

# Obsah

ÚVOD .....	2
POŽADAVKY NA PROTOKOLY .....	2
ZÁPIS CHEMICKÝCH VÝPOČTŮ .....	4
PRAVIDLA PRO CITOVÁNÍ POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....	4
OTÁZKY K JEDNOTLIVÝM ÚLOHÁM .....	5
I. DEMONSTRAČNÍ ÚLOHY .....	5
Úloha 1 Chlor, jeho příprava a vlastnosti .....	5
Úloha 2 Redukce oxidu olovnatého vodíkem .....	5
Úloha 3 Samozápalnost bílého fosforu .....	5
Úloha 4 Chlorečnan draselný, bengálské ohně .....	5
Úloha 5 Aluminotermie .....	5
II. VLASTNOSTI LÁTEK .....	6
Úloha 6 Elektrolýza vody .....	6
Úloha 7 Vlastnosti hydroxidu sodného .....	6
Úloha 8 Vodík a jeho vlastnosti .....	7
Úloha 9 Kyslík a jeho vlastnosti I .....	7
Úloha 10 Kyslík a jeho vlastnosti II .....	7
Úloha 11 Voda, tvrdost vody, důkaz vybraných aniontů .....	8
Úloha 12 Voda, hydráty, hydratace, dehydratace, solvatace .....	8
Úloha 13 Oxidačně-redukční (redoxní) reakce peroxidu vodíku .....	8
Úloha 14 Charakteristické barvení plamene ionty alkalických kovů a kovů alkalických zemin .....	9
Úloha 15 Elektrolýza vodného roztoku chloridu sodného .....	9
Úloha 16 Reakce Na, K, Ca s vodou .....	9
Úloha 17 Hoření hořčíku a reakce hořčíku s vodou .....	10
Úloha 18 Stanovení molární hmotnosti $\text{CaCO}_3$ .....	10
Úloha 19 Adiční reakce bromové vody s ethylenem .....	10
Úloha 20 Příprava a vlastnosti amoniaku .....	10
Úloha 21 Princip chladicích směsí .....	11
Úloha 22 Síra a její vlastnosti .....	11
Úloha 23 Analytické reakce vybraných aniontů .....	11
Úloha 24 Oxidačně-redukční (redoxní) vlastnosti kovů, reakce mědi s kyselinami .....	12
Úloha 25 Reakce $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , $\text{KMnO}_4$ a $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .....	13
Úloha 26 Závislost reakční rychlosti na koncentraci a teplotě reaktantů .....	13
Úloha 27 Koordinační sloučeniny niklu a mědi .....	14
Úloha 28 Galvanické pokovování (niklování) .....	14
III. PŘÍPRAVA LÁTEK .....	15
Úloha 29 Příprava oxidu chromitého .....	15
Úloha 30 Příprava jodidu olovnatého .....	15
Úloha 31 Příprava monohydrátu síranu tetraamoměďnatého .....	15
Úloha 32 Příprava pyroforického olova .....	15
Úloha 33 Příprava chloridu amonného .....	15
Úloha 34 Příprava kyslíku tepelným rozkladem halogeničnanů .....	15
Úloha 35 Příprava kyseliny trihydrogenborité .....	16
Úloha 36 Příprava oxidu boritého .....	16
IV. KRYSTALIZACE .....	16
Úloha 37 Příprava $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ a pěstování směsného krystalu $\text{K}(\text{Al,Cr})(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .....	16

# Úvod

Závěrem každého laboratorního cvičení je protokol, obsahující informace o cíli práce, potřebném vybavení, postupu práce, pozorováních, naměřených veličinách a jejich zpracování, o závěrech z toho plynoucích a podobně. **Protokol musí být zpracován tak, aby byl i bez skript srozumitelný i jinému chemicky vzdělanému pracovníkovi.** Tyto pracovní listy jsou určeny k urychlení práce na protokolech. Potřebné části lze zkopírovat a do protokolu vlepít nebo natisknout. Při zodpovídání otázek se předpokládá samostatná práce s odbornou literaturou a s Internetem (např. Chemický vzdělávací portál na adrese <http://chemie.gfxs.cz>).

## Požadavky na protokoly

- 1) Protokol píšeme na volné listy formátu A4, oboustranně. Papír bez linek je vhodnější.
- 2) Každá jednotlivá laboratorní úloha (celkem 37) je uzavřena samostatným protokolem.
- 3) Pokud protokol obsahuje více listů, je nutno je neoddělitelně spojit (sešitím nebo splením, nikoli kancelářskou sponkou).
- 4) Protokoly odevzdávejte jednotlivě, neválejte je do dalších obalů.
- 5) Protokol musí být k první kontrole odevzdán do týdne od vypracování úlohy. Vyučující protokoly opraví a označí. V odůvodněných případech (nemoc apod.) lze protokoly odevzdávat i později. Poslední datum pro odevzdání k první kontrole určí vyučující. Protokoly poprvé odevzdané po tomto termínu nebudou přijaty a posluchač nebude mít v daném semestru nárok na zápočet.
- 6) Kromě titulní strany, seznamu otázek k úloze (obojí okopírujte z těchto pracovních listů) a grafů (zpracovat na počítači vhodným tabulkovým procesorem, např. Excel) je protokol psán **rukou**, nikoli na počítači.
- 7) Pokud jsou grafy vytvořeny ručně, musejí být zpracovány na milimetrovém papíře.
- 8) Každý protokol je uveden titulní stranou se základními informacemi o posluchači a zpracované úloze. Titulní stranu okopírujte z těchto pracovních listů a vyplňte.
- 9) Ke každému protokolu zodpovězte otázky uvedené v těchto pracovních listech. Otázky je nutno v protokole uvést (lze je z těchto listů zkopírovat a vlepít, vytisknout apod.).
- 10) Osnova pro vypracování protokolu je uvedena níže.

### Osnova protokolu:

- 1) **Vyplněná titulní strana**
- 2) Přesný **postup** práce (včetně případných odchylek od návodu ve skriptech).
- 3) **Nákres a popis** použitých **aparatur**.
- 4) U úloh, ke kterým byl potřebný předběžný výpočet (např. pro zjištění množství reaktantů pro uskutečnění přípravy nějaké látky), také celý tento **výpočet**.
- 5) **Popis pozorovaných vlastností** všech použitých i připravených **látek** (kromě vody).
- 6) **Popis toxicity** všech použitých i připravených **látek** kromě vody (lze využít zkratky z piktogramů).
- 7) **Popis pozorovaných dějů**.
- 8) Veškeré **naměřené hodnoty** (např. zjištění hmotnosti produktů).
- 9) **Srovnání vlastních pozorování s údaji z tabulek nebo učebnic**. U preparativních úloh výpočet relativního výtěžku (tj. kolik procent teoreticky získatelného množství připravované látky bylo ve skutečnosti získáno).
- 10) **Diskuse** hodnotící vhodnost zvolené metody, vysvětlující příčiny konkrétních neshod mezi teorií a vlastními pozorováními apod.
- 11) **Závěr: shrnutí hlavních výsledků práce, srovnání vlastních výsledků s teoretickými nebo tabelovanými údaji** (pravidla pro citování použitých informačních zdrojů viz str. 4), **zhodnocení, zda byl úkol splněn**.

**Číslo úlohy**

**Název úlohy:**

.....  
.....

**Jméno studenta:**

.....

**Pomůcky:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Chemikálie:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Postup (na další straně)**

## Zápis chemických výpočtů

Chemické výpočty je možno provádět oběma obvyklými způsoby, tj. jak podle vzorců, tak pomocí úměry. V obou případech však musí být zřejmá úvaha studenta při výpočtu. Při použití **vzorců** proto student musí vysvětlit význam všech použitých symbolů. Při použití **úměry** je nutno jednoznačně vysvětlit celou úvahu; uvést, která veličina je ve kterém sloupci zápisu, udat jednotky apod.

Pokud jde o zápis výpočtu z chemických rovnic, je požadován jednotný zápis podle následujícího vzoru:

Vypočítejte, kolik gramů síry beze zbytku zreaguje s 5 g  $K_2Cr_2O_7$ , pokud reakce probíhá podle rovnice:  $K_2Cr_2O_7 + S \rightarrow Cr_2O_3 + K_2SO_4$ . Kolik  $Cr_2O_3$  přitom vznikne?

	$K_2Cr_2O_7$	+	S	→	$Cr_2O_3$	+	$K_2SO_4$
$M_r$	294,2		32,06		162		
m (g)	5		x = 0,545 g		y = 2,75 g		

  
$$x = \frac{32,06 \cdot 5}{294,2} = 0,545 \text{ g} \quad y = \frac{162 \cdot 5}{294,2} = 2,75 \text{ g}$$

S 5 g  $K_2Cr_2O_7$  beze zbytku zreaguje 0,545 g síry. Při reakci vznikne 2,75 g  $Cr_2O_3$ .

Je nutno zachovávat umístění příslušných čísel (zadání i výsledky) přesně pod vzorcem odpovídající chemické látky. Pomocné výpočty provedeme pod zápisem rovnice.

**Jiné způsoby zápisu nebudou akceptovány.**

## Pravidla pro citování použitých informačních zdrojů

Pro citování použitých informačních zdrojů existují normy:

ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2 (01 0197).

Stručný výtah z nich naleznete např. na adrese <http://www.boldis.cz/citace/citace1.pdf>  
a na <http://www.boldis.cz/citace/citace2.pdf>.

# Otázky k jednotlivým úlohám

## I. Demonstrační úlohy

### Úloha 1 Chlor, jeho příprava a vlastnosti

- Úkol 1:** Proč je nutno provádět experiment v digestoři?
- Úkol 2:** Proč je nutno vznikající přebytečný chlor likvidovat?
- Úkol 3:** Napsat rovnici reakce, kterou je v tomto experimentu přebytečný chlor likvidován, vysvětlit na ní pojem *disproporcionace*.
- Úkol 4:** Navrhnout obecné složení roztoku vhodného pro likvidaci přebytečného chloru.
- Úkol 5:** Co se stalo s hořící špejlí (svíčkou) vloženou do válce s chlorem?
- Úkol 6:** Jak se změnilo zbarvení jodidoškrobového papírku ihned po vložení do válce s  $\text{Cl}_2$ ?
- Úkol 7:** Zapsat tento děj chemickými rovnicemi.
- Úkol 8:** Jak se potom změnilo zbarvení jodidoškrobového papírku?
- Úkol 9:** Co se stalo s barevnými předměty ve válci s chlorem?
- Úkol 10:** Podstatu dějů popsaných v bodech (8) a (9) popsat slovy a obrázkem.
- Úkol 11:** Jaké využití chloru plyne z pozorování v bodech (8) a (9)?

### Úloha 2 Redukce oxidu olovnatého vodíkem

- Úkol 1:** Zapsat chemickou rovnici všech 5 reakcí: děj probíhající v Kippově přístroji, reakci  $\text{PbO}$  s  $\text{H}_2$ , děj probíhající s  $\text{CuSO}_4$ , důkaz vodíku, likvidaci nadbytečného vodíku.
- Úkol 2:** Reakce z bodu (1) zapsat také poloreakcemi (zvlášť oxidaci, zvlášť redukci).
- Úkol 3:** Jakou barvu má bezvodý síran měďnatý? Která forma síranu měďnatého je modrá? Co tedy dokazuje zmodránění síranu měďnatého během pokusu?
- Úkol 4:** Proč žlutý prášek  $\text{PbO}$  zčernal?
- Úkol 5:** Vysvětlit funkci a popsat ovládání Kippova přístroje.

### Úloha 3 Samozápalnost bílého fosforu

- Úkol 1:** Uveďte všechny tři alotropické modifikace fosforu, jejich vlastnosti a použití.
- Úkol 2:** Proč je nutno pokus provádět v digestoři (vlastnosti látek, průběh experimentu)?
- Úkol 3:** Hoření bílého fosforu zapsat chemickou rovnicí.
- Úkol 4:** V jakém prostředí se uchovává bílý fosfor?
- Úkol 5:** Jak byste bezpečně zlikvidovali odpad, který zůstal po pokusu v digestoři?

### Úloha 4 Chlorečnan draselný, bengálské ohně

- Úkol 1:** Proč dochází ke vznícení směsi škrob-chlorečnan účinkem koncentrované  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?
- Úkol 2:** Proč se použité listy papíru nesmí hodit do koše?
- Úkol 3:** Jak se plamen zbarvil vlivem které příměsi?
- Úkol 4:** Barvení plamene je založeno na tzv. atomové emisi. Vysvětlete její princip.

### Úloha 5 Aluminotermie

- Úkol 1:** Práškový hliník na vzduchu hoří. Tuto reakci zapsat chemickou rovnicí.
- Úkol 2:** Zapsat provedenou aluminotermickou reakci chemickou rovnicí.
- Úkol 3:** Která hlavní látka byla reakcí *připravena*? Kde se po provedení reakce nacházela?
- Úkol 4:** Uvedená látka se *vyrábí* jinak. Stručně popište princip její průmyslové výroby.
- Úkol 5:** Vysvětlete rozdíl mezi pojmy *příprava látky* a *výroba látky*.
- Úkol 6:** Zjistěte v literatuře, které kovy se vyrábějí aluminotermicky. Literaturu ocitujte.

## II. Vlastnosti látek

### Úloha 6 Elektrolýza vody

**Úkol 1:** Naměřené hodnoty objemů zapsat do Tab. 1.

**Úkol 2:** Děje probíhající na anodě a katodě zapsat pomocí chemických rovnic.

**Úkol 3:** Formulovat Avogadrův zákon.

**Úkol 4:** Odpovídají naměřené hodnoty Avogadrovu zákonu?

**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>

### Úloha 7 Vlastnosti hydroxidu sodného

a)

**Úkol 1:** Vyplnit Tab. 2.

**Tab. 2: Záznam z měření (hmotnostní změny nádoby s NaOH)**

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

**Úkol 2:** Ve kterém případě vzrostla hmotnost více? Proč?

b)

**Úkol 1:** Jak se změnila teplota?

**Úkol 2:** Z odpovědi na úkol 1 plyne, že rozpouštění NaOH ve vodě je děj (vyberte správnou odpověď):

- a) endotermní
- b) exotermní
- c) ani jedno z toho

**Úkol 3:** Z odpovědi na úkoly 1, 2 plyne, že rozpouštěcí entalpie NaOH

- a)  $\Delta H < 0$
- b)  $\Delta H = 0$
- c)  $\Delta H > 0$

## Úloha 8 Vodík a jeho vlastnosti

a)

**Úkol 1:** Zapsat konkrétní průběh reakcí chemickými rovnicemi. Tytéž reakce zapsat také iontově.

**Úkol 2:** Zapsat obecnou kinetickou rovnici.

**Úkol 3:** Do obecné kinetické rovnice dosadit konkrétně pro reakci (obecné) kyseliny se zinkem.

**Úkol 4:** Vypočíst látkovou koncentraci  $H^+$  iontů v každém z roztoků.

**Úkol 5:** Na základě rovnice (3) a výsledků výpočtů provedených v bodě (4) odůvodnit, proč mají pozorované reakce různou rychlost.

**Úkol 6:** Zvážit, zda pozorovaná rychlost souhlasí s tvrzením vyvozeným v úloze (4).

Tab. 3: Záznam z pozorování (rychlost sledovaných reakcí) výsledky výpočtů

Zkumavka č.	8 cm <sup>3</sup>	Přidáno	Pozorovaná rychlost reakce	Rychlost reakce odhadnutá výpočtem
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

b)

**Úkol 1:** Zapsat děj probíhající při reakci chemickou rovnicí.

**Úkol 2:** Jak musí být otočená zkumavka s vodíkem, aby neunikl? Proč?

**Úkol 3:** Chemickou rovnicí zapsat důkazovou reakci na vodík.

**Úkol 4:** Co všechno se pozoruje sluchem a zrakem při důkazové zkoušce na vodík? Jak vypadá zkumavka po této zkoušce?

**Úkol 5:** Které dva zvukové efekty mohou důkazovou reakci doprovázet? Co který z nich znamená?

## Úloha 9 Kyslík a jeho vlastnosti I

**Úkol 1:** Jaký děj nastal v prvním válci po vsunutí špejle?

**Úkol 2:** Jaké bylo pH roztoku vzniklého pohlcením bílého dýmu (vzniklého ve druhém válci) ve vodě? Jaké vlastnosti (kyselé, zásadité) měl vzniklý roztok?

**Úkol 3:** Který plyn vznikl hořením síry?

**Úkol 4:** Která chemická látka vznikla rozpuštěním tohoto plynu ve vodě?

**Úkol 5:** Vyjádřit průběh všech reakcí (v obou válcích) pomocí chemických rovnic.

## Úloha 10 Kyslík a jeho vlastnosti II

**Úkol 1:** Jaké chemické reakci podlehl doutnající uhlí vhozené do zkumavky?

**Úkol 2:** Co tento děj dokazuje? Který plyn vznikl při zahřívání chillského ledku?

**Úkol 3:** Chemickou rovnicí zapsat děj probíhající při zahřívání ledku.

**Úkol 4:** Proč byla pod zkumavkou miska s pískem?

**Úkol 5:** Proč je při zahřívání zkumavky nutno kahanem pohybovat?

## Úloha 11 Voda, tvrdost vody, důkaz vybraných aniontů

a)

**Úkol 1:** Vyjádřit se k množství odparku u jednotlivých vzorků vody.

**Úkol 2:** Jak se svým složením liší jednotlivé vzorky vody (množství a druh příměsí)?

b)

**Úkol 1:** Které vzorky se zakalily při reakci s roztokem  $\text{AgNO}_3$ ?

**Úkol 2:** Jakou barvu měl vzniklý zákal?

**Úkol 3:** Pro které ionty je roztok  $\text{AgNO}_3$  důkazovým činidlem?

**Úkol 4:** Zapsat důkazovou reakci chemickou rovnicí.

**Úkol 5:** Vyplnit níže uvedenou tabulku:

Tab. 4: Záznam z pozorování

Voda:	pitná	dešťová	minerální	znečištěná vodovodní	destilovaná
Množství odparku					
Zákal s $\text{AgNO}_3$					
Barva zákalu s $\text{AgNO}_3$					

c)

**Úkol 1:** Které ionty se dokazují pomocí  $\text{KSCN}$ ?

**Úkol 2:** Zapsat důkazovou reakci.

**Úkol 3:** Proč se ke vzorkům před reakcí s  $\text{KSCN}$  přidával  $\text{KMnO}_4$ ?

**Úkol 4:** Proč se ke vzorkům před reakcí s  $\text{KMnO}_4$  přidává  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

**Úkol 5:** Odhadnout, se kterým iontem měl  $\text{KMnO}_4$  reagovat. Reakci tohoto iontu s  $\text{KMnO}_4$  v prostředí  $\text{H}_2\text{SO}_4$  zapsat chemickou rovnicí – viz manganometrie.

**Úkol 6:** Který roztok změnil zbarvení?

**Úkol 7:** Co to vypovídá o jeho složení?

## Úloha 12 Voda, hydráty, hydratace, dehydratace, solvatace

**Úkol 1:** Vysvětlit pojmy: *hydrát, hydratace, dehydratace, solvatace*.

**Úkol 2:** Zjistit hustotu ethanolu a vody. Která fáze byla u dna, která u hladiny a proč?

**Úkol 3:** K jakým barevným změnám došlo po podvrstvení ethanolové fáze fází vodnou?

**Úkol 4:** Co víte o barvě kobaltnatých solí v souvislosti s jejich hydratací / dehydratací?

**Úkol 5:** Jakou formu kobaltnaté soli obsahovala ethanolová fáze? Jakou měla barvu?

**Úkol 6:** Jakou formu kobaltnaté soli obsahovala vodná fáze? Jakou měla barvu?

## Úloha 13 Oxidačně-redukční (redoxní) reakce peroxidu vodíku

a)

**Úkol 1:** Jak se změnilo zbarvení roztoku po přidání škrobového mazu?

**Úkol 2:** Která látka způsobuje modrání škrobového mazu? Která látka musela být tedy ve zkumavce těsně před přidáním škrobového mazu?

**Úkol 3:** Jakou barvu má vodný roztok této látky?

**Úkol 4:** Zapsat chemickou rovnicí reakci  $\text{KI}$  s  $\text{H}_2\text{O}_2$  v přítomnosti  $\text{H}_2\text{SO}_4$  za vzniku látky identifikované v úkolu č. 2.

**Úkol 5:** Reakci z úkolu č. 4 rozepsat na poloreakce.

**Úkol 6:** Byl  $\text{H}_2\text{O}_2$  v této reakci činidlo oxidační, nebo redukční?

b)

**Úkol 1:** Jakou barvu měl roztok před a po přidání  $\text{H}_2\text{O}_2$ ?

**Úkol 2:** Zapsat chemickou rovnicí reakci  $\text{KMnO}_4$  s  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

**Úkol 3:** Vyčíslit rovnici z úkolu č. 2.

**Úkol 4:** Vyjádřit reakci z úkolu č. 3 poloreakcemi.

**Úkol 5:** Byl  $\text{H}_2\text{O}_2$  v této reakci činidlo oxidační, nebo redukční?



## **Úloha 14 Charakteristické barvení plamene ionty alkalických kovů a kovů alkalických zemin**

- Úkol 1:** Barvení plamene je založeno na tzv. atomové emisi. Vysvětlete její princip.  
**Úkol 2:** Proč soli různých kovů barví plamen různě?  
**Úkol 3:** Barvy plamene zaznamenat do tabulky a srovnat s údaji uvedenými v literatuře. Pokud se liší, pokusit se rozdíly vysvětlit.  
**Úkol 4:** Které kationty obsahoval neznámý vzorek?

## **Úloha 15 Elektrolýza vodného roztoku chloridu sodného**

- Úkol 1:** Jak se změnilo zbarvení roztoku u katody?  
**Úkol 2:** Co tato změna vypovídá o změně složení roztoku u katody?  
**Úkol 3:** Jak se choval plyn vznikající na katodě při zkoušce hořlavosti?  
**Úkol 4:** Jak se choval navlhčený jodidoškrobový papírek?  
**Úkol 5:** O jaké vlastnosti plynu vznikajícího na anodě to svědčí?  
**Úkol 6:** Co lze říci o zápachu plynu vznikajícího na anodě?  
**Úkol 7:** Který je to plyn?  
**Úkol 8:** Zapsat chemickou rovnicí reakci probíhající na anodě a reakci probíhající na katodě.

## **Úloha 16 Reakce Na, K, Ca s vodou**

a)

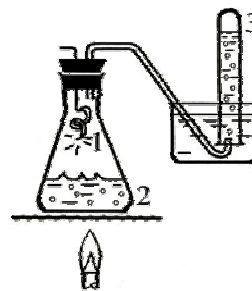
- Úkol 1:** Porovnat reakce všech tří kovů s vodou z hlediska jejich rychlosti. Došlo v některém případě ke vznícení? Se kterým kovem?  
**Úkol 2:** Zapsat průběh reakcí chemickými rovnicemi.  
**Úkol 3:** Vysvětlit změnu barvy indikátoru.  
**Úkol 4:** Proč se musí používat ochranný štít?  
**Úkol 5:** Proč se používá drátěné pletivo?  
**Úkol 6:** Je probíhající děj endotermický, nebo exotermický?  
**Úkol 7:** Proč se uvedené kovy nesmí uchopit rukou?  
**Úkol 8:** Proč se zbytky uvedených kovů nesmí vyhodit do koše nebo spláchnout do umyvadla či toalety?  
**Úkol 9:** Proč se nesmí k hašení skladu s alkalickými kovy použít vodní hasicí přístroj?

b)

- Úkol 1:** Jak se v pokusu b) liší průběh reakce ve srovnání s pokusem a)?  
**Úkol 2:** Čím si to vysvětlujete?

## Úloha 17 Hoření hořčíku a reakce hořčíku s vodou

- Úkol 1:** Co se stalo s plamenem špejle a s plamenem svíčky? Proč?
- Úkol 2:** Najít v literatuře (např. *M. Kouřil: Demonstrační pokusy z obecné a anorganické chemie. SPN, Praha 1985.*), jak hoří Mg na vzduchu a jak se dokazují produkty.
- Úkol 3:** Je důkazová reakce z úkolu č. 2 vhodná jako školní chemický pokus? Proč?
- Úkol 4:** Chemickou rovnicí zapsat hoření Mg na vzduchu.
- Úkol 5:** Rovnicí zapsat také hydrolyzu sloučeniny vznikající hořením Mg na vzduchu.
- Úkol 6:** Co se stalo s plamenem hořící hořčíkové pásky ve vodní páře? Proč?
- Úkol 7:** Zapsat rovnicí reakci žhavého Mg s vodní parou.
- Úkol 8:** Co jste pozorovali po přikápnutí roztoku fenolftaleinu do Erlenmeyerovy baňky?
- Úkol 9:** Co to vypovídá o vlastnostech reakčních produktů?
- Úkol 10:** Je to v souladu s odpověďmi na úkoly č. 4, 5 a 7?
- Úkol 11:** K číslům v modifikaci pokusu podle obrázku přiřaďte látky.
- Úkol 12:** Navrhněte důkaz látky najímané ve zkumavce č. 3.
- Úkol 13:** Je modifikace pokusu podle obrázku vhodná na základní škole spíše jako experiment žákovský, nebo demonstrační? Uveďte důvody pro své rozhodnutí.



## Úloha 18 Stanovení molární hmotnosti CaCO<sub>3</sub>

- Úkol 1:** Zapsat chemickou rovnicí reakci, která proběhla ve velké kádince.
- Úkol 2:** Uvést:  
hmotnost naváženého CaCO<sub>3</sub> ..... m<sub>1</sub>  
hmotnost celé soustavy (kádinky s obsahem, kryt, kapátko) před reakcí ..... m<sub>2</sub>  
hmotnost celé soustavy (kádinky s obsahem, kryt, kapátko) po reakci ..... m<sub>3</sub>
- Úkol 3:** Proč hmotnost celé soustavy klesla?
- Úkol 4:** Za předpokladu známé molární hmotnosti všech reakčních produktů (zjistit např. pomocí molárních hmotností prvků) vypočítat z naměřených hodnot molární hmotnost CaCO<sub>3</sub>.
- Úkol 5:** Experimentálně zjištěnou molární hmotnost srovnat s tabelovanou hodnotou a určit relativní odchylku.
- Úkol 6:** Odhadnout konkrétní příčiny nepřesností.

## Úloha 19 Adiční reakce bromové vody s ethylenem

- Úkol 1:** Jak reaguje ethanol za zvýšené teploty za přítomnosti Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> jako katalyzátoru?
- Úkol 2:** Jak se změnilo zbarvení bromové vody?
- Úkol 3:** Se kterým plynem reagoval brom z bromové vody?
- Úkol 4:** Zapsat tuto reakci chemickou rovnicí.

## Úloha 20 Příprava a vlastnosti amoniaku

- Úkol 1:** Zapsat reakci NH<sub>4</sub>Cl s Ca(OH)<sub>2</sub> chemickou rovnicí.
- Úkol 2:** Vysvětlit změnu zbarvení indikátoru v promývací baňce.
- Úkol 3:** Najít v tabulkách disociační konstantu amoniaku K<sub>b</sub>.
- Úkol 4:** Uvést pH vzniklého roztoku, odtud vypočítat koncentraci vzniklého roztoku.

Použijte vztahy:  $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot c_{\text{NH}_3}}$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

## Úloha 21 Princip chladicích směsí

- Úkol 1:** Jaká je normální rovnovážná teplota směsi voda-led?  
**Úkol 2:** Jakou nejnižší teplotu směsi voda-led-sůl jste naměřili?  
**Úkol 3:** Jak se chovala podložka po zvednutí nádoby?  
**Úkol 4:** Proč?  
**Úkol 5:** Definovat mřížkovou energii.  
**Úkol 6:** Pomocí mřížkové energie vysvětlit příčinu ochlazení směsi pod normální bod tuhnutí vody.  
**Úkol 7:** Najít v literatuře fázový diagram směsi H<sub>2</sub>O-NaCl.  
**Úkol 8:** Pomocí tohoto diagramu určit optimální poměr ledu a soli pro dosažení co nejnižší teploty.  
**Úkol 9:** Jaké nejnižší teploty je možno pomocí ledu a soli dosáhnout (určit z fázového diagramu)?  
**Úkol 10:** Najít v literatuře složení jiných chladicích směsí včetně nejnižší teploty, které je možno pomocí nich dosáhnout.  
**Úkol 11:** Proč se tyto směsi nepoužívají jako chladicí médium v mrazničkách?

## Úloha 22 Síra a její vlastnosti

- Úkol 1:** Uvést známé alotropické modifikace síry (včetně krystalografické soustavy).  
**Úkol 2:** Do protokolu zakreslit fázový diagram síry a pomocí něj vysvětlit pojmy *trojný bod* a *křivka zvratu*. Přesně citovat zdroj, ze kterého byl fázový diagram převzat.

## Úloha 23 Analytické reakce vybraných aniontů

- Úkol 1:** Do protokolu uvést tabulku s výsledky vámi provedených analýz. Barvu vzniklých sraženin nebo roztoků vyznačit vybarvením příslušného políčka pastelkou odpovídající barvy (NV = neznámý vzorek).  
**Úkol 2:** Tam, kde vznikla sraženina, zapsat provedené reakce chemickými rovnicemi. Sraženiny podtrhnout.  
**Úkol 3:** Rovnice zapsat také stručným způsobem (tj. rozepsat je iontově a ionty, které se na reakci nepodílejí, do stručné rovnice nepsat).  
**Úkol 4:** Které anionty obsahoval neznámý vzorek?

Tab. 5: Záznam z pozorování (kvalitativní reakce aniontů)

	Sraž. s AgNO <sub>3</sub>	Sraž. s AgNO <sub>3</sub> , nerozp v HNO <sub>3</sub>	Sraženina s BaCl <sub>2</sub>	Sraž. s BaCl <sub>2</sub> nerozpustná v CH <sub>3</sub> COOH	Sraž.s BaCl <sub>2</sub> nerozpustná v HCl
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>					
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>					
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>					
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>					
BO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>					
Cl <sup>-</sup>					
I <sup>-</sup>					
S <sup>2-</sup>					
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>					
NV					

## Úloha 24 Oxidačně-redukční (redoxní) vlastnosti kovů, reakce mědi s kyselinami

a)

**Úkol 1:** Co bylo pozorováno v případě pokusu (A)? Reakci zapsat chemickou rovnicí.

**Úkol 2:** Co bylo pozorováno v případě pokusu (B)?

**Úkol 3:** Vybrat všechna pravdivá tvrzení (do protokolu je opsat celou větou):

- a) Měďnaté ionty jsou oxidačním činidlem vůči zinku.
- b) Měďnaté ionty jsou redukčním činidlem vůči zinku.
- c) Měďnaté ionty jsou oxidačním činidlem vůči zinečnatým iontům.
- d) Měďnaté ionty jsou redukčním činidlem vůči zinečnatým iontům.
- e) Měď je oxidačním činidlem vůči zinku.
- f) Měď je redukčním činidlem vůči zinku.
- g) Měď je oxidačním činidlem vůči zinečnatým iontům.
- h) Měď je redukčním činidlem vůči zinečnatým iontům.
- i) Zinečnaté ionty jsou oxidačním činidlem vůči mědi.
- j) Zinečnaté ionty jsou redukčním činidlem vůči mědi.
- k) Zinečnaté ionty jsou oxidačním činidlem vůči měďnatým iontům.
- l) Zinečnaté ionty jsou redukčním činidlem vůči měďnatým iontům.
- m) Zinek je oxidačním činidlem vůči měďnatým iontům.
- n) Zinek je redukčním činidlem vůči měďnatým iontům.
- o) Zinek je oxidačním činidlem vůči mědi.
- p) Zinek je redukčním činidlem vůči mědi.

b)

**Úkol 1:** Co bylo pozorováno v případě pokusu (C)? Reakci zapsat chemickou rovnicí.

**Úkol 2:** Co bylo pozorováno v případě pokusu (D)?

**Úkol 3:** Vybrat všechna pravdivá tvrzení (do protokolu je opsat celou větou):

- a) Železnaté ionty jsou oxidačním činidlem vůči mědi.
- b) Železnaté ionty jsou redukčním činidlem vůči mědi.
- c) Železnaté ionty jsou oxidačním činidlem vůči měďnatým iontům.
- d) Železnaté ionty jsou redukčním činidlem vůči měďnatým iontům.
- e) Železo je oxidačním činidlem vůči mědi.
- f) Železo je redukčním činidlem vůči mědi.
- g) Železo je oxidačním činidlem vůči měďnatým iontům.
- h) Železo je redukčním činidlem vůči měďnatým iontům.
- i) Měďnaté ionty jsou oxidačním činidlem vůči železu.
- j) Měďnaté ionty jsou redukčním činidlem vůči železu.
- k) Měďnaté ionty jsou oxidačním činidlem vůči železnatým iontům.
- l) Měďnaté ionty jsou redukčním činidlem vůči železnatým iontům.
- m) Měď je oxidačním činidlem vůči železnatým iontům.
- n) Měď je redukčním činidlem vůči železnatým iontům.
- o) Měď je oxidačním činidlem vůči železu.
- p) Měď je redukčním činidlem vůči železu.

c)

**Úkol 1:** Slovy popsat, co jste pozorovali v případě první zkumavky.

**Úkol 2:** Slovy popsat, co jste pozorovali v případě druhé zkumavky.

**Úkol 3:** Reakci probíhající ve druhé zkumavce zapsat chemickou rovnicí.

## Úloha 25 Reakce $K_2Cr_2O_7$ , $KMnO_4$ a $Na_2SO_3$

**Úkol 1:** Rovnice uvedené v návodu k provedení úlohy doplnit a vyrovnat (postup vyrovnávání zapsat), reakce lze nalézt např. u výkladu chromatometrie a manganometrie (= metody analytické chemie).

**Úkol 2:** V každé rovnici vyznačit oxidační a redukční činidlo.

**Úkol 3:** Popsat průběh reakce, vzhled roztoků výchozích látek a vzhled roztoků produktů.

## Úloha 26 Závislost reakční rychlosti na koncentraci a teplotě reaktantů

a)

**Tab. 6:** Záznam z měření (doba potřebná ke změně zbarvení roztoků) – závislost rychlosti reakce na teplotě

Číslo kádinky	roztok A	roztok B	destilovaná voda	teplota	roztok C	Doba potřebná ke změně zbarvení
1	5 cm <sup>3</sup>	2,5 cm <sup>3</sup>	50 cm <sup>3</sup>	pokožová	2 cm <sup>3</sup>	
2	5 cm <sup>3</sup>	2,5 cm <sup>3</sup>	50 cm <sup>3</sup>	60 °C	2 cm <sup>3</sup>	

**Úkol 1:** Rovnicí zapsat chemickou reakci probíhající v kádinkách.

**Úkol 2:** Do Tab. 6 zapsat dobu potřebnou k dosažení změny zbarvení roztoku (charakterizuje rychlost reakce).

**Úkol 3:** Ve které kádince probíhala reakce rychleji?

**Úkol 4:** Co z toho plyne pro závislost rychlosti reakce na teplotě?

b)

**Tab. 7:** Záznam z měření (doba potřebná ke změně zbarvení roztoků) – závislost rychlosti reakce na koncentraci reaktantů

Číslo kádinky	roztok A	roztok B	destilovaná voda	teplota	roztok C	Doba potřebná ke změně zbarvení
1	5 cm <sup>3</sup>	2,5 cm <sup>3</sup>	0 cm <sup>3</sup>	pokožová	2 cm <sup>3</sup>	
2	5 cm <sup>3</sup>	2,5 cm <sup>3</sup>	25 cm <sup>3</sup>	pokožová	2 cm <sup>3</sup>	

**Úkol 1:** Do Tab. 7 zapsat dobu potřebnou k dosažení změny zbarvení roztoku.

**Úkol 2:** Ve které kádince probíhala reakce rychleji?

**Úkol 3:** Ve které kádince je reakční směs koncentrovanější?

**Úkol 4:** Co z toho plyne pro závislost rychlosti reakce na koncentraci reaktantů?

## Úloha 27 Koordinační sloučeniny niklu a mědi

**Úkol 1:** Do tabulky doplnit (vybarvením pastelkami) výsledné zbarvení roztoků.

**Úkol 2:** Která látka má v jamkách č. 1 a č. 3 větší látkovou koncentraci: voda, nebo  $\text{NH}_3$ ? Látkovou koncentraci vody i  $\text{NH}_3$  vypočítat a v protokolu uvést celý výpočet.

**Úkol 3:** Je tedy pevnější vazba kov-voda, nebo kov-amoniak?

**Úkol 4:** Za předpokladu, že koordinační číslo niklu i mědi má ve všech uvažovaných sloučeninách hodnotu 4, zapsat chemickými rovnicemi chemické reakce, které proběhly.

**Úkol 5:** Co je to tzv. spektrochemická řada?

**Úkol 6:** Uvést ve správném pořadí podle spektrochemické řady některé vybrané ligandy (použitý informační zdroj citovat).

**Úkol 7:** Pomocí spektrochemické řady vysvětlit, proč  $\text{CO}$  a  $\text{CN}^-$  jsou extrémně toxické látky.

**Úkol 8:** Definovat konstantu stability každé z uvažovaných koordinačních sloučenin.

**Tab. 8: Záznam z pozorování (zbarvení produktů)**

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	

## Úloha 28 Galvanické pokovování (niklování)

**Úkol 1:** Vysvětlit podstatu galvanického pokovování.

**Úkol 2:** Chemickou rovnicí zapsat děj probíhající na anodě a děj probíhající na katodě.

**Úkol 3:** Proč je v tomto experimentu anoda z niklu?

**Úkol 4:** Jaký význam má pokovování v praxi?

### III. Příprava látek

#### Úloha 29 Příprava oxidu chromitého

- Úkol 1:** Vyčíslit rovnici přípravy  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .
- Úkol 2:** Vysvětlit, proč je nutno kelímek zakrýt a zahřívání provádět v digestoři.
- Úkol 3:** Reakci, které se takto brání (nebo se zmírňují její důsledky), zapsat chemickou rovnicí a popsat toxikologické vlastnosti produktu.
- Úkol 4:** Hmotnost vysušeného  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  porovnat s teoreticky vypočtenou hmotností.
- Úkol 5:** Zapsat chemickou rovnicí důkaz síranů pomocí roztoku  $\text{BaCl}_2$ .
- Úkol 6:**  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (chromová zeleň) se používá jako pigment. Jaký je rozdíl mezi pigmentem a barvivem? (viz např. *J. Pichler – Chemie ve společnosti I. Chemizace. PřF MU v Brně, Brno 1992.*)

#### Úloha 30 Příprava jodidu olovnatého

- Úkol 1:** Napsat rovnici reakce, která proběhla při smísení roztoků  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  a  $\text{KI}$ .
- Úkol 2:** Vysvětlit výpočtem, proč se do reakce berou stejné hmotnosti  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  a  $\text{KI}$ .
- Úkol 3:** Vypočítat teoretickou hmotnost produktu a srovnat ji s experimentální.
- Úkol 4:** Definovat součin rozpustnosti  $\text{PbI}_2$ .
- Úkol 5:** Najít v tabulkách jeho hodnotu. Tabulky ocitovat.
- Úkol 6:** Kolik gramů  $\text{PbI}_2$  se rozpustí v  $200 \text{ cm}^3$  vody o pokojové teplotě?

#### Úloha 31 Příprava monohydrátu síranu tetraamoměďnatého

- Úkol 1:** Vyčíslit rovnici přípravy síranu tetraamoměďnatého.
- Úkol 2:** Vypočítat teoretickou hmotnost produktu a srovnat ji s experimentální.

#### Úloha 32 Příprava pyroforického olova

- Úkol 1:** Proč je jemně rozptýlené práškové olovo pyroforické, zatímco kompaktní olovo ne?
- Úkol 2:** Zapsat chemickou rovnicí přípravu vínanu olovnatého.
- Úkol 3:** Pokud uvedená reakce má více než jeden produkt, jak lze nežádoucí produkt odstranit?
- Úkol 4:** Zapsat chemickou rovnicí termický rozklad vínanu olovnatého (viz např. *M. Kouřil: Demonstrační pokusy z obecné a anorganické chemie. SPN, Praha 1985.*).
- Úkol 5:** Jaký vzhled a vlastnosti má tzv. *pyroforické železo*?
- Úkol 6:** Co je to tzv. *Raneyův nikl*, jaký má vzhled, vlastnosti a k čemu se používá? Použitý informační zdroj ocitujte.

#### Úloha 33 Příprava chloridu amonného

- Úkol 1:** Zapsat přípravu  $\text{NH}_4\text{Cl}$  pomocí chemické rovnice.
- Úkol 2:** Porovnat vypočtenou teoretickou hmotnost připraveného  $\text{NH}_4\text{Cl}$  s experimentální.
- Úkol 3:** Najít rozpustnost  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ve vodě při pokojové teplotě. Srovnat s analogickým údajem pro  $\text{NaCl}$ .

#### Úloha 34 Příprava kyslíku tepelným rozkladem halogeničnanů

- Úkol 1:** Probíhající reakci zapsat chemickou rovnicí.
- Úkol 2:** Naměřený objem připraveného kyslíku srovnat s teoretickou hodnotou vypočtenou pomocí stavové rovnice ideálního plynu.
- Úkol 3:** Vysvětlit příčiny neshody mezi vypočteným a naměřeným objemem kyslíku.

## Úloha 35 Příprava kyseliny trihydrogenborité

**Úkol 1:** Co znamená výraz *působí antisepticky*?

**Úkol 2:** Které látky a v jaké koncentraci jsou v tzv. *borové vodě*, prodávané v lékárně?

**Úkol 3:** Po reakci vodného roztoku boraxu s 35% HCl jste získali společný vodný roztok  $\text{H}_3\text{BO}_3$  a NaCl. Výpočtem podle následující osnovy ověřte, zda ochlazení a přefiltrování roztoku podle návodu ve skriptech bylo pro oddělení obou látek ( $\text{H}_3\text{BO}_3$  a NaCl) postačující:



1. Uvedenou rovnici vyčíslit (vyrovnat).
2. Kolik gramů boraxu  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  bylo potřeba na přípravu 13,25 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ?
3. Kolik  $\text{cm}^3$  35% HCl bylo potřeba na přípravu 13,25 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ?
4. Kolik gramů vody se uvolnilo z boraxu při vzniku 13,25 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ?
5. Pro provedení experimentu podle pracovního návodu vypočítat:
  - a) Kolik gramů vody bylo v roztoku po dokončení reakce, tj. po přilítí 20  $\text{cm}^3$  vody k boraxu a po následné reakci s 35% HCl?
  - b) Kolik gramů NaCl vzniklo?
  - c) Kolik gramů  $\text{H}_3\text{BO}_3$  vzniklo?
6. Najít v tabulkách rozpustnost NaCl ve vodě při 0 °C
7. Najít v tabulkách rozpustnost  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ve vodě při 0 °C
8. Roztok po ukončení reakce s 35% HCl byl ochlazen na 0 °C a přefiltrován.
  - a) Kolik gramů krystalické  $\text{H}_3\text{BO}_3$  zůstalo na filtru?
  - b) Kolik gramů NaCl zůstalo na filtru?
9. Byla konečným produktem práce v laboratoři čistá  $\text{H}_3\text{BO}_3$  (resp. směs s vodou), nebo směs  $\text{H}_3\text{BO}_3$  s NaCl?

## Úloha 36 Příprava oxidu boritého

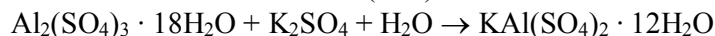
**Úkol 1:** Zapsat chemickou rovnici úplnou dehydrataci  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .

**Úkol 2:** Pomocí  $\text{B}_2\text{O}_3$  vysvětlit pojem *hydrolyza*. Rovnici hydrolyzy  $\text{B}_2\text{O}_3$  zapsat.

## IV. Krystalizace

### Úloha 37 Příprava $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ a pěstování směsného krystalu $\text{K}(\text{Al,Cr})(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

**Úkol 1:** Vyčíslit uvedenou rovnici vzniku  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$



**Úkol 2:** Zakreslit tvar vzniklého monokrystalu  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , zaznamenat jeho barvu.

**Úkol 3:** Určit krystalografickou soustavu, v níž  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  krystalizuje.

**Úkol 4:** Zakreslit tvar vzniklého monokrystalu  $\text{K}(\text{Al,Cr})(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , zaznamenat barvu.

**Úkol 5:** Určit krystalografickou soustavu, v níž  $\text{K}(\text{Al,Cr})(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  krystalizuje.