slané vody nebo sodovky a drážděním hrdla vyvolat zvracení. Po zvracení podat černou kávu. Je-li vědomí výrazně porušeno: nepokoušet se o vyvolání zvracení, pečovat o průchodnost dýchacích cest (poloha s hlavou na stranu, vyjmout předměty z úst, zaklonit hlavu a tlačít dolní čelist vpřed).	Rychlý a důkladný výplach vodou.	Kůži omýt vodou a mýdlem.	Přenést na čistý vzduch, pečovat o průchodnost dýchacích cest.

**Closus**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Neuplynula-li od požití doba delší než půl hodiny: vypít 1/4-1/2 litru vody nebo mléka s rozmíchaným bílkem nebo moukou (polévková lžice do 1/4 litru), vyvolat zvracení.	Oči důkladně vypláchnout vodou.	Důkladně omýt vlažnou vodou a mýdlem.	

**Cobelo**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít 1/2 litru vlažné slané vody (2 polévkové lžíce soli do 1/2 litru), snažit se vyvolat zvracení.			

**Crmate**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Ihned vypláchnout ústa vodou nebo mlékem. Neuplynulo-li od požití více než půl hodiny a je-li stav postiženého dobrý (bez větších bolestí břicha): vypít asi 1/2 litru vlažné vody nebo mléka a snažit se o vyvolání zvracení.	Rychle a důkladně vypláchnout vodou.	Důkladně omýt vodou a mýdlem.	

**Cupelo**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru vody nebo (lépe) mléka nebo roztok $K_4[Fe(CN)_6]$ (1 kávová lžička žluté krevní soli do 1/2 litru vody). O vyvolání zvracení se pokoušet jen do deseti minut po požití, pak již ne.	Rychlý a důkladný výplach vodou.	Kůži omýt vodou a mýdlem.	

**Femelor**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru mléka nebo mléka s 3 - 4 rozšlehanými bílky. Neuplynulo-li od požití více než asi hodina, snažit se o vyvolání zvracení.	Rychle a důkladně vypláchnout vodou.	Omýt vodou a mýdlem.	

**Ikelo**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2l litru vlažné vody nebo (lépe) mléka a snažit se o vyvolání zvracení.			

**Iribas**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Ihned vyplachovat ústa vodou nebo mlékem a bezprostředně po požití (do pěti minut) pokusit se o vyvolání zvracení drážděním hrdla po vypití 1/4-1/2 litru vlažné vody, mléka nebo zředěného (1:5) octa; později se o vyvolání zvracení již nepokoušet, později (po pěti minutách) nedávat pít žádné větší množství tekutin; má-li postižený žízeň, dát mu napít jen nezbytné co nejmenší množství mléka nebo zředěného (1 : 5 až 1 : 10) octa.	Vypláchnout co nejrychleji a co nejdůkladněji vodou; vyplachovat alespoň 10 minut, k dalšímu vyplachování použít borovou vodu, Opthal.	Rychle opláchnout vodou, rychle odstranit nasáklý oděv a obuv, je-li nutné, ostříhat zasažené vlasy nebo vousy; po opláchnutí vodou přiložit na zasažená místa obklad s roztokem citrónové kyseliny.	Přenést postiženého na čistý vzduch (nenechat ho chodit). Vodou nebo vlažnou borovou vodou vypláchnout oči a ústa nebo i nosní dutinu. Potom ev. převléci oděv, úplný tělesný klid na lůžku se zákazem kouření; každý případ po větší expozici předat pod dohled lékaře.



## Irisec

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
	<p>Pokusit se rychle mechanicky nebo odsátím filtračním papírem, čistou tkaninou o odstranění přiškvařených kousků (<b>neodstraňovat příliš hrubým násilím</b>) Pak opláchnout dostatečným množstvím vody ( 15-30 minut oplachovat), k otevření víčka použít i menší násili. <b>Nepokoušet se o neutralizaci ani asanaci!</b> Zavolat lékaře.</p>	<p>Potřísnění kůže</p> <p>Pokusit se rychle mechanicky nebo odsátím filtračním papírem, čistou tkaninou o odstranění přiškvařených kousků (<b>neodstraňovat příliš hrubým násilím</b>) Pak opláchnout dostatečným množstvím vody. Odstranit zasažený oděv, a je-li nutné tak ostříhat zasažené vlasy, vousy. Zasažená místa omýt vodou, mýdlem a opět vodou (1/2-2 hodiny).</p>	<p>Nadýchání</p>

## Iridac

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
<p>Ihned vyplachovat ústa vodou nebo (lépe) mlékem bezprostředně po požití (do pěti minut) je možno pokusit se o vyvolání zvracení drážděním hrdla po vypití 1/4-1/2 litru vlažné vody nebo mléka; později se o vyvolání již zvracení nepokoušet. Později (po deseti minutách) nedávat pít žádné větší množství tekutin; má-li postižený žízeň, dát mu napít jen nezbytného, co nejmenšího množství mléka nebo suspenze MgO (asi 3 lžičce MgO do ½ litru vody). Po případném omytí a převlečení úplný tělesný klid na lůžku. Nedávat NaHCO<sub>3</sub> (zaživací sodu)!</p>	<p>Zasažení očí</p> <p>Zasažené oči vypláchnout co nejrychleji a co nejdůkladněji vodou; vyplachovat alespoň 10 minut. Nepokoušet se o neutralizaci!</p>	<p>Potřísnění kůže</p> <p>Zasaženou kůži rychle opláchnout dostatečným množstvím vody, rychle odstranit nasáklý oděv a obuv. Je-li nutné, ostříhat zasažené vlasy nebo vousy; důkladně, avšak bez velkého mechanického dráždění omýt (vlažnou) vodou a mýdlem; po opláchnutí vodou přiložit na zasažená místa obklad s roztokem NaHCO<sub>3</sub> (asi 5–15 lžic NaHCO<sub>3</sub> do litru vody). Nesmí se dostat do očí! Klid na lůžku a výměna neutralizačních obkladů každých 10 minut. Po půl hodině je lze nahradit přikládáním kaše z NaHCO<sub>3</sub> navlhčeného vodou. Výměna neutralizačních obkladů po dobu 1 až 2 hodiny.</p>	<p>Nadýchání</p> <p>Jde-li o větší expozici (déle než minutu trvající kašel nebo pocit pálení na hrudi), přenést postiženého na čistý vzduch (nenechat ho chodit). Vlažnou vodou vypláchnout oči, ústa (vyndat případnou protézu či rovnátka) i nosní dutinu. Po případném převlečení úplný tělesný klid na lůžku. Zákaz kouření. Každý případ po větší expozici předat pod dohled lékaře.</p>

## Iritat

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
<p>Ihned ústa vypláchnout vodou nebo mlékem. Do 5-10 minut vypít cca 1/2 litru vlažné, příp. slané vody či sodovky, snažit se o vyvolání zvracení (drážděním hrdla). Později nedávat pít žádné větší množství tekutin, ale na žádost postiženého či při známkách šoku podat pouze malé množství vody či čaje. Omýt, převléct, úplný klid na lůžku.</p>	<p>Zasažení očí</p> <p>15–30 min vyplachovat vlažnou vodou, oko i násilím otevřít. Neprovádět žádnou neutralizaci v oku!</p>	<p>Potřísnění kůže</p> <p>Opláchnout vodou (záleží více na rychlosti než na čistotě a teplotě), oplachovat po dobu 30-120 min nebo do příchodu lékaře. Odstranit potřísněný oděv, obuv, ostříhat zasažené vlasy, vousy.</p>	<p>Nadýchání</p> <p>vynést na čistý vzduch, nedovolit kouřit, klid na lůžku, vypláchnout oči, ústa i nosní dutinu vlažnou vodou, vyklekat.</p>

**Jodeme**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2l litru mléka nebo vody s rozmíchaným škrobem (moukou) nebo s rozšlehanými bílky. <b>Nesnažit se o vyvolání zvracení.</b>	Rychlý a důkladný výplach vodou.	Omýt vodou nebo (lépe) roztokem Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (5 lžic do litru vody), opláchnout vodou.	Úplný tělesný klid, zákaz kouření, lékař.

**Jodide**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1 litr slané vody obsahující 5 lžic NaCl na 1 litr, drážděním hrdla vyvolat zvracení.			

**Kalaka**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1 litr slané vody obsahující 5 lžic NaCl na 1 litr, drážděním hrdla vyvolat zvracení.			

**Merano**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru vlažné vody nebo (lépe) roztoku Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (asi 5 kávových lžiček do 1/2 litru vody) nebo roztoku NaHCO <sub>3</sub> (3 kávové lžičky na 0, 5 litru vody) nebo vody s rozšlehanými bílky (3 bílky na 0, 5 litru vody). O vyvolání zvracení (drážděním hrdla) se intenzivně snažit jen asi do půl hodiny po požití. Co nejrychleji zařídit lékařské ošetření. Říct do telefonu přivolanému lékaři, že je nutná injekce BAL (= dimercaptol = dithioglycerin).			

**Nasaka**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Při požití velkého množství vypít asi 1 litr vlažné vody, drážděním hrdla se snažit vyvolat zvracení.			

**Porome**

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru vody nebo světle růžového roztoku KMnO <sub>4</sub> a snažit se o vyvolání zvracení (drážděním hrdla).		Opláchnout proudem vody, odstranit pinzetou ulpívající kousky fosforu; zasažené místo opláchnout důkladně zředěným (3% roztokem) H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; přikryt gázou nebo čistou tkaninou ve vrstvě asi 2 cm. <b>Nedávat žádnou mast!</b>	

### Pubano

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru vlažné vody nebo (lépe) roztoku Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (asi 3 kávové lžičky do 0,5 litru vody), drážděním hrdla se snažit vyvolat zvracení, pak podat asi 10 tablet aktivního uhlí. <b>NEPODÁVAT MLÉKO !!!</b>	Rychlý a důkladný výplach vodou.	Kůži opláchnout vodou, omýt vlažnou vodou s mýdlem a pak důkladně opláchnout vodou.	

### Zinelo

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
Vypít asi 1/2 litru vlažné vody (nebo lépe mléka), o vyvolání zvracení se drážděním hrdla snažit do 10 min po požití, pak už ne.	Rychlý a důkladný výplach vodou.	Omýt vodou a mýdlem, opláchnout vodou.	Čistý vzduch, výplach očí a úst vlažnou vodou. Úplný klid na lůžku, zákaz kouření.

### Zyxter

Požítí	Zasažení očí	Potřísnění kůže	Nadýchání
V případě nutnosti masáž srdce a umělé dýchání. V bezvědomí dbát o průchodnost dýchacích cest. Při poruše vědomí, náběhu ke křečím nebo při náznacích poruchy krevního oběhu (bledost, promodráání, slabý či nepravidelný tep, obtížné dýchání) klid na lůžku, nepokoušet se o vyvolání zvracení, udržet tělesnou teplotu. Při dobrém celkovém stavu (nejde-li o požití petroleje, benzínu, terpentýnu ani většího množství silné žíraviny) vypláchnout ústa vodou, vykloktat, vypít asi 1/2 litru vlažné vody a drážděním hrdla vyvolat zvracení.	Odstranit např. kapesníkem pevně nelpící tuhé částičky (zaseknuté střepy necháme na místě!) Odsát nastříkanou tekutinu. I násilím otevřít oko a po dobu 15–30 min proplachovat vlažnou vodou. <b>Nepokoušet se o neutralizaci.</b> Zavolat očního lékaře.	Opláchnout vodou, odstranit potřísněný oděv, obuv, případně ostříhat potřísněné vlasy a vousy.	Čistý vzduch, v případě nutnosti masáž srdce a umělé dýchání. Dbát o průchodnost dýchacích cest, udržovat tělesnou teplotu. Výplach očí, úst, nosní dutiny vlažnou vodou, vykloktat, omýt, převléknout, klid na lůžku, zákaz kouření.

## 1.6 Jiné náhlé příhody

### Mdloba

Postiženého uložíme v klidu a uvolníme těsné části oděvu. Je-li v obličeji rudý, položíme ho hlavou mírně nahoru. Je-li bledý, uložíme ho hlavou mírně dolů a nohy poněkud zvedneme (podložíme). Přikládáme studené obklady na čelo, případně postříkáme obličej a hrudník studenou vodou. Zajistíme dostatečný přívod čerstvého vzduchu, kontrolujeme dech a srdeční činnost a podle závažnosti voláme lékaře.

### Úrazy elektrickým proudem

Je-li někdo zasažen elektrickým proudem a dotýká se stále elektrického vedení, zajistíme ihned vypnutí proudu, tj. vypnutí pojistek, hlavního vypínače apod. Nelze-li proud vypnout, smíme se postiženého dotknout jen v tom případě, že jsme sami izolováni (dřevem, gumou apod. ).

V případě, že postižený je v bezvědomí, zjistíme ihned, zda nedošlo k zástavě dýchání a krevního oběhu. Pokud ano, zahájíme ihned kříšení a okamžitě přivoláme lékařskou pomoc. **V kříšení nesmíme ustát** (často jde jen o zdánlivou smrt, která může trvat i několik hodin). Smrt může konstatovat pouze lékař.

### Následující uvedené instrukce a pravidla se vztahují na dospělého člověka nikoli dítě!

- Umělé dýchání z úst do úst provedeme následně: Nejprve uvolníme dýchací cesty tzv. trojitým manévrem (záklon hlavy, otevření úst, předsunutí dolní čelisti) a odstraníme případné překážky v ústech či nose postiženého. Nezačne-li potom postižený sám dýchat, zahájíme umělé dýchání. Na ústa přiložíme resuscitační roušku a dvěma rychlými vdechy během 10 sekund (Nosní dírky postiženého je nutno rukou sevřít). Současně pohledem kontrolujeme zdvihání hrudníku, což je důkazem, že vdechnutý vzduch pronikl do plic (musí se zvedat hrudník, nikoliv břicho. Pokud se zvedá břicho, je nutno uvolnit cesty dýchací – zapadlý jazyk). Pak hmatáme tep na krční tepně. Je-li hmatný, pokračujeme v umělém dýchání rychlostí 1 vdech za 5 sekund.
- Nepřímá srdeční masáž: Postiženého uložíme na pevnou podložku. Levou ruku položíme prohnutou dlaní na hrudní kost postiženého tak, aby se prsty této ruky nedotýkaly žeber. Dolní okraj dlaně má být asi 3 cm nad hrotem mečovitého výběžku hrudní kosti. Pravou ruku položíme dlaní na levou. Napneme lokty a nakloníme se nad postiženého, aby tlak směřoval přímo dolů. Hrudník stlačujeme pravidelně, plynule a nepřerušovaně rychlostí asi 60x za minutu. Dlaně při stlačení musí klesnout asi o 3 cm pod původní polohu.
- Kombinace umělého dýchání a nepřímé srdeční masáže:

Střídá se 15 stlačení hrudníku (celkem asi za 11 sekund) a 2 rychlé vdechy.

Vzniklé popáleniny ošetříme, jak bylo uvedeno u popálenin.

### **1.7 Koncentrace některých žíravín, které se prodávají v lahvích**

Látka	Koncentrace hmotnostní (%)	Hustota (g/cm <sup>3</sup> )
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98 %	1,84
HNO <sub>3</sub>	65 %	1,527
HCl	35 %	1,267
CH <sub>3</sub> COOH	99 %	1,049
NH <sub>3</sub> - vodný roztok	25 %	0,00075
CS <sub>2</sub>	99,50 %	1,27

## 2 NÁVODY K ÚLOHÁM

### Upozornění

Součástí tohoto studijního materiálu je přiložené CD, na kterém jsou k většině úloh barevné fotografie sestavených reakčních aparatur, produktů reakce apod. nebo krátké videozáznamy (týká se především vybraných dějů a pokusů s toxickými látkami). Proto je v zájmu studentů se na něj podívat, aby se na práci v laboratoři připravili co nejlépe.

U schémat uvedených aparatur jsou uvedené odkazy na jejich barevné fotografie na CD. Dále na konci každé úlohy jsou uvedeny další odkazy na barevné fotografie, videa, které se vztahují k dané úloze.

### *I. Demonstrační úlohy*

#### Úloha 1 Chlor, jeho příprava a vlastnosti

**Chemikálie:** HCl (zředěná z koncentrovaného 35% roztoku v objemovém poměru 1:1),  $\text{KMnO}_4$ , NaOH,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

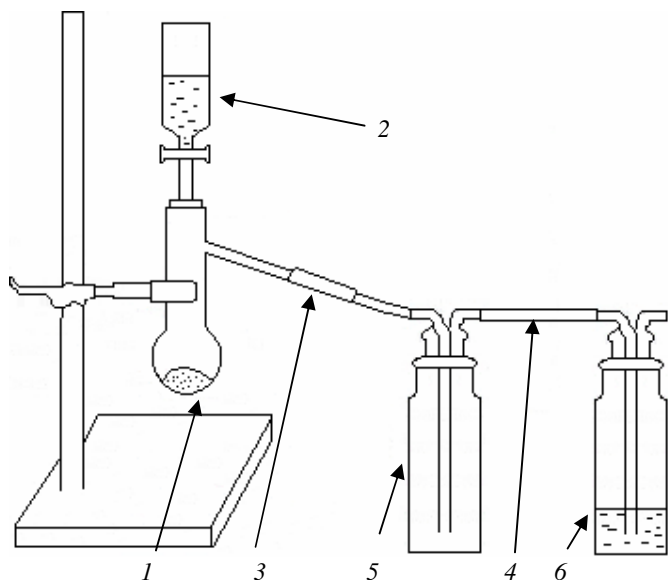
**Pomůcky:** 3 promývací baňky, frakční baňka, spojovací hadičky, přikapávací nálevka, zápalky, stojan se svorkou, barevný hadřík, červený a modrý lakmusový papír, jodidoškrobový papírek, kleště, svíčka přiměřená k drátu, špejle

#### **Postup**

- pokus pro jeho časovou náročnost provádět na začátku<sup>3</sup> laboratorního cvičení
- je bezpodmínečně nutno pracovat v digestoři
- sestavit aparaturu dle obrázku č. 1
- na dno frakční baňky vsypat asi 3 g  $\text{KMnO}_4$
- do uzavřené dělicí nálevky vlit asi 30 cm<sup>3</sup> roztoku HCl
- do promývacího válce na konci aparatury dát asi 1/3 jeho objemu nasyceného roztoku NaOH.
- z dělicí nálevky ke  $\text{KMnO}_4$  přikapávat roztok HCl (pozor, dělicí nálevka se nesmí úplně vyprázdnit!)
- vznikajícím chlorem naplnit dva promývací válce zařazené uprostřed aparatury a uzavřít je zátkou
- s najímaným chlorem provést následující pokusy:
  - a) do promývacího válce obsahujícího více chloru vložit nejprve zapálenou špejli a poté hořící svíčku upevněnou na drátku, pozorovat probíhající děj.
  - b) do druhého<sup>4</sup> promývacího válce s chlorem vhodit navlhčený jodidoškrobový papírek, navlhčený modrý a červený lakmusový papírek a kousek barevné látky předem namočené v ethanolu, ihned pozorovat chování jodidoškrobového papírku (studenty na ně předem upozornit), na konci cvičení sledovat změnu zbarvení ostatních barevných papírků, resp. hadříku

<sup>3</sup> Provedení trvá dlouho, doporučuje se experimentem zahájit laboratorní cvičení.

<sup>4</sup> Pokud je chloru málo, naplní se chlorem jen první válec (poznáme zrakem – chlor je žlutozelený) a do druhého válce jej musíme přelít (provede vyučující za asistence studentů).



Obr. 1: Aparatura pro přípravu

- 1 – frakční baňka s  $KMnO_4$
- 2 – dělicí nálevka s  $HCl$
- 3 – spojovací hadička
- 4 – spojovací hadička
- 5 – promývací válec (na jímání  $Cl_2$  k pokusům)
- 6 – promývací válec s  $NaOH$  (na likvidaci přebytečného  $Cl_2$ )

CD:

obr. 1 - Chlor je zelený (viz levý válec)

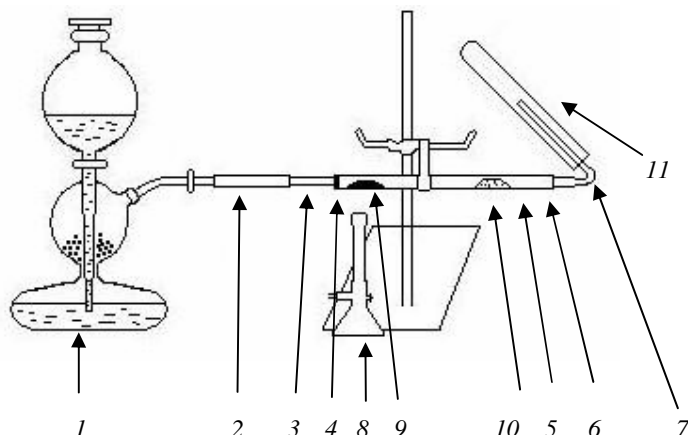
## Úloha 2 Redukce oxidu olovnatého vodíkem

**Chemikálie:**  $PbO$ , bezvodý  $CuSO_4$

**Pomůcky:** Kippův přístroj s náplní, křemenná reakční trubice, stojan na zkumavky, 3 zkumavky, 2 úzké chemické lžičky, trubička na odvod vodíku z Kippova přístroje, zúžená trubička pro spalování přebytečného vodíku, 2 zátky s otvorem pro trubičky na vodík, kahan, špejle, zápalky

**Postup**

- do první třetiny křemenné reakční trubice vložit  $PbO$  (co nejužší hromádka vysoká asi do 1/3 tloušťky trubice)
- do druhé části umístit stejné množství bezvodého  $CuSO_4$
- sestavit aparaturu dle obrázku č. 2
- zkontrolovat těsnost všech spojů
- z Kippova přístroje reakční trubicí začít převádět vodík



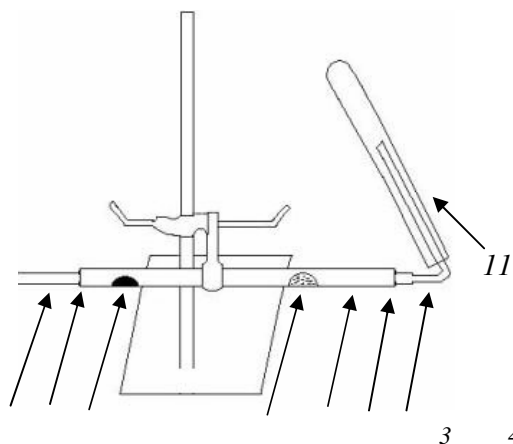
Obr. 2: Aparatura

CD: Obr. 2: Aparatura

- 1 – Kippův přístroj
- 2 – spojovací hadička
- 3 – spojovací trubička
- 4 – zátky
- 5 – reakční trubice
- 6 – zátky
- 7 – odvodná trubička
- 8 – kahan
- 9 –  $PbO$
- 10 –  $CuSO_4$
- 11 – zkumavka pro jímání vodíku ke zkoušce třaskavosti

Obr. 3: Detail reakční trubice  
 CD: Obr. 3: Detail reakční trubice

- 3 – spojovací trubička
- 4 – zátka
- 5 – reakční trubice
- 6 – zátka
- 7 – odvodná trubička
- 9 – PbO
- 10 – CuSO<sub>4</sub>
- 11 – zkumavka pro jímání vodíku  
 ke zkoušce třaskavosti



9                    10    5   6   7

3    4

- odvodnou trubičkou na konci aparatury vodík jímá do zkumavky na zkoušku třaskavosti<sup>5</sup>
- jímání vodíku a zkoušku opakovat tak dlouho, až z aparatury odchází čistý vodík.
- až je zkouška negativní (ozve se „plknutí“), vodík na konci hořáčku špejlí zapálit (plamen má být asi 2 cm vysoký, zregulujeme opatrně kohoutem na střední části Kippova přístroje)
- reakční trubici v místě s PbO zahřívát kahanem (**kahanem je nutno pohybovat, zahřívát mimo zátku a hadičku**)
- reakce začne probíhat a původně žlutý PbO se změní na černou látku
- průběh reakce je za příznivých okolností indikován také změnou barvy síranu měďnatého
- po zčernání výchozí látky přívod vodíku vypnout

#### Práce s Kippovým přístrojem<sup>6</sup>

- využívá se pro přípravu jakéhokoliv plynu, který vzniká reakcí kapaliny s tuhous látkou.
- do střední kulové baňky Kippova přístroje se umístí kousky pevné látky tak, aby pryžová destička s otvory bránila jejich propadnutí do spodní části přístroje
- kapalina se lije do horní baňky při uzavřeném kohoutku
- plyn se začne vyvíjet po otevření bočního kohoutku a je odváděn trubicí vycházející ze střední baňky do určené reakční nádoby
- vyvíjení plynu se zastaví uzavřením bočního kohoutku

#### **CD:**

mov 1 - Puštění vodíku z Kippova přístroje

mov 2 - Zapálení přebytečného vodíku a redukce PbO vodíkem

<sup>5</sup> Vodík tvoří se vzduchem výbušnou směs. Hoření takové směsi je doprovázeno velmi hlasitým efektem, tzv. „štěknutím“. Zahájit reakci v aparatuře naplněné takovou směsí je nebezpečné (hrozí výbuch a roztrhání aparatury se všemi dalšími důsledky). Čistý vodík při hoření vydá jen slabý zvuk, tzv. „plknutí“. Práce s čistým vodíkem je méně nebezpečná.

<sup>6</sup> Studentům 1. a 2. ročníku je plnění a přenášení Kippova přístroje z bezpečnostních důvodů ZAKÁZÁNO. Uvedené operace provede laborant nebo vyučující před zahájením výuky.



### Úloha 3 Samozápalnost bílého fosforu

**Chemikálie:** bílý fosfor, CS<sub>2</sub>

**Pomůcky:** filtrační papír, kleště, porcelánová miska velká (nad ní se zapaluje filtrační papír) a porcelánová miska malá (na rozpouštění bílého fosforu v sirouhlíku a na namáčení filtračního papíru)

**Postup**

- pracovat v digestoři
- v porcelánové misce s asi 5 cm<sup>3</sup> sirouhlíku rozpustit kousek bílého fosforu velký asi jako zrnko hrášku (lze rozpouštět i větší kousek), zbytek (bez oplachování) vrátit do zásobní lahve
- do roztoku namočit do harmoniky poskládaný proužek filtračního papíru o rozměrech asi 2x15 cm (držet v kleštích)
- konec namočené papírové harmoniky držet v kleštích a jemně s ní mávat nad velkou porcelánovou miskou, aby se sirouhlík vypařil
- pozorovat chování schnoucího papíru

**CD:**

mov 3 - Zapálení přebytečného vodíku a redukce PbO vodíkem

### Úloha 4 Chlorečnan draselný, bengálské ohně

Chlorečnan draselný tvoří bílé, lesklé krystalky, jejichž rozpustnost ve vodě silně vzrůstá s teplotou. Tato vlastnost umožňuje jeho čištění krystalizací. Chlorečnany tvoří s různými hořlavými látkami (sírou, uhlíkem, cukrem, škrobem aj. ) prudce výbušné směsi, neboť chlorečnany jsou silná oxidační činidla. Při práci s chlorečnany je proto nutné důsledně dodržovat bezpečnostní předpisy! Platí přísný zákaz jejich odnášení z laboratoře.

**Chemikálie:** Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NaNO<sub>3</sub>, Sr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KClO<sub>3</sub>, koncentrovaná H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Pomůcky:** 9 listů papíru, třecí miska s tloučkem, 3 železné misky, ochranné rukavice, ochranný štít, 4 navažovací lžičky (ne plastové), pipeta

**Postup**

- **pracovat v digestoři!**
- zkontrolovat, zda třecí miska je čistá (nesmí obsahovat zbytky organických látek)
- nejprve si na dva listy papíru nachystat 2 g NaNO<sub>3</sub> a 4 g škrobu
- potom<sup>7</sup> na třetí list papíru navážit 4 g KClO<sub>3</sub>, jsou-li v něm hrudky, pak jej rozetřít v suché a čisté misce (nesmí obsahovat zbytky organických látek)
- hmotnostní poměr látek bude tedy KClO<sub>3</sub> : NaNO<sub>3</sub> : škrob = 2 : 1 : 2
- látky v digestoři nasypat do železné misky a důkladně promíchat, až vznikne homogenní směs
- směs v misce postavit na dlaždice u prostřed digestoře, ostatní pomůcky odsunout na kraj digestoře
- směs nenechávat dlouho stát, mohlo by dojít k samovznícení
- chránit si obličej ochranným štítem a ruce gumovými rukavicemi, stáhnout čelní stěnu digestoře

---

\* KClO<sub>3</sub> se nesmí dlouho nechat na papíře, protože KClO<sub>3</sub> je v kontaktu s organickou látkou výbušný

- směs zapálit kapkou kyseliny sírové pomocí pipety, pozorovat průběh reakce a barvu plamene
- další dvě směsi namíchat obdobně, avšak místo  $\text{NaNO}_3$  použít  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  nebo  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- **použité listy papíru spálit v železné misce, neházet do koše!**

#### CD:

- mov 4 - bengálský oheň 1
- mov 5 - bengálský oheň 2
- mov 6 – bengálský oheň 3

## Úloha 5 Aluminotermie

Hliník je stříbrolesklý kov, velmi kujný a tažný. Poměrně dobře vede elektrický proud. Podle hodnoty jeho standardního elektrodového potenciálu je silně elektroaktivní. Na vzduchu je stálý, neboť se pokrývá ochranným povlakem oxidu. Při styku s vodou se pokrývá souvislou vrstvičkou nerozpustného nereaktivního hydroxidu, čímž se stává vůči ní zcela odolný. Na velké afinitě hliníku ke kyslíku je založen významný způsob přípravy kovů, který se nazývá aluminotermie. Aluminotermicky lze mnohé kovy vyredukovat z jejich oxidů. Při reakci se uvolňuje velké množství tepla (reakce, přestože je nutno ji aktivovat zapálením reakční směsi, je silně exotermní a průběh je prudký až explozivní).

**Chemikálie:** hořčiková páska, práškový hliník,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , práškový hořčík,  $\text{BaO}$

**Pomůcky:** kahan, kleště, kovová trojnožka, žáruvzdorný kelímek, železná miska s pískem

#### Postup

- pracovat v digestoři!
- smícháním práškového hliníku s  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  v hmotnostním poměru 1:1 připravit tzv. „termit“
- do žáruvzdorného kelímku nasypat asi do dvou třetin termit
- kelímek vložit do železné misky s pískem
- uprostřed termitové směsi vyhloubit jamku
- připravit zápalnou směs smícháním  $\text{BaO}$  s práškovým hořčíkem v objemovém poměru 1:1
- do jamky vložit asi 3 cm dlouhou hořčikovou pásku
- pásku obsypat zápalnou směsí
- stáhnout čelní stěnu digestoře
- upozornit studenty na světelný a zvukový efekt
- nyní hořčikovou pásku zapálit<sup>8</sup> kahanem, postavit kahan dále od reakční směsi a ihned zcela uzavřít digestoř.

<sup>8</sup> Zápalnou směs lze zapálit také tak, že se převrství krystalickým manganistanem draselným, na který se přikápnou pomocí pipety asi  $0,5 \text{ cm}^3$  glycerínu. Směs se vznítí za 30-60 vteřin. Zápalnou směs lze zapálit také pomocí zápalky, na kterou se navlékne asi dvoucentimetrový knot a nechá se nasáknout ethanolem. Takto připravenou zápalku zasunout do jamky termitové směsi hlavičkou dolů a nahoře zapálit pomocí špejle.

## II. Krystalizace

### Úloha 6 Příprava $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ a pěstování směsného krystalu $\text{KAl}(\text{Cr})(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Podvojně sírany obecného složení  $\text{M}^I \text{M}^{III} (\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{M}^I = \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}, \text{NH}_4, \text{Tl}$  a  $\text{M}^{III} = \text{Al}, \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ga}, \text{In}, \text{Tl}$ ) nazýváme kamence. Připravujeme je např. společnou krystalizací  $\text{M}^I_2\text{SO}_4$  s  $\text{M}^{III}_2(\text{SO}_4)_3$ . Některé kamence jsou navzájem izomorfní, jsou to tedy látky s podobnou chemickou strukturou, krystalizující v podobných krystalových tvarech. Pro izomorfní látky je charakteristické, že krystal jedné z nich může být zárodkem krystalové mřížky jiné izomorfní látky, krystalizující ze společného roztoku. Vznikají tak směsné krystaly, v nichž se jednotlivé složky zastupují v libovolném poměru. Podmínkou izomorfie jsou (kromě podobných chemických vlastností zastupujících se složek a stejných krystalových soustav, v nichž obě látky krystalizují), také přibližně stejné rozměry zastupujících se stavebních částic.

**Chemikálie:** koncentrovaná  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

**Pomůcky:** 4 kádinky, odsávací baňka, Büchnerova nálevka, lžička, tyčinka, filtrační papír, pryžový prstenec, teploměr, bavlněná (ne silonová!) nit, špejle, odměrný válec  $5 \text{ cm}^3$ .

#### Postup

##### a) Příprava krystalů $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

- do  $300 \text{ cm}^3$  vody přidat  $2 \text{ cm}^3$  koncentrované kyseliny  $\text{H}_2\text{SO}_4$  v odměrném válci
- roztok zahřát asi na  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ <sup>9</sup> a přidat do něj  $60 \text{ g}$   $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , rozpustit.
- Po rozpuštění  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  přidat  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (potřebné množství vypočítat z rovnice uvedené na konci úlohy)
- $100 \text{ cm}^3$  tohoto roztoku po částech za horka<sup>10</sup> zfiltrovat přes Büchnerovu nálevku do  $160 \text{ ml}$  vody v odsávací baňce
- filtrát nyní přelit do kádinky o odpovídajícím objemu
- nechat volně krystalizovat do příštího cvičení, kdy se z něj vyberou nejlepší monokrystaly  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  a odevzdají se vyučujícímu
- **zbytek roztoku ponechat do úlohy b)**

##### b) Příprava směsného krystalu $\text{KAl}(\text{Cr})(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , pěstování většího monokrystalu $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

- do odsávací baňky s  $200 \text{ cm}^3$  vody ohřáté na  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  po částech za horka přefiltrovat přes Büchnerovu nálevku uschovaný roztok z postupu a)
- polovinu vzniklého roztoku odlít do jedné kádinky a druhou do druhé
- v jedné polovině rozpustit  $0,4 \text{ g}$   $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- vyčkat, až teplota obou roztoků klesne<sup>11</sup> na  $30 \text{ }^\circ\text{C}$
- nyní do každého z obou roztoků ponořit monokrystal  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (uvázaný<sup>12</sup> na bavlněné niti, která je připevněná na špejli), krystal umístit na střed roztoku v kádince
- nechat stát do příštího cvičení, pak odebrat monokrystaly

<sup>9</sup> Tuto teplotu poznáme podle toho, že při vnějším doteku kádinka velmi pálí.

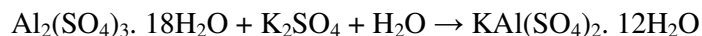
<sup>10</sup> Filtrace probíhá poměrně rychle a filtrovaný roztok přes Büchnerovu nálevku, se nemusí neustále zahřívat, než dojde k jeho úplnému přefiltrování.

<sup>11</sup> Toto čekání je nutné, jinak se námi zavěšený monokrystal (viz též následující poznámka) rozpustí.

<sup>12</sup> Při uvázování krystalu počítejte s tím, že v horkém roztoku se bude krystal nejprve zčásti rozpouštět a zmenšovat tak svůj objem, takže bude hrozit nebezpečí, že z uvázání vypadne. Krystal spadlý na dno kádinky se nevyvíjí pravidelně (ode dna nemá přísun materiálu). Spadlý krystal je tedy nutno vyjmout z roztoku a přivázat znova.

### Práce s Büchnerovou nálevkou

- z filtračního papíru vystříháme kolečko, které pokrývá celé dno, zakrývá všechny otvory nálevky a nezahýbá se podél stěn vzhůru, protože pak oddělovaná látka by se dostala do filtrátu
- nálevku utěsňuje v hrdle odsávací baňky pryžový prstenec
- filtrační papír vložíme do nálevky, navlhčíme jej, baňku připojíme k vývěvě a pustíme ji, aby se filtrační papír přisál
- nyní již filtrujeme roztok, vždy dolijeme část roztoku dříve, než se filtr úplně vysuší
- při filtraci dáваме pozor, aby se voda z vývěvy nedostala do filtrátu
- při přerušení (ukončení) odsávání nejprve sejmemе hadici spojující odsávací baňku s vývěvou a teprve potom zastavíme vývěvu. Při obráceném postupu hrozí nasátí vody z vývěvy do filtrátu.



### III. Vlastnosti látek

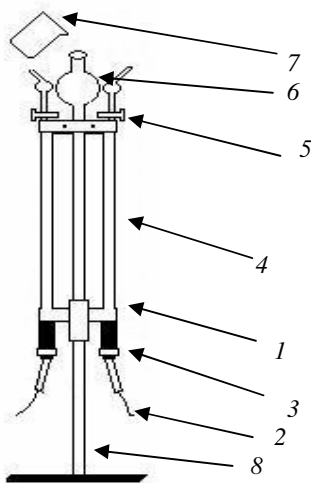
#### Úloha 7 Elektrolýza vody

**Chemikálie:** koncentrovaná  $H_2SO_4$ , destilovaná voda

**Pomůcky:** Hofmannův přístroj, zdroj stejnoměrného elektrického napětí 12 V, grafitové elektrody, gumové rukavice, kapátko, kádinka 200 cm<sup>3</sup>, skleněná vana nebo dvě hluboké a široké misky

#### Postup

- přístroj v dolní části uzavřít zátkami s elektrodami, pod ně umístit skleněnou vanu, otevřít oba horní kohouty
- v kádince si připravit okyselenou vodu (asi 2 cm<sup>3</sup>  $H_2SO_4$  do 150 cm<sup>3</sup> vody)
- Hofmannův přístroj opatrně<sup>13</sup> naplnit vodou okyselenou  $H_2SO_4$  na začátek stupnice<sup>14</sup> (roztok nalévat středem horní části přístroje)
- nyní připojit stejnosměrný proud s 12 V napětí a nechat asi 2 minuty probíhat elektrolýzu
- za tu dobu se roztok v obou ramenech nasytí vznikajícími plyny a měření bude přesnější
- kohouty uzavřít
- asi 5krát po přibližně pěti až desetiminutových intervalech odečtete objemy plynů vznikajících u elektrod
- Ukončení práce: obléci si rukavice, zkontrolovat, že pod přístrojem je skleněná vana (pokud tam není), POMALU<sup>15</sup> otevřít kohouty. Opatrně pomalu v rukavicích nad vanou povytáhnout jednu elektrodu, roztok kyseliny sírové vyteče do vany. Pak stejně vytáhnout i druhou elektrodu (pro vytečení zbytku roztoku).



Obr. 4: Plnění Hofmannova přístroje

CD: Obr. 7: Objemový poměr vzniklých plynů během experimentu

- 1 – Hofmannův přístroj
- 2 – Elektrické vodiče
- 3 – Elektrody
- 4 – Ramena pro vývoj plynů
- 5 – Kohouty
- 6 – Baňka pro vlévání okyselené vody a pro jímání vody vyloučené vzniklými plyny
- 7 – Kádinka s okyselenou vodou pro plnění přístroje
- 8 – Stojan

<sup>13</sup> Okyselená voda (zředěný roztok  $H_2SO_4$ ) se nesmí dostat do očí. Na rozdíl od byrety není možno hladinu kapaliny v Hofmannově přístroji citlivě regulovat pomocí odpouštění kohoutkem. Proto je nutno v závěrečné fázi okyselenou vodu přilévat pomalu.

<sup>14</sup> Školní přístroj má první vyznačenou hodnotu objemu na 2 cm<sup>3</sup>. Počáteční polohu hladiny tedy zvolíme na 2 cm<sup>3</sup> a tuto hodnotu budeme při dalších měřeních odečítat.

<sup>15</sup> Při rychlém otevření se hladina kapaliny v přístroji rozhoupe a hrozí její vyšpláchnutí a vniknutí do očí. Z toho důvodu je nutno kohouty otvírat pomalu.

Tab. 1: Záznam z měření (závislost objemu vzniklých plynů na čase)

Čas	cm <sup>3</sup> H <sub>2</sub>	cm <sup>3</sup> O <sub>2</sub>	cm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> : cm <sup>3</sup> O <sub>2</sub>

**CD:**

obr. 4 - Plnění Hofmannova přístroje

obr. 5 - Naplnění přístroje

obr. 6 - Detail vývoje kyslíku a vodíku

## Úloha 8 Vlastnosti hydroxidu sodného

**Chemikálie:** NaOH (pecičkový)

**Pomůcky:** kádinka, lžička, teploměr, 2 uzavíratelné nádobky

**Postup**

a) Pohlcování atmosférické vlhkosti hydroxidem sodným

- do dvou uzavíratelných nádobek navážít po cca 1 g NaOH (hmotnosti obou nádobek si zapsat s přesností na 0,01 g)
- jednu nádobku nechat otevřenou a druhou uzavřenou
- uložit na místo určené vyučujícím, nádoby označit svým jménem
- v úvodu dalšího cvičení obě nádobky opět zvážít s přesností na 0,01 g, použitý NaOH odnést k úloze č. 9 (Příprava vodíku a jeho vlastnosti)

Tab. 2

	původní hmotnost (g)	konečná hmotnost (g)	přírůstek hmotnosti (g)
otevřená nádobka			
uzavřená nádobka			

b) Rozpouštění hydroxidu sodného

- do kádinky s asi 150 cm<sup>3</sup> vody o předem změřené teplotě vhodit lžičku pevného NaOH (není nutno vážit) a rozpustit jej (velmi opatrně zamíchat teploměrem)
- nyní opět změřit teplotu roztoku v kádince
- vzniklý roztok použijeme v úloze č. 9b

## Úloha 9 Vodík a jeho vlastnosti

**Chemikálie:** hliníkový plíšek, tuhý NaOH (použít od úlohy Vlastnosti NaOH), HCl (1:1), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1), CH<sub>3</sub>COOH (1:1), granulovaný Zn

**Pomůcky:** 4 zkumavky, stojan na zkumavky, kádinka, tyčinka, kahan, chemická lžice

**Postup**

a) Příprava vodíku reakcí kyselin se zinkem

- do tří zkumavek nalít po asi 8 cm<sup>3</sup> HCl, CH<sub>3</sub>COOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> zředěné vodou v poměru 1:1
- do každé z nich vhodit granulku Zn
- pozorovat rychlost reakce, vyplnit tabulku

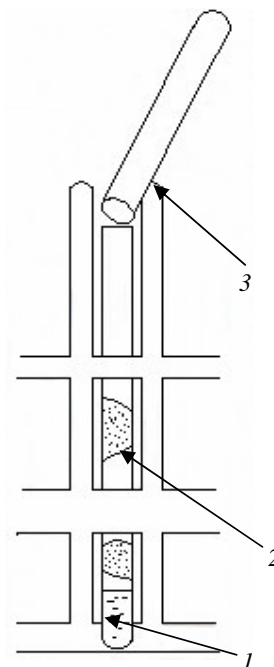
Zkumavka č.	8 cm <sup>3</sup>	Přidat	Rychlost reakce
1	HCl	1 granulka Zn	1 – 2 - 3
2	CH <sub>3</sub> COOH	1 granulka Zn	1 – 2 - 3
3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 granulka Zn	1 – 2 - 3

Rychlost doplnit dle sledování:

- 1 – nejrychlejší,  
2 – střední,  
3 – nejpomalejší

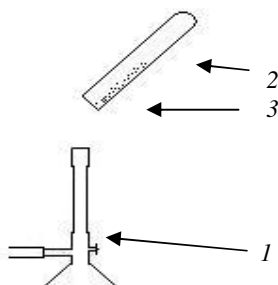
Obr. 5: Jímání vodíku z reakce Al+NaOH  
CD: Obr. 9: Jímání vodíku při reakci Al+NaOH

- 1 – reakční směs,  
2 – projevy bouřlivé reakce (někdy obsah zkumavky vykypí)  
3 – zkumavka na jímání vodíku, otočená dnem vzhůru



b) Příprava vodíku reakcí Al s koncentrovaným roztokem NaOH

- do zkumavky na dno zasunout hliníkový plíšek (asi 5x5 cm, natrhaný či nastříhaný na kousky)
- přilít koncentrovaný roztok NaOH (asi 10 peciček na 15 cm<sup>3</sup> vody), aby byl plíšek ponořený
- vznikající vodík jímat<sup>16</sup> do zkumavky otočené dnem vzhůru
- vodík dokázat přiložením ústí zkumavky k plameni (zvuková<sup>17</sup> zkouška)



Obr. 6: Držení zkumavky při zkoušce na vodík  
CD: Obr. 10: Držení zkumavky při zvukové zkoušce na vodík

- 1 – kahan umístěný stranou od zkumavky se vznikajícím vodíkem  
2 – zkumavka s vodíkem (je nutno ji přemísťovat ve svislé poloze dnem vzhůru, ucpanou palcem)  
3 – orosení zkumavky doprovázející důkaz vodíku

CD:

obr. 8 - Pohled na zkumavky s kyselinami a granulemi Zn

<sup>16</sup> Pozor, reakce hliníku s hydroxidem může být poměrně bouřlivá. Reakční směs může i „vykypět“ ze zkumavky. Nelekněte se a stále držte zkumavku s jímáním vodíkem dnem vzhůru. Dbejte však na to, aby se ústí zkumavky jímající vodík neumazalo od kypějícího roztoku. Pokud se umaže, nesahejte na ně.

<sup>17</sup> Pozor, zvukový efekt může být velmi hlasitý. Před provedením zkoušky varujte spolužáky.

## Úloha 10 Kyslík a jeho vlastnosti I

**Chemikálie:** pevný  $\text{KMnO}_4$ , prášková síra

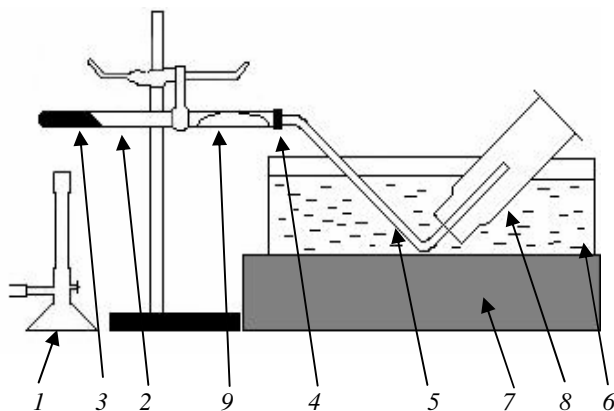
**Pomůcky:** lakmusový papír, 2 válce se zátkou, odvodná trubice se zátkou, skleněná vana, spalovací lžička, čedičová vata, pinzeta, kapátko, 2 skleněné destičky, zkumavka, kahan, lakmusový papír

### Postup

- do zkumavky nasypat 5 g  $\text{KMnO}_4$
- ústí zkumavky ucpat kouskem vaty (asi 2 cm dlouhý ve zkumavce)
- válec zcela naplnit vodou takto:
  - ponořit jej do vody ve vaně
  - nyní válec ve vaně otočit dnem vzhůru tak, aby zůstal zcela plný vody
- sestavit aparaturu dle obrázku číslo 7
- $\text{KMnO}_4$  mírně zahřívát (kahanem je nutno pohybovat, zkumavka **nesmí být zahřívána na jednom místě – hrozí prasknutí**)
- vznikající plyn jímat do válce
- až je válec plný plynu, přestat zkumavku zahřívát a válec pod hladinou uzavřít skleněnou destičkou
- válec vyjmout z vany, postavit dnem dolů a nechat zakrytý
- stejným způsobem naplnit plynem i druhý válec
- v plameni kahanu zapálit špejli, po 1–2 sekundách plamen sfouknout a **IHNED** vložit do prvního válce
- pozorovat probíhající děj
- do druhého válce pak vložit na spalovací lžičce hořící síru (**provádět v digestoři**)
- válec se naplní bílým dýmem, ten pohlit vodou (do válce s dýmem vlít vodu, válec zakrýt destičkou a obsah protřepat) – provádět v digestoři
- pH papírkem zjistit pH vzniklého roztoku viz obrázky 16–18 na CD

Obr. 7: Aparatura k úloze

CD: Obr. 11: Aparatura k úloze



- 1 – kahan
- 2 – zkumavka s  $\text{KMnO}_4$
- 3 –  $\text{KMnO}_4$
- 4 – zátka
- 5 – odvodná trubička
- 6 – vana s vodou
- 7 – podstavec
- 8 – válec pro jímání produktu
- 9 – vata

CD: obr. 12 - Doutnající(zapálená a pak sfouknutá špejle po vložení do kyslíku)

obr. 13 - Hořící síra na vzduchu-detail

obr. 14 - Hořící síra vložená do kyslíku

obr. 15 - Pohlčení plynu (vzniklého hořením síry) ve vodě

obr. 16 - Odebrání kapky roztoku pro stanovení pH pomocí pH-papírku

obr. 17 - Nanesení kapky vzorku na pH-papírek

obr. 18 - Odhad pH srovnáním barvy navlhčeného papírku se stupnicí



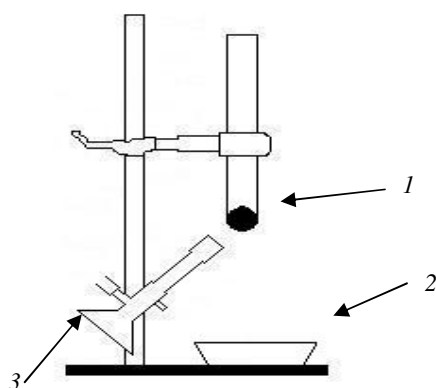
## Úloha 11 Kyslík a jeho vlastnosti II

**Chemikálie:** dřevěné uhlí,  $\text{NaNO}_3$  (chilský ledek)

**Pomůcky:** kahan, kleště, ochranný štít, stojan, železná miska s pískem

### Postup

- pracovat v digestoři
- zkumavku s asi 2 g (asi  $1 \text{ cm}^3$ , odhadneme od oka, na přesném množství nezáleží)  $\text{NaNO}_3$  upevnit ve svislé poloze do stojanu
- pod ni postavit železnou misku s pískem
- plamenem roztavit chilský ledek (kahanem je **nutno pohybovat**)
- odsunout hořící kahan stranou
- do kleští uchopit kousek dřevěného uhlí velký asi jako hrášek až fazole
- uhlí v plameni zapálit a IHNED je vhodit do zkumavky s roztaveným ledkem
- pozorovat probíhající děj



Obr. 8 – Tepelný rozklad dusičnanů

CD: Obr. 19: Tepelný rozklad dusičnanu

- 1 –  $\text{NaNO}_3$
- 2 – miska s pískem
- 3 – kahan

### CD:

obr. 20 - Roztavený ledek

obr. 21 - Žhavé dřevěné uhlí vhození do roztaveného ledku

## Úloha 12 Voda, tvrdost vody, důkaz vybraných aniontů

**Chemikálie:**  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ AgNO}_3$ , 10%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ KMnO}_4$ , 15 % KSCN, vzorky vody: pitná, destilovaná, dešťová, minerální, znečištěná vodovodní („rezavá“).

**Pomůcky:** 5 hodinových sklíček, infralampa, 5 odměrných válců, 5 zkumavek, 5 kapátek, 1 cejchovaná zkumavka, 1 kádinka na proplach kapátek, stojan na zkumavky, černý papír, fix na sklo, houbička na nádobí

### Postup

#### a) Přítomnost příměsí ve vodě

- na hodinových sklech<sup>18</sup> (sklíčka si zrubu popište!) pod infralampou odpařovat<sup>19</sup> po 4 kapkách (tj. přibližně stejné malé objemy) pitné, dešťové, minerální, znečištěné vodovodní a destilované vody. Sklíčka při odpařování položit na černý papír
- srovnat množství vzniklého odparu
- destilovanou vodou a houbičkou očistit skla od odparů

<sup>18</sup> Pokud skla nejsou čistá, přešetříme je hadříkem nebo houbičkou.

<sup>19</sup> Sklíčka s vodou umístit na černém papíře na začátku výuky přímo pod infralampu. Tu zapnut, vzorky nechat odpařovat a přitom pracovat na dalších úkolech.

b) Reakce s AgNO<sub>3</sub>

- do jednotlivých zkumavek nalít přibližně<sup>20</sup> 3 cm<sup>3</sup> daných druhů vod
- do každé z nich přidat 4 kapky AgNO<sub>3</sub>
- pozorovat změnu vlastností roztoků

Voda:	pitná	dešťová	minerální	znečištěná vodovodní	destilovaná
Množství odparku <sup>21</sup>					
Zákal <sup>22</sup> s AgNO <sub>3</sub>					
Barva zákalu s AgNO <sub>3</sub>					

c) Reakce s KSCN

- do válců nalít po 20 cm<sup>3</sup> jednotlivých druhů vod
- do každého přidat 2, 5 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 3 kapky roztoku KMnO<sub>4</sub>
- obsah válců promícháme jemným protřepáním (neucpávat prstem!)
- po 10 minutách přidat 2, 5 cm<sup>3</sup> 15% roztoku KSCN
- pozorovat barevné změny

**CD:**

obr. 22 - Reakce různých druhů vody s KSCN

## Úloha 13 Voda, hydráty, hydratace, dehydratace, solvatace

**Chemikálie:** bezvodý C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, krystalický CoCl<sub>2</sub> · 6 H<sub>2</sub>O, destilovaná voda

**Pomůcky:** kádinka, kahan, porcelánový kelímeček, chemické kleště, trianl, stojan, chemická lžice, tyčinka, zkumavka, zápalky

**Postup**

- v porcelánovém kelímku na trianглу mírně zahřívát 0,25 g krystalického CoCl<sub>2</sub> · 6 H<sub>2</sub>O tak dlouho, až ztratí krystalovou vodu (to se projeví změnou zbarvení a tím, že vzorek přestane bublat a prskat). Kahanem je nutno pohybovat.
- vychladlou sůl přesypat do kádinky a přilít přibližně 5 cm<sup>3</sup> bezvodého ethanolu (odhadem, není nutno měřit). Sůl v ethanolu rozpustit.
- alkoholický roztok podvrstvit ve zkumavce asi 1 cm<sup>3</sup> vody (odhadem), podvrstvení viz obrázek 23-24 na CD
- pozorovat barevné změny

**CD:**

obr. 23 – Provedení podvrstvení

obr. 24 – Výsledek podvrstvení – barevná změna

<sup>20</sup> Odhadneme od oka. Na přesném objemu nezáleží. Vzorky lijeme bez nálevky přímo do určených zkumavek.

<sup>21</sup> Zaznamenejte přibližně: +++ hodně, ++ středně, + málo, – nic

<sup>22</sup> + zákal vznikl, (+) nastala viditelná změna vlastností roztoku, ale tuhou fází není okem vidět, – roztok beze změny

## Úloha 14 Oxidačně-redukční (redoxní) reakce peroxidu vodíku

**Chemikálie:** KI, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1), 1% KMnO<sub>4</sub>, 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, škrobový maz (uchovávat v chladničce)

**Pomůcky:** 2 zkumavky, 4 kapátka, 2 zátky

### Postup

#### a) Oxidační účinky peroxidu vodíku

- ve zkumavce s vodou (asi 5 cm<sup>3</sup>) rozpustit asi 0,05 g KI
- okyselit jej zředěnou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1 (3 kapky)
- přidávat po kapkách 3% peroxid vodíku (asi 5 kapek - nemíchat, sledovat hladinu), až vznikne žluté zbarvení
- ke vzniklému žlutému roztoku přidat škrobový maz (1 cm<sup>3</sup>), zazátkovat, zamíchat.
- sledovat chování roztoku

#### b) Redukční účinky peroxidu vodíku

- do zkumavky s 1 kapkou roztoku KMnO<sub>4</sub> přidat 1 cm<sup>3</sup> 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- v případě potřeby (nenastane-li změna zbarvení) okyselit 2 kapkami H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- sledovat barevnou změnu roztoku

## Úloha 15 Charakteristické barvení plamene alkalickými kovy a kovy alkalických zemin

**Chemikálie:** (přibližně) 1 mol.dm<sup>-3</sup> roztoky chloridů Li, Na, K, Rb, Cs, Ca, Sr, Ba v zásobních lahvích či zkumavkách uzavřených uzávěry s platinovými drátky), koncentrovaná HCl, neznámý vzorek

**Pomůcky:** kahan, platinové drátky (místo platinového drátku lze použít i tuhu), stojan se zkumavkami

### Postup

- Pt drátek namočit do HCl a vyžítat, až přestane barvit plamen
- sodnou sůl nanášet do plamene až nakonec, jelikož sodík má vysokou intenzitu barvení plamene a proto i v malé koncentraci ruší zbarvení plamene způsobené ostatními ionty
- vyžítaný Pt drátek ponořit do roztoku soli a vnést do plamene
- pozorovat barvu a intenzitu zbarvení plamene
- tyto tři kroky opakovat se všemi roztoky solí i s neznámým vzorkem, sodou sůl zkoumat až jako poslední

**CD:**

obr. 25 - Příklady barvení plamene různými kovy

## Úloha 16    Elektrolýza vodného roztoku chloridu sodného

**Chemikálie:** fenolftalein, jodidoškrobový papírek, nasycený roztok NaCl

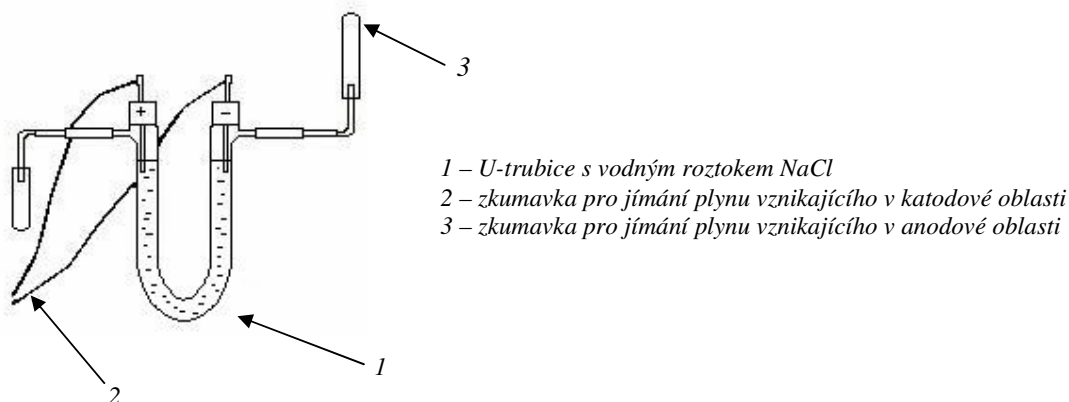
**Pomůcky:** U-trubice, zdroj stejnosměrného napětí 12 V, 1 zkumavka, kahan

### Postup<sup>23</sup>

- U-trubicí naplnit nasyceným roztokem NaCl
- sestavit aparaturu dle obrázku č. 9
- do katodového prostoru přidat 3 kapky fenolftaleinu
- zapnout zdroj stejnosměrného napětí (12 V)
- elektrolýzu provádět asi 5 minut
- sledovat zbarvení roztoku v katodové oblasti
- plyn vznikající na katodě jímát do zkumavky otočené dnem vzhůru
- ověřit zkoušku hořlavosti. Pokud nedojde ke zvukovému efektu, nechat elektrolýzu probíhat podstatně déle (např. do konce cvičení) a stále jímát plyn v katodové oblasti. Pozor, v blízkosti aparatury se nesmí pracovat s otevřeným plamenem – nebezpečí výbuchu.
- k plynu vznikajícímu na anodě opatrně čichnout
- navlhčeným jodidoškrobovým papírkem ověřit oxidační vlastnosti tohoto plynu (vsunout jej do trubice vycházející z anodové oblasti)

Obr. 9: Aparatura pro elektrolýzu nasyceného roztoku NaCl

CD: Obr. 26: Aparatura pro elektrolýzu nasyceného roztoku NaCl



**CD:**

obr. 27 - Elektrolýza NaCl – vlastnosti některých produktů využitelné pro jejich identifikaci

<sup>23</sup> Úloha může být časově velmi náročná, proto je vhodné jí cvičení zahájit.

## Úloha 17 Reakce Na, K, Ca s vodou

**Chemikálie:** alkoholický roztok fenolftaleinu, Ca, Na, K, H<sub>2</sub>O

**Pomůcky:** 3x drátěné pletivo, ochranný štít, kleště nebo pinzeta, 3 skleněné misky, skleněná tyčinka, 3 skleněné destičky (kryty na misky), skleněná mistička na krájení kovů, nůž

### Postup

a)

- do připravených misek nalít destilovanou vodu do výšky asi 2 cm, vložit do nich drátěné pletivo, zakrýt skleněnou destičkou
- do každé misky přidat 3-4 kapky alkoholického roztoku fenolftaleinu a zamíchat tyčinkou
- nasadit si ochranný štít
- do první misky vhodit<sup>24</sup> pomocí kleští nebo pinzety kousek vápníku, do druhé kousek sodíku, do třetí kousek draslíku (vždy velký asi jako ½ hrášku). Misku ihned po vhození kovu opět zakrýt skleněnou destičkou.
- sledovat průběh reakcí (intenzita děje, vývoj plynů, změna zbarvení roztoku, případné další změny a jevy)

b)

- misky vodovodní vodou opláchnout a celý pokus opakovat, a však kovy nevkádat přímo do vody v miskách, ale na filtrační papír (cca 2x2 cm) plovoucí na hladině

### CD:

obr. 28 - Misky s ochranným pletivem

obr. 29 - Vkládání draslíku s vodou

obr. 30 - Vznícení vodíku vzniklého reakcí draslíku

mov 7 - Videozáznam reakce sodíku s vodou

mov 8 – bude udělán

## Úloha 18 Hoření hořčíku a reakce hořčíku s vodou

**Chemikálie:** hořčíková páska, fenolftalein, H<sub>2</sub>O

**Pomůcky:** Erlenmeyerova baňka, kahan, kleště, špejle, azbestová síťka

### Postup

- v Erlenmeyerově baňce přivést k varu 100 cm<sup>3</sup> vody
- až uniká viditelné množství vodní páry, zasunout do hrdla Erlenmeyerovy baňky postupně hořící špejli a hořící svíčku
- pozorovat, co se stane s plamenem
- pomocí kleští vsunout do hrdla asi 3 cm dlouhou hořící hořčíkovou pásku
- pozorovat, co se stane s plamenem

### CD:

mov 9 - Videozáznam reakce vodní páry s hořčíkovou páskou.

<sup>24</sup> Pracovat opatrně, při reakcích používat ochranný štít, nikdy nebrat uvedené kovy do rukou, zbytky nevyhazovat do vodovodního potrubí ani koše, ale vrátit je do zásobních lahví a použít při dalších reakcích. Příprava kousků kovů (řezání) musí probíhat na určené kovové misce. Veškeré nástroje použité pro práci s kovy (kleště, nůž) ukládat pouze na určenou kovovou misku. Likvidaci zbytků kovů ulpělých na noži, kleštích a misce provede na konci semestru laborant nebo vedoucí cvičení (ethanolem).

## Úloha 19 <sup>25</sup>Stanovení molární hmotnosti $\text{CaCO}_3$

**Chemikálie:** 20% HCl, práškový  $\text{CaCO}_3$

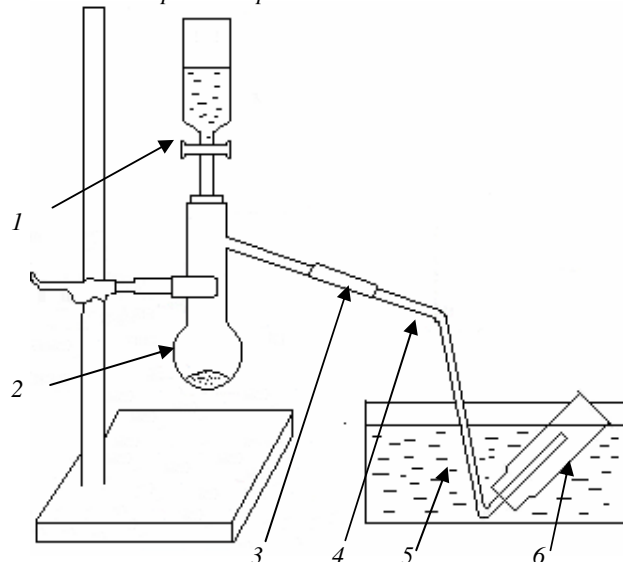
**Pomůcky:** dělicí nálevka s vyznačenou stupnicí, frakční baňka, odměrný válec 50 cm<sup>3</sup>, stojan, svorka, skleněná trubice, skleněná vana, analytické váhy, krycí sklíčko na plnění válce, zátka, spojovací hadička, navažovací lžička, papírová navažovací lodička, teploměr

### Postup

- na dno frakční baňky diferenční metodou<sup>26</sup> navážit 0,1-0,2 g (ne víc) práškového  $\text{CaCO}_3$  (hmotnost je nutno znát na 0,0001 g přesně)
- sestavit aparaturu pro vývoj plynu dle obrázku č. 10
- skleněnou vanu a pak odměrný válec pro jímání vznikajícího  $\text{CO}_2$  naplnit vodou
- válec s vodou otočit ve vaně dnem vzhůru
- frakční baňku upevnit do stojanu a pomocí hadičky umožnit odvádění vzniklého  $\text{CO}_2$  do odměrného válce
- dělicí nálevku naplnit asi 30-50 cm<sup>3</sup> HCl o koncentraci 20 % (zapišeme si objem podle stupnice na dělicí nálevce) =  $V_1$
- do frakční baňky pomalu přikapávat z dělicí nálevky roztok HCl tak dlouho, dokud se vyvíjí plyn (bublinky unikají ze skleněné trubice do válce)
- změřit objem plynu, který vytlačil vodu z válce =  $V_2$
- na stupnici dělicí nálevky změřit objem roztoku HCl zbylého v dělicí nálevce =  $V_3$
- zapsat teplotu vzduchu

Obr. 10: Aparatura pro stanovení molární hmotnosti  $\text{CaCO}_3$

CD: Obr. 31: Aparatura pro stanovení molární hmotnosti  $\text{CaCO}_3$



- 1 – dělicí nálevka
- 2 – frakční baňka
- 3 – spojovací hadička
- 4 – skleněná trubička
- 5 – skleněná vana s vodou
- 6 – odměrný válec 50 cm<sup>3</sup>

CD:

obr. 32 - odečtení objemu vzniklého  $\text{CO}_2$

<sup>25</sup> Tuto úlohu provádět ve stejné vyučovací hodině jako úlohu č. 20 (obě úlohy potřebují podobné vybavení)

<sup>26</sup> Postup vážení diferenční metodou:

- vytárovat lodičku
- navážit na ni mezi 0,1-0,2 g  $\text{CaCO}_3$  (s přesností na 0,1 mg) = hmotnost  $m_1$
- odsypat tento  $\text{CaCO}_3$  na dno frakční baňky (pozor, nesmí se rozsypat nikde kolem)
- lodičku nečistit, neofukovat apod. , ale ihned ji umístit zpět na misku analytických vah a zvážit = hmotnost  $m_2$ .
- Hmotnost  $\text{CaCO}_3$  vsypaného do frakční baňky je pak  $m = m_1 - m_2$

## Úloha 20 Adiční reakce bromové vody s ethylenem

**Chemikálie:** bromová voda,  $C_2H_5OH$ ,  $Al_2O_3$

**Pomůcky**<sup>27</sup>: odvodní trubice, smotek čedičové vaty, skleněná vana, stojan se svorkou, 2 zkumavky, kádinka, tyčinka, zátka na zkumavku, kahan

### Postup

- do zkumavky vpravit asi 3 cm vysokou vrstvu kašovitě směsi  $Al_2O_3$  s ethanolem
- převrstvit suchým práškovým  $Al_2O_3$  o stejném objemu
- do ústí zkumavky volně zasunout smotek čedičové vaty
- zkumavku uzavřít zátkou s odvodnou trubičkou
- odvodnou trubičku zasunout do vody ve vaně, aby se plyn dal jímat nad vodou do zkumavky (viz obrázek k předchozí úloze)
- zkumavku upevnit vodorovně do stojanu
- v místě se suchou vrstvou  $Al_2O_3$  ji mírně zahřívat
- vznikající plyn jímat do zkumavky
- po ukončení vývoje plynu nejprve rozpojit aparaturu, pak přestat zahřívat
- do zkumavky s plynem přidat asi 2 cm<sup>3</sup> bromové vody a protřepat
- pozorovat změny

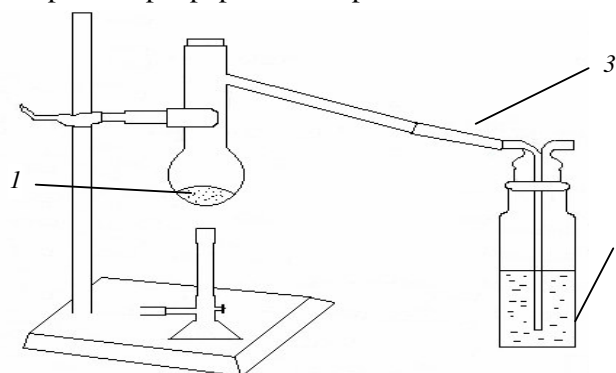
## Úloha 21 Příprava a vlastnosti amoniaku

**Chemikálie:** alkoholický roztok fenolftaleinu,  $Ca(OH)_2$ ,  $NH_4Cl$

**Pomůcky:** frakční baňka, kahan, promývací baňka, gumová hadička, stojan, svorka, zátka

### Postup

- frakční baňku naplnit směsí  $NH_4Cl$  a  $Ca(OH)_2$  (každý z nich o hmotnosti 2,00 g)
- sestavit aparaturu na vývoj plynu dle obrázku č. 11
- frakční baňku připojit k promývací baňce s 50 cm<sup>3</sup> vody obsahující 5 kapek alkoholického roztoku fenolftaleinu
- frakční baňku zahřívat (kahanem je nutno pohybovat)
- pozorovat vývoj plynu a změnu barvy indikátoru
- po skončení pokusu nejprve odpojit promývací baňku, teprve potom vypnout kahan, aby nedošlo ke zpětnému toku roztoku z promývací baňky do frakční baňky
- pomocí pH papírku určit pH vzniklého roztoku amoniaku (postup viz CD obr. 16-18)



Obr. 11 – Aparatura pro vývoj  $NH_3$

CD: Obr. 33: Aparatura pro vývoj  $NH_3$

- 1 – frakční baňka se směsí  $NH_4Cl$  a  $Ca(OH)_2$
- 2 – promývací baňka s vodou a fenolftaleinem
- 3 – gumová hadička

**CD:**

obr. 34 - Vývoj amoniaku a důkaz jeho zásaditých vlastností

<sup>27</sup> Tento úkol provádět ve stejné vyučovací lekci jako Úloha 19 (obě úlohy potřebují velmi podobné vybavení).

## Úloha 22 Princip chladicích směsí

**Chemikálie:** H<sub>2</sub>O, drcený led, NaCl nebo bezvodý CaCl<sub>2</sub>

**Pomůcky:** malá kovová nádobka s rovným dnem (např. plechovka), podložka, lžička, teploměr, hadr, kladívko

### Postup

- na podložku nalít odhadem asi 3 cm<sup>3</sup> vody (i vodovodní)
- do ní postavit kovovou nádobku
- led zabalit do hadru a na podlaze roztlouct kladivem na jemnou tříšť
- do nádobky nasypat trochu drceného ledu a přidat NaCl (v poměru hmotností přibližně 3:1) nebo CaCl<sub>2</sub> (v poměru hmotností přibližně 3:2)
- jednou rukou přitlačit plechovku k podložce a druhou asi 1 minutu míchat směs (jemně a opatrně teploměrem).
- změřit teplotu směsi
- uchopit nádobku a opatrně ji zvednout asi 5 cm nad pracovní desku stolu
- pozorovat chování podložky

**CD:**

obr. 35 - Provedení experimentu

## Úloha 23 Síra a její vlastnosti

### Pracovat v digestoři!

**Chemikálie:** síra, CS<sub>2</sub>

**Pomůcky:** síťka s keramickou výplní, filtrační papír, hodinové sklíčko, kleště, kahan, kruh, nálevka, nůž, porcelánový kelímek, stojan, železná miska s pískem, chemická lžice, kádinka, asi 5 cm dlouhý hřebík

### Postup

a) Příprava kosočtverečné modifikace síry

- 10 cm<sup>3</sup> sirouhlíku nasytit práškovou sírou
- roztok ihned přefiltrovat přes skládaný filtr na hlubší hodinové sklíčko
- nechat v digestoři krystalizovat
- pozorovat tvar vzniklých krystalků (**kosočtverečná síra**)<sup>28</sup>.

b) Příprava jednoklonné modifikace síry a plastické síry

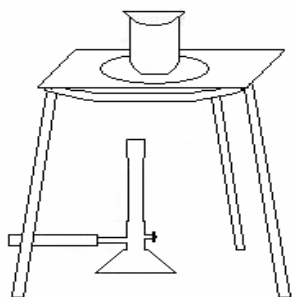
- ve vyšším porcelánovém kelímku (zakrytém hodinovým sklíčkem, aby síra nezačala hořet) roztavit tolik práškové síry, aby tavenina sahala 1 cm pod okraj kelímku. S hodinovým sklíčkem zacházet opatrně<sup>29</sup>. Během tavení síra v kelímku klesne. Pak je nutno odstavit kahan a síru dosypat.
- v plameni nahřát kleště
- kelímek přenést zahřátými kleštěmi do pískové lázně

<sup>28</sup> Po usušení a dokončení tohoto cvičení vložte kosočtverečnou, jednoklonnou i plastickou síru do kelímku, v němž jste síru tavili (viz úkol b).

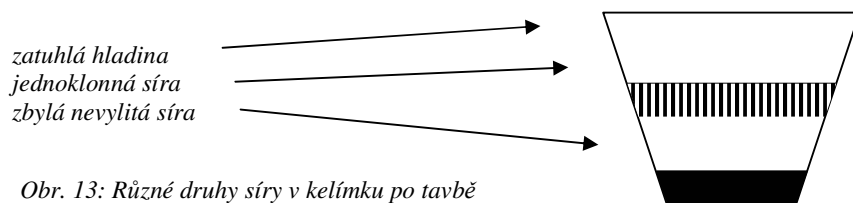
<sup>29</sup> Při manipulaci musí mít sklíčko stejnou teplotu jako předměty, jichž se dotýká. Chcete-li horké sklíčko uchopit do kleští, je nutno kleště napřed nahřát. Chcete-li sklíčko položit na horký kelímek, je nutno napřed nahřát sklíčko. Horké sklíčko neodkládáme na pracovní desku v digestoři, ale chvíli je podržíme v kleštích, aby vy-chladlo.



- písek ke kelímku přihnout a obsah kelímku nechat pozvolna chladnout. Na střed hladiny foukat, aby také zatuhl.
- jakmile se vytvoří tuhá vrstva na povrchu taveniny (je vidět změna charakteru hladiny, ale ztuhnutí je možno vyzkoušet i hřebíkem), prorazit ji hřebíkem na protilehlých stranách a jedním z otvorů vylít zbylou nevykrystalizovanou síru do kádinky se studenou vodou (v kádince s vodou vznikne **plastická síra**)
- nepřeklápět kelímek a odkrojit souvislou vrstvu tuhé síry, která překrývá jehličkovité krystaly její **jednoklonné** modifikace



Obr. 12: Tavení síry (kelímek se sírou dejte na sítku, ne do trojhránku. Omezíte tím možnost jejího zapálení).  
CD: Obr. 37: Tavení síry



Obr. 13: Různé druhy síry v kelímku po tavně  
CD: Obr. 38: Různé druhy síry v kelímku po tavně

CD: obr. 36 - Filtrace sirouhlíkového roztoku síry  
obr. 39 - Tuhnutí roztavené síry při přípravě jednoklonné síry  
Web. 1 - Fotografie kosočtverečné modifikace síry  
Web. 2 - Fotografie plastické (vlevo) a jednoklonné (vpravo) síry

## Úloha 24 Analytické reakce vybraných aniontů

**Chemikálie:** roztoky o koncentraci  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$  (vše v nádobkách s kapátkem) obsahující anionty  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$  roztoky  $\text{AgNO}_3$  a  $\text{BaCl}_2$ ,  $1 \text{ mol dm}^{-3}$   $\text{HNO}_3$ ,  $1 \text{ mol dm}^{-3}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $1 \text{ mol dm}^{-3}$   $\text{HCl}$ , neznámý vzorek (zadá vyučující).

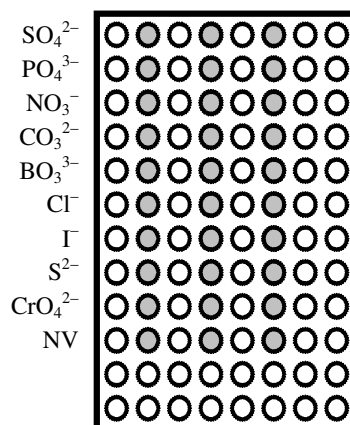
**Pomůcky:** 3 skleněné kapkovací destičky nebo průhledná mikrotitrační destička

### Postup

- po jedné kapce každého zkoumaného roztoku včetně neznámého vzorku dát do tří sousedních důlků tečkovací destičky (kapek tedy bude  $3 \times 10 = 30$ , naznačeno na obrázku č. 14)
  - ke každému vzorku včetně neznámého (celkem do 10 jamek v **prvním** sloupci destičky) přidat 1 kapku  $\text{AgNO}_3$
  - ke každému vzorku včetně neznámého (celkem do 10 jamek v **druhém** sloupci destičky) přidat 1 kapku  $\text{BaCl}_2$

- ke každému vzorku včetně neznámého (celkem do 10 jamek v **třetím** sloupci destičky) přidat 1 kapku vody (srovnání)
- pozorovat a do tabulky zapsat vznik a barvu sraženin, případně změna barvy kapek
- b) k těm vzorkům, které s  $\text{AgNO}_3$  vytvořily sraženinu, přidat po jedné kapce  $\text{HNO}_3$ 
  - pozorovat, zda se sraženina rozpouští
- c) k těm vzorkům, které s  $\text{BaCl}_2$  vytvořily sraženinu, přidat po jedné kapce  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , počkat 15 minut
  - pozorovat, zda se sraženina rozpouští
- d) k těm vzorkům, které s  $\text{BaCl}_2$  vytvořily sraženinu a ta se v bodě c) přidáním  $\text{CH}_3\text{COOH}$  nerozpustila, přidat 1 kapku  $\text{HCl}$ 
  - pozorovat, zda se sraženina rozpouští

obr. 14 – Kapkovací destička



	Sraženina s $\text{AgNO}_3$	Sraž. s $\text{AgNO}_3$ , nerozp v $\text{HNO}_3$	Sraženina s $\text{BaCl}_2$	Sraž. s $\text{BaCl}_2$ nerozpustná v $\text{CH}_3\text{COOH}$	Sraž. s $\text{BaCl}_2$ nerozpustná v $\text{HCl}$
$\text{SO}_4^{2-}$	(+)	–	+ bílá	+ bílá	+ bílá
$\text{PO}_4^{3-}$	+ žlutá	–	+ bílá	–	–
$\text{NO}_3^-$	–	–	–	–	–
$\text{CO}_3^{2-}$	+ světle žlutá	–	+ bílá	–	–
$\text{BO}_3^{3-}$	(+) světle žlutá, jen z konc. roztoku	–	(+) bílá, jen z konc. roztoku	–	–
$\text{Cl}^-$	+ bílá	+ bílá	–	–	–
$\text{I}^-$	+ žlutá	+ žlutá	–	–	–
$\text{S}^{2-}$	+ černá	(+) černá	–	–	–
$\text{CrO}_4^{2-}$	+ červenohnědá	–	+ světle žlutá	+ světle žlutá	–

Tab. 3. : Přehledné znázornění skupinových analytických reakcí vybraných aniontů<sup>30</sup>.

+ ... vzniká sraženina, (+) ... sraženina vzniká jen v případě koncentrovaného roztoku, – ... sraženina nevzniká

<sup>30</sup> Dle Okáče – Analytická chemie kvalitativní, nakl. Československé akademie věd, 1966

## Úloha 25 Oxidačně-redukční (redoxní) vlastnosti kovů, reakce mědi s kyselinami

**Chemikálie:** 2 mol dm<sup>-3</sup> HNO<sub>3</sub>, 2 mol dm<sup>-3</sup> HCl, 0,1 mol dm<sup>-3</sup> ZnSO<sub>4</sub>, 0,1 mol dm<sup>-3</sup> CuSO<sub>4</sub>, 0,1 mol dm<sup>-3</sup> FeSO<sub>4</sub>, Zn plech, Cu plech, dlouhý Fe hřebík

**Pomůcky:** stojan se 2 zkumavkami, smirkový papír, 4 kádinky, držák na zkumavky, kahan

### Postup

#### a) Srovnání redoxních vlastností mědi a zinku

- pokus (A): do 20 cm<sup>3</sup> (odhadem, neměřit) 0,1 mol dm<sup>-3</sup> CuSO<sub>4</sub> vložit proužek zinkového plechu (předem očištěného smirkovým papírem)
- pokus (B): do 20 cm<sup>3</sup> (odhadem) 0,1 mol dm<sup>-3</sup> ZnSO<sub>4</sub> vložit proužek měděného plechu (předem očištěného smirkovým papírem)
- počkat asi 15 minut (zatím lze provádět jiné úkoly)
- zhodnotit proběhlé děje

#### b) Srovnání redoxních vlastností železa a mědi

- pokus (C): do 20 cm<sup>3</sup> (odhadem) 0,1 mol dm<sup>-3</sup> FeSO<sub>4</sub> zčásti ponořit proužek měděného plechu
- pokus (D): do 20 cm<sup>3</sup> (odhadem) 0,1 mol dm<sup>-3</sup> CuSO<sub>4</sub> zčásti ponořit<sup>31</sup> železný hřebík
- počkat asi 15 minut
- zhodnotit proběhlé děje

#### c) Reakce mědi s kyselinami

- do dvou zkumavek vložit osmirkované měděné plíšky
- do první zkumavky přilít (odhadem) asi 2 cm<sup>3</sup> 2 mol dm<sup>-3</sup> HCl
- do druhé zkumavky přilít (odhadem) asi 2 cm<sup>3</sup> 2 mol dm<sup>-3</sup> HNO<sub>3</sub>
- obě zkumavky mírně zahřát
- děje pozorovat a výsledky porovnat

### CD:

obr. 40 – Provedení A, B

obr. 41 - Výsledek experimentu A, B

Web. 3 - měď + kyseliny JPG

## Úloha 26 Reakce K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, KMnO<sub>4</sub> a Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

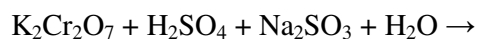
**Chemikálie:** 0,1 mol dm<sup>-3</sup> K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, konc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,01 mol dm<sup>-3</sup> KMnO<sub>4</sub>, 0,1 mol dm<sup>-3</sup> Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub><sup>32</sup>, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> (s)

**Pomůcky:** 2 zkumavky, stojan na zkumavky, chemická lžička

### Postup

#### a) Reakce K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> se Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

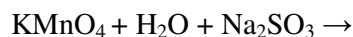
- do roztoku K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (3 cm<sup>3</sup>) přidat 3-5 kapek zředěné H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- přidat 3 cm<sup>3</sup> roztoku Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
- pozorovat barvu produktů



<sup>31</sup> Oba ponořované předměty předem očistit smirkovým papírem

<sup>32</sup> Roztok siřičitanu musí být čerstvý.

- b) Reakce  $\text{KMnO}_4$  se  $\text{Na}_2\text{SO}_3$   
 - k  $3 \text{ cm}^3$  roztoku  $\text{KMnO}_4$  přidat  $3 \text{ cm}^3$  roztoku  $\text{Na}_2\text{SO}_3$   
 - pozorovat barvu produktů



**CD:**

obr. 42 - Reakce manganistanu draselného se siřičitanem sodným

obr. 43 - Reakce dichromanu draselného se siřičitanem sodným

## Úloha 27 Závíslost reakční rychlosti na koncentraci a teplotě reaktantů

**Chemikálie:** 25%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (= roztok A),  $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$   $(\text{COOH})_2$  (= roztok B),  $0,04 \text{ mol dm}^{-3}$   $\text{KMnO}_4$  (= roztok C)

**Pomůcky:** 4 kádinky  $100 \text{ cm}^3$ , odměrné válce  $5 \text{ cm}^3$  2 ks,  $50 \text{ cm}^3$  2 ks, stojan, azbestová síťka, 3 pipety, stopky nebo hodinky s vteřinovou ručičkou

**Postup**

- a) připravit 2 kádinky ( $100 \text{ cm}^3$ ), dále postupovat dle následujícího rozpisu (dodržovat pořadí operací ve směru zleva doprava v rozpisu), změřit dobu potřebnou k dosažení změny zbarvení roztoku (charakterizuje rychlost reakce):

Tab. 4

Číslo kádinky	roztok A	roztok B	destilovaná voda	teplota	roztok C	Doba potřebná ke změně zbarvení
1	$5 \text{ cm}^3$	$2,5 \text{ cm}^3$	$50 \text{ cm}^3$	pokožová	$2 \text{ cm}^3$	
2	$5 \text{ cm}^3$	$2,5 \text{ cm}^3$	$50 \text{ cm}^3$	$80 \text{ }^\circ\text{C}^{33}$	$2 \text{ cm}^3$	

- b) připravit 2 kádinky ( $100 \text{ cm}^3$ ), dále postupovat dle následujícího rozpisu (dodržovat pořadí operací ve směru zleva doprava v rozpisu), změřit dobu potřebnou k dosažení změny zbarvení roztoku (charakterizuje rychlost reakce):

Tab. 5

Číslo kádinky	roztok A	roztok B	destilovaná voda	teplota	roztok C	Doba potřebná ke změně zbarvení
1	$5 \text{ cm}^3$	$2,5 \text{ cm}^3$	$0 \text{ cm}^3$	pokožová	$2 \text{ cm}^3$	
2	$5 \text{ cm}^3$	$2,5 \text{ cm}^3$	$25 \text{ cm}^3$	pokožová	$2 \text{ cm}^3$	

<sup>33</sup> Uvedenou teplotu poznáme podle toho, že kádinka z vnější strany při doteku nesnesitelně pálí, avšak její obsah ještě nevaří.

## Úloha 28 Koordinační sloučeniny niklu a mědi

**Chemikálie:** koncentrovaný roztok  $\text{NH}_3$ ,  $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CuCl}_2$ ,  $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NiCl}_2$ .

**Pomůcky:** kapkovací destička, kádinka, 4 kapátka

### Postup

- na kapkovací destičku dát do dvou jamek po jedné kapce  $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CuCl}_2$  a do dvou jamek po jedné kapce  $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NiCl}_2$
- do jedné jamky s  $\text{CuCl}_2$  a do jedné jamky s  $\text{NiCl}_2$  přidat po jedné kapce koncentrovaného roztoku  $\text{NH}_3$ , do zbývajících jamek po 1 kapce vody
- pozorovat výsledné zbarvení roztoku

Tab. 6

jamka č.	$1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CuCl}_2$	$1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NiCl}_2$	konc. $\text{NH}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	výsledné zbarvení roztoku
1	1 kapka	–	1 kapka	–	
2	1 kapka	–	–	1 kapka	
3	–	1 kapka	1 kapka	–	
4	–	1 kapka	–	1 kapka	

### CD:

obr. 44 - Kapky  $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NiCl}_2$  a  $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CuCl}_2$  před reakcí s roztokem  $\text{NH}_3$

obr. 45 – Kapky  $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NiCl}_2$  a  $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CuCl}_2$  po reakci s roztokem  $\text{NH}_3$

## Úloha 29 Galvanické pokovování (niklování)

**Chemikálie:** destilovaná  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  nebo  $\text{HNO}_3$  o koncentraci  $1 \text{ mol dm}^{-3}$ , niklová destička (anoda), měděný plech (katoda), niklovací lázeň

(složení: 70 g  $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ , 40 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ , 20 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ , doplnit do  $1000 \text{ cm}^3$ )

**Pomůcky:** 2 kádinky, pinzeta, niklový předmět (anoda), měděný plech (katoda), brusný papír, zdroj stejnosměrného napětí cca 12 V

### Postup

- měděný plech určený k poniklování pečlivě brusným papírem mechanicky očistit a na chvíli ponořit do zředěného roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  nebo  $\text{HNO}_3$ <sup>34</sup>
- opláchnout jej destilovanou vodou ze stříčky
- vložit do niklovací lázně (lázeň nalít asi 2 cm vysoko do kádinky) – měděný plech bude katodou
- jako anodu použít niklový předmět
- elektrody se nesmějí dotýkat
- obě elektrody připojit ke zdroji stejnosměrného napětí cca 12 V
- po 10-15 minutách elektrolýzu ukončit, odpojit elektrody
- vyjmout katodu, opláchnout ji vodou a prohlédnout si ji
- použitou niklovací lázeň vrátit do zásobní láhve

### CD:

obr. 46 - Galvanické poniklování – aparatura

obr. 47 - Galvanické poniklování – výsledek práce

<sup>34</sup> Použitou kyselinu vrátit do lahve označené „na oplach“.

## IV. Příprava látek

Výpočty musí posluchač provést doma, jinak vykoná cvičení v náhradním termínu.

### Úloha 30 Příprava oxidu chromitého<sup>35</sup>

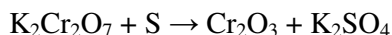
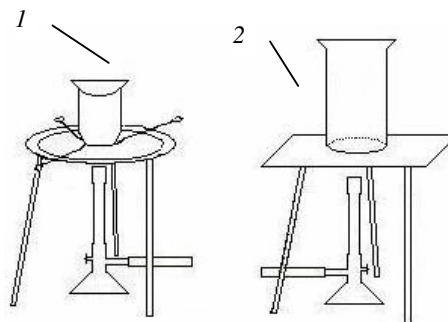
Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je představitelem amfoterního oxidu, neboť reaguje jak s kyselinami, tak i se zásadami. S kyselinami tvoří chromité soli a se silnými hydroxidy příslušné chromitany. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je zelená ve vodě nerozpustná látka, která se používá jako pigment (chromová zeleň). Přípravuje se redukcí dichromanů alkalických kovů sírou nebo termickým rozkladem (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

**Chemikálie:** K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 5% BaCl<sub>2</sub>, prášková síra

**Pomůcky:** baňka, Büchnerova nálevka, kádinka, porcelánová miska, stojan s trojhranem, třecí miska s tloučkem, zátka, železný kelímk, skleněná kapkovací destička, černý papír, 3 kapátka, velká kádinka (500-800 cm<sup>3</sup>), kahan, zápalky, kleště

#### Postup

- v třecí misce<sup>36</sup> rozetřít 5 g K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> s dvojnásobkem vypočteného množství práškové síry
- směs nasypat do železného kelímku
- kelímk zakrýt porcelánovou miskou a zpočátku mírně, pak intenzivně zahřívát kahanem (provádět v **digestoři**, protože hrozí vznícení síry a vznik jedovatého SO<sub>2</sub>). Současně dát v kádince ohřívát asi 300 cm<sup>3</sup> vody (zahřát téměř k varu).
- reakce je u konce, až původně oranžová reakční směs zezelená
- do horké vody ponořit částečně vychlazený kelímk a obsah kelímku za zvýšené teploty vylouhovat.
- pokud se produkt z kelímku tímto procesem neuvolní, vydlabat jej chemickou lžící z kelímku do vody v kádince a ve vodě jej lžící rozmělnit.
- vzniklý Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> třikrát dekantovat<sup>37</sup> vodou
- na závěr jej přefiltrovat na Büchnerově nálevce
- promývat vodou tak dlouho, až je reakce filtrátu na síranové anionty negativní<sup>38</sup>



1 – K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> se sírou (na trojhranu, kelímk se směsí)

2 – zahřívání vody pro vyloužení Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> z kelímku

Obr. 15: Příprava Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

CD: Obr. 48: Příprava Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

<sup>35</sup> Provedení úlohy je časově náročné. Doporučuje se touto úlohou zahájit cvičení.

<sup>36</sup> K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> navážít na předvážkách přímo do vytárované třecí misky.

<sup>37</sup> Dekantace je způsob promývání. Analogií dekantace je např. promývání rýže před vařením. Na produkt v kádince nalijeme destilovanou vodu a tyčinkou zamícháme. Pak obsah kádinky necháme v klidu stát, aby produkt sedl na dno. Potom roztok nad produktem opatrně slijeme.

<sup>38</sup> Ke kapce filtrátu na kapkovací destičce přidat kapku 5% BaCl<sub>2</sub>. V přítomnosti síranů (tj. při pozitivní reakci) vzniká bílá sraženina. Je vhodné, aby kapkovací destička byla skleněná (průhledná bezbarvá) a podložena černým papírem. Bílá sraženina je lépe vidět.

## Úloha 31 Příprava jodidu olovnatého

**Chemikálie:**  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , 45 %  $\text{HNO}_3$ , KI

**Pomůcky:** 2 kádinky 100 cm<sup>3</sup>, kuželová baňka, síťka s keramickou výplní, Büchnerova nálevka, kahan, stojan s kruhem a svorkou, zápalky, váhy, filtrační papír

### Postup

- v první kádince rozpustit 0,33 g  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ve 100 cm<sup>3</sup> vody
- pokud se při rozpouštění (v důsledku hydrolyzy) tvoří bílý zákal, okyselit několika kapkami  $\text{HNO}_3$  až do rozpuštění zákalu. Pokud se zákal nevytvoří, kyselinu nepřidávat.
- v druhé kádince rozpustit 0,33 g KI ve 100 cm<sup>3</sup> vody
- oba roztoky zahřát k varu<sup>39</sup>, pak oba slít dohromady do jedné kuželové baňky stojící na izolační desce nebo síťce
- baňku opatrně postupně ochladit proudem tekoucí vody a nechat stát v umyvadle se studenou vodou, zabezpečit proti vniknutí vodovodní vody.
- vychladlou baňku lze dále ochladit v ledničce, výtěžek  $\text{PbI}_2$  bude větší
- po několika minutách se vyloučí zlatavé krystalky  $\text{PbI}_2$
- vzniklý  $\text{PbI}_2$  odfiltrovat na Büchnerově nálevce, produkt nechat do dalšího cvičení na místě určeném vyučujícím na podepsaném papíře vysušit.
- vysušený produkt zvážit a vypočítat výtěžek

**CD:**

obr.49 -  $\text{PbI}_2$  bývá nazýván „Zlatý déšť“

## Úloha 32 Příprava monohydrátu síranu tetraamoměďnatého

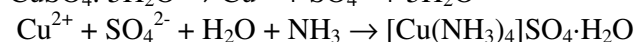
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  tvoří temně modré krystaly, které jsou na vzduchu při normální teplotě stálé. Při zahřívání se rozkládá na  $\text{CuSO}_4$  a  $\text{NH}_3$ . Ve vodě se poměrně dobře rozpouští na temně modrý roztok vykazující alkalyckou reakci.  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  lze připravit působením nadbytku  $\text{NH}_3$  na roztok  $\text{CuSO}_4$ .

**Chemikálie:** 26%  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

**Pomůcky:** 2 kádinky, Büchnerova nálevka se zátkou, odsávací baňka, odměrný válec 25 cm<sup>3</sup>, tyčinka, lžičce

### Postup

- v kádince s 10 cm<sup>3</sup> destilované vody rozpustit 2,5 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- do roztoku za laboratorní teploty pomalu přidávat roztok  $\text{NH}_3$ , až se zelenomodrá sraženina  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  rozpustí a vznikne fialově modrý roztok
- vzniklý čirý roztok vlít do dvojnásobného objemu ethanolu
- vytvoří se jemná krystalická látka  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- vzniklou sůl odfiltrovat na Büchnerově nálevce
- prolít malým množstvím ethanolu a vysušit při laboratorní teplotě



<sup>39</sup> Pozor, zahřívání trvá dlouho. Rostoky dejte zahřívát a věnujte se další práci na jiných úkolech.

## Úloha 33 Příprava pyroforického olova

Olovo patří mezi nejměkčí a nejtěžší běžně užívané kovy. Na vzduchu se již za normální teploty rychle oxiduje a povléká tenkou vrstvičkou oxidu nebo uhličitanu, která ho chrání před další oxidací. Nejsnadněji se oxiduje čerstvě vyredukované a jemně rozptýlené olovo, např. olovo pyroforické. Pyroforickou formu olova lze získat opatrným zahříváním některých organických solí olova, např. vinnanu, citranu apod.

**Chemikálie:** destilovaná voda, vinná kyselina  $(\text{OHCHCOOH})_2$ , octan olovnatý  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

**Pomůcky:** Büchnerova nálevka se zátkou, kádinka, zkumavka z těžkotavitelného skla, odsávací baňka, kahan, držák na zkumavky

### Postup

- připravit si vinnan olovnatý takto:
  - 7,5 g octanu olovnatého rozpustit v 75 cm<sup>3</sup> vody
  - přidat vypočtené množství vinné kyseliny
  - vzniklou sraženinu odsát na Büchnerově nálevce
  - promýt vodou a vysušit v sušárně při 90 °C<sup>40</sup>
- suchý vinnan žíhat ve vodorovné poloze v těžkotavitelné zkumavce v digestoři
  - produkty termického rozkladu jsou jedovaté, proto je třeba pracovat v dobře táhnoucí digestoři
  - černá hmota, která zbude ve zkumavce, je pyroforické olovo
  - nasypat je na nehořlavou podložku, např. na dlaždice v digestoři
  - pozorovat děšť jisker
  - pyroforické vlastnosti si olovo ponechává několik dnů, pokud je uchováváno ve zkumavce bez přístupu vzduchu

### CD:

Mov 10 – Příprava pyroforického olova

## Úloha 34 Příprava chloridu amonného

### PRACOVAT V DIGESTOŘI!

$\text{NH}_4\text{Cl}$  je známý pod triviálním názvem salmiak. Tvoří bezbarvé krystalky dobře rozpustné ve vodě. Snadno sublimuje. Používá se např. jako elektrolyt v suchých článcích.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  připravíte neutralizací zředěného roztoku  $\text{HCl}$  zředěným roztokem  $\text{NH}_3$ . Po zahuštění roztoku se  $\text{NH}_4\text{Cl}$  vysráží ethanolem.

**Chemikálie:** koncentrovaný  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ , 10%  $\text{HCl}$

**Pomůcky:** Büchnerova nálevka se zátkou, odsávací baňka, 2 kádinky, lakmusový papír, tyčinka, kahan, síťka, trojnožka, filtrační papír

### Postup

- sestavit a vyrovnat chemickou rovnici přípravy  $\text{NH}_4\text{Cl}$  z  $\text{NH}_3$  a  $\text{HCl}$
- vypočítat, kolik cm<sup>3</sup> 10%  $\text{HCl}$  je třeba na přípravu 5 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- toto množství vliť odměrným válcem do kádinky
- vypočítat objem 10%  $\text{NH}_3$  potřebný pro přípravu 5 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$

<sup>40</sup> Sušení trvá dlouho. Suchý vinnan olovnatý proto obdržíte od laboranta, abyste úlohu mohli dokončit. Vámi připravený vinnan olovnatý na konci cvičení po sušení předejte laborantovi pro další studenty.



- z koncentrovaného roztoku  $\text{NH}_3$  si připravit 10% roztok
- připravit si o 10% víc než je vypočtené množství tohoto roztoku  $\text{NH}_3$
- $\text{HCl}$  v kádince neutralizovat vypočteným množstvím 10%  $\text{NH}_3$ , ale dát jej o něco více, aby roztok reagoval alkalicky (kontrola pomocí lakmusového papíru)
- roztok zahustit zahřáním a odpařením ke krystalizaci
- produkt odsát na Büchnerově nálevce a nechat na určeném místě uschnout.

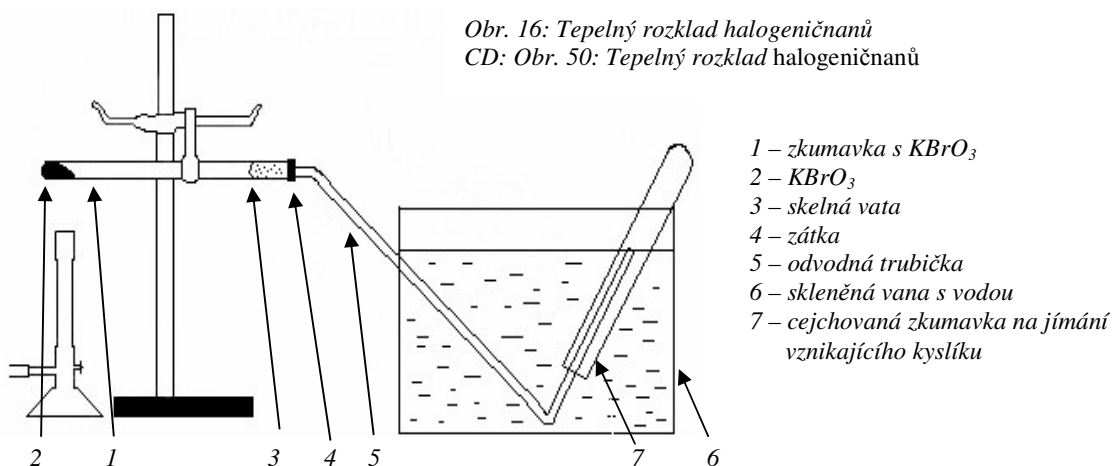
### Úloha 35 Příprava kyslíku tepelným rozkladem halogeničnanů

**Chemikálie:**  $\text{KBrO}_3$ <sup>41</sup>

**Pomůcky:** zkumavka, cejchovaná zkumavka, zahnutá skleněná trubička, skleněná vana, stojan se svorkami, teploměr, tlakoměr, skelná vata, kahan

**Postup**

- zkumavku s přibližně 0,07 až 0,1 g  $\text{KBrO}_3$  (hmotnost je nutno znát na 0,000 1 g přesně<sup>42</sup>) umístit vodorovně do stojanu
- do ústí zkumavky volně zasunout smotek skelné vaty (jeho úkolem je zachytávat případně se rozstříkující krystalky)
- k ní připojit skleněnou trubici na konci zahnutou, ponořit ji do vany s vodou
- na skleněnou trubici nasadit zkumavku s cejchováním objemu, zcela naplněnou vodou
- $\text{KBrO}_3$  kahanem zahřívát tak dlouho, dokud se taví a uniká kyslík (bublinky vytlačující vodu z cejchované zkumavky); kahanem je nutno pohybovat
- změřit teplotu a tlak v místnosti
- změřit objem vzniklého kyslíku



<sup>41</sup> Lze použít také  $\text{KClO}_3$  nebo  $\text{KIO}_3$

<sup>42</sup> Vážení provedeme tak, že prázdnou zkumavku vytárujeme na analytických vahách, přidáme  $\text{KBrO}_3$  „na špičku nože“ a zvážíme.

## Úloha 36 Příprava kyseliny trihydrogenborité<sup>43</sup>

H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> tvoří perleťově bílé krystaly, jejichž rozpustnost ve vodě značně vzrůstá se zvyšováním teploty. Její roztoky působí mírně antisepticky. Patří mezi slabé kyseliny. Zahříváním na 175 °C z ní odštěpením vody vzniká HBO<sub>3</sub>, která se dalším zahříváním dehydratuje až na B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> lze připravit účinkem roztoku HCl na Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> (borax).

**Chemikálie:** borax Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>·8H<sub>2</sub>O, destilovaná H<sub>2</sub>O, koncentrovaná HCl

**Pomůcky:** Büchnerova nálevka, odměrný válec, odsávací baňka, kádinka, kahan, kovová trojnožka, skleněná tyčinka, síťka s keramickou výplní, filtrační papír

### Postup

- pomocí rovnice Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> + HCl → H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> + NaCl + H<sub>2</sub>O vypočítat množství Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>·8H<sub>2</sub>O potřebné pro přípravu 13,25 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>
- na toto množství nalít 20 cm<sup>3</sup> vody, zahřáním a mícháním rozpustit
- vypočtené množství HCl vlít do roztoku Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>·8H<sub>2</sub>O po kapkách za stálého míchání
- roztok ochladit pod tekoucí vodou, pak ledem, pak na 5 minut (ne déle, aby směs nezmrzla a neroztrhla kádinku) vložit do mrazničky
- vykrystalizovanou H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> odfiltrovat<sup>44</sup>
- na filtru z ní vymačkat matečný roztok
- produkt ihned použít k další práci v úkolu č. 37 (příprava oxidu boritého)

## Úloha 37 Příprava oxidu boritého<sup>45</sup>

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je bezbarvá sklovitá látka, která jen velmi obtížně krystalizuje. Je dobře rozpustný ve vodě za současného vzniku H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> a v ethanolu nebo za současného vzniku B(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>. B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vzniká např. hořením boru. Přípravuje se obvykle termickou dehydratací H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.

**Chemikálie:** H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> připravená v úkolu č. 36.

**Pomůcky:** kádinka, kahan, kovová tyčinka s ostrým hrotem, kovová trojnožka, třecí miska, železný kelímek, trojhran

### Postup

- použít H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> připravenou v předcházející úloze
- H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> zahřívát v železném kelímku přímým plamenem až do teploty červeného žáru
- z kypící taveniny se postupně uvolňuje voda ve formě vodní páry. Po uvolnění veškeré vody (tj. po ukončení reakce) tavenina přestane pění, vznikne čirá, sklovitá tavenina, která se usadí na stěnách misky
- odstavit plamen
- kelímek s taveninou ihned ponořit do misky se studenou vodou (aby došlo k tepelnému šoku a aby produkt popraskal a odprýskal od stěn misky).
- pozor, voda se nesmí dostat dovnitř do kelímku.
- zchladlý preparát rozmělnit v třecí misce

<sup>43</sup> Úloha 36 a Úloha 37 se musí provádět ve stejné vyučovací lekci, přičemž Úloha 36 se vypracuje jako první.

<sup>44</sup> Pokud nevzniknou krystaly, míchejte roztok asi 3-5 minut a pak jej na chvíli dejte do chladničky.

<sup>45</sup> Úloha 36 a Úloha 37 se musí provádět ve stejné vyučovací lekci, přičemž Úloha 36 se vypracuje jako první.

### 3 ROZPIS PROVEDENÍ ÚLOH

Studentské dvojce	I, II	III	III	III	IV	IV
1	Úvod, demonstrační úlohy 1-5, pěstování monokrystalu 6 (blok II lze zařadit i na závěr cvičení)	7-10 11-14	15-18 19-22	23-26 27-29	30 31-32 33	34 35 36-37
2		11-14 7-10	19-22 15-18	27-29 23-26	31-32 33 30	35 36-37 34
3		15-18 19-22	23-26 27-29	7-10 11-14	33 30 31-32	36-37 34 35
4		19-22 15-18	27-29 23-26	11-14 7-10	34 35 36-37	30 31-32 33
5		23-26 27-29	7-10 11-14	15-18 19-22	35 36-37 34	31-32 33 30
6		27-29 23-26	11-14 7-10	19-22 15-18	36-37 34 35	33 30 31-32

#### Poznámka

V zájmu efektivního využití času v laboratoři je potřeba zachovávat naznačené pořadí úloh (Napřed se vypracují úlohy uvedené na horním řádku, pak v dolním. Pokud je u některé úlohy uvedeno, že je časově náročná, je potřeba touto úlohou zahájit cvičení).

## 4 POUŽITÁ LITERATURA

1. E. Musilová, H. Peňázová – Chemické názvosloví anorganických sloučenin, MU Brno 2000
2. E. Musilová, M. Soldán – Praktická cvičení z anorganické a organické chemie, MU Brno 1996
3. J. Klikorka – Obecná a anorganická chemie, SNTL Praha 1989
4. J. Marhold – Přehled průmyslové toxikologie, anorganické látky, Avicenum Praha 1980
5. J. Marhold – Přehled průmyslové toxikologie, organické látky I, Avicenum Praha 1985
6. J. Marhold – Přehled průmyslové toxikologie, organické látky II, Avicenum Praha 1986
7. J. Vohlídal – Chemické a analytické tabulky, Praha 1999
8. Kábelová, I. Pilátová, Z. Hamáková – Laboratorní technika II, VUT Brno 1999
9. L. Jančář – Analytická chemie, MU Brno, 1997
10. L. Sommer – Teoretické základy analytické chemie, VUT Brno 1995
11. Okáč – Analytická chemie kvalitativní, nakladatelství Československé akademie věd 1966
12. Šrámek, L. Kosina – Obecná a anorganická chemie, nakladatelství Olomouc 2000