

# Výběr experimentů pro výuku anorganické chemie na gymnáziu

Ing. Magdalena Vydrová

---

Bakalářská práce  
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta humanitních studií

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta humanitních studií

Ústav školní pedagogiky

akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ing. Magdalena Vydrová**

Osobní číslo: **H140616**

Studijní program: **B7507 Specializace v pedagogice**

Studijní obor: **Učitelství odborných předmětů pro SŠ**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Výběr experimentů pro výuku anorganické chemie na gymnáziu**

Zásady pro vypracování:

**Zpracování rešerše a studium odborné literatury z oblasti didaktiky.**

**Vymezení pojmů a teoretických východisek z oblasti práce učitele a žáka s experimenty.**

**Příprava baterie experimentů pro výuku chemie.**

**Zpracování metodického návodu na provedení vybraných experimentů ve výuce chemie.**

**Realizace a evaluace provedených experimentů z hlediska žáků a učitele.**

**Prezentace výsledků evaluace a vypracování doporučení pro praxi.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**ČTRNÁCTOVÁ, Hana & Halbych, Josef, 2006. Didaktika a technika chemických pokusů.**

**3., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, ISBN 80-246-1192-9.**

**KLEČKOVÁ, Marta & Šindelář, Zdeněk, 2013. Školní pokusy z anorganické a organické chemie. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, ISBN 978-80-244-3980-8.**

**KOLOROS, Petr, 2011. Školní pokus ve výuce chemie minulost a současnost. Praha.**

**Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze.**

**MOORE, John. W. 2001. When Is an Experiment a Success? Journal of Chemical Education., 78(2), 141. ISSN 0021-9584.**

**MRÁČKOVÁ, Martina, 2012. Pokusy z anorganické chemie jako doplněk k výuce chemie na gymnáziu. Plzeň, Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni.**

Vedoucí bakalářské práce:

**Mgr. Monika Ondrášová, Ph.D.**

Ústav chemie

Datum zadání bakalářské práce:

**11. prosince 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**27. dubna 2016**

Ve Zlíně dne 11. prosince 2015



doc. Ing. Anežka Lengálová, Ph.D.  
děkanka





doc. PaedDr. Adriana Wiegerová, Ph.D.  
ředitelka ústavu



(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst.

3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédá k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá problematikou výběru experimentů pro výuku anorganické chemie na gymnáziu. Vzhledem k tomu, že chemie nepatří u žáků k oblíbeným a vyhledávaným předmětům, je nutné její výuku ozvláštnit ztraktivnit. K dosažení tohoto cíle můžeme využít chemický experiment. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

Teoretická část bakalářské práce se zaměřuje na zařazení chemie do oblasti přírodních věd, na práci v laboratoři a na didaktické pojetí chemických experimentů ve výuce.

Praktická část se zabývá baterií chemických experimentů pro výuku anorganické chemie na gymnáziu. V této části práce byl sestaven postup vybraných experimentů a tyto experimenty poté ověřeny v praxi. Následně bylo vypracováno doporučení pro zařazení experimentů do školního vzdělávacího programu pro vybrané gymnázium.

**Klíčová slova:** chemie, chemický experiment, chemická laboratoř, bezpečnost práce, výuka chemie

## **ABSTRACT**

This bachelor degree thesis deals with problems of a selection of the experiments in inorganic chemistry lessons at secondary school. Students aren't usually interested in chemistry very much so it is necessary to make it more interesting and stimulate students' interest in chemistry. Chemical experiments can be useful to engage students by this subject. The thesis is divided into a theoretical and a practical part.

The theoretical part focuses on including chemistry into the natural science, work in a laboratory and on a didactic concept of chemical experiments during lessons.

The practical part deals with the sum of chemical experiments for teaching inorganic chemistry at secondary school. The process of chosen experiments was set up in this part of work and these experiments were verified in practice. Consequently it was made a recommendation how to implement chemical experiments into the school educational programme for the chosen secondary school.

**Keywords:** chemistry, chemical experiment, chemical laboratory, work safety, teaching chemistry

Ráda bych poděkovala vedoucí své bakalářské práce, paní Mgr. Monice Ondrášové, Ph.D. za odborné vedení a čas, který mi věnovala při vypracování práce. Děkuji Ing. Janě Poláškové, Ph.D. za poskytnuté odborné rady z oblasti chemie. Děkuji také Ing. Veronice Bachanové za spolupráci při realizaci chemických experimentů a paní Mgr. Svatavě Benešové za spolupráci při zařazování vybraných chemických experimentů do ŠVP gymnázia. Ráda bych poděkovala i své rodině a svým blízkým za podporu při studiu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1 CHEMIE JAKO PŘÍRODNÍ VĚDA.....</b>	<b>12</b>
1.1 ANORGANICKÁ CHEMIE .....	12
1.2 CHEMICKÝ EXPERIMENT .....	13
<b>2 PRÁCE V LABORATOŘI .....</b>	<b>15</b>
2.1 FÁZE EXPERIMENTU .....	15
2.2 POVINNOSTI VYUČUJÍCÍHO A ŽÁKŮ.....	16
2.3 CHEMICKÁ LABORATOŘ.....	16
2.4 BEZPEČNOST PRÁCE V LABORATOŘI .....	17
2.5 CHEMICKÉ LÁTKY .....	17
2.6 LABORATORNÍ POMŮCKY .....	18
2.6.1 Pomůcky ze skla .....	19
2.6.2 Pomůcky z porcelánu.....	19
2.6.3 Pomůcky z kovu .....	20
2.6.4 Pomůcky z plastů.....	20
2.6.5 Pomocný konstrukční materiál.....	20
<b>3 DIDAKTICKÝ ASPEKT .....</b>	<b>21</b>
3.1 FUNKCE CHEMICKÉHO EXPERIMENTU VE VÝUCE CHEMIE .....	21
3.2 CHEMICKÉ EXPERIMENTY VE VZTAHU K ORGANIZAČNÍM FORMÁM VÝUKY .....	21
3.2.1 Demonstrační experimenty .....	22
3.2.2 Frontální experimenty.....	23
3.2.3 Simultánní experimenty.....	23
3.2.4 Dílčí experimenty .....	23
3.3 CHEMICKÉ EXPERIMENTY VE VZTAHU K VÝUKOVÝM METODÁM .....	23
3.4 VÝZNAM CHEMICKÝCH EXPERIMENTŮ Z POHLEDU ROZVOJE KLÍČOVÝCH KOMPETENCÍ ŽÁKŮ .....	24
3.5 ZÁZNAM O CHEMICKÉM EXPERIMENTU.....	25
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>27</b>
<b>4 CÍL PRÁCE.....</b>	<b>28</b>
<b>5 CHEMICKÉ EXPERIMENTY .....</b>	<b>29</b>
5.1 ZAŘAZENÍ VYBRANÝCH EXPERIMENTŮ DO VÝUKOVÉHO PROGRAMU .....	29
5.2 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE A CHEMICKÉ POMŮCKY .....	30
5.2.1 Použité chemické pomůcky .....	30
5.2.2 Použité chemikálie.....	31



5.3	PŘÍPRAVA KYSELINY BORITÉ.....	33
5.4	PŘÍPRAVA VODÍKU .....	35
5.5	PŘÍPRAVA OXIDU UHLIČITÉHO.....	37
5.6	PŘÍPRAVA KYSLÍKU .....	38
5.7	TAJNÉ PÍSMO .....	40
5.8	ZKOUŠKA STATEČNOSTI.....	41
5.9	SUBLIMACE JODU .....	42
5.10	PŘÍPRAVA SULFIDU ZINEČNATÉHO .....	44
5.11	VYHODNOCENÍ CHEMICKÝCH EXPERIMENTŮ .....	46
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>48</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>53</b>

## ÚVOD

Chemie je přírodní věda, která v sobě zahrnuje mnoho zajímavých poznatků o tom, co se děje kolem nás. Přestože po mnoho let je nedílnou součástí vzdělávacího systému, patří u žáků k méně oblíbeným vyučovacím předmětům. Tato skutečnost zřejmě souvisí s náročností chemie, která je ve většině případů prezentovaná pouze v teoretické rovině a může tak působit poněkud stroze a nesrozumitelně. Proto je nutné žákům předvést, že chemie taková být nemusí, ale že může být i zábavná a poučná a také se díky ní můžeme naučit chápat dění kolem sebe. Ke zpestření výuky slouží chemický experiment (pokus). Chemický experiment spojuje teoreticky získané znalosti s jejich praktickým využitím, a to např. sestavením aparatury, přípravě experimentu, simulování podmínek pro realizaci experimentu, vytváření konečných produktů aj. Pokus je také vhodný k lepší orientaci v chemické problematice. Jak uvádí autorka Solárová (2007), chemický experiment je jedním z nejvýznamnějších prvků pro výuku chemie. Na základě chemických pokusů lze dosáhnout skutečného poznání látek, jejich vlastností a pochopení vzájemných vztahů mezi nimi. Díky pokusům mohou žáci získat kladnější vztah k méně oblíbenému předmětu a stává se pro ně také srozumitelnějším. Školní experimenty mají ve výuce chemie svůj nezastupitelný význam. Chemickým pokusem může vyučující studenty motivovat, seznámit je s novým učivem nebo vysvětlovat chemickou problematiku. V dnešní době se při vyučování klade důraz na aktivitu, tvořivost a samostatnost žáků a k tomu chemický experiment přispívá.

Teoretická část bakalářské práce pojednává o chemii jakožto přírodní vědě. V první kapitole je kladen důraz na vysvětlení anorganické chemie a chemického experimentu. Další kapitola se věnuje práci v laboratoři a popisuje různé aspekty s ní spojené, jako například bezpečnost práce, laboratorní pomůcky nebo povinnosti vyučujících a žáků. Poslední kapitola rozebírá didaktický aspekt chemického experimentu.

V praktické části této bakalářské práce je kapitola pojednávající o zařazení vybraných chemických experimentů do výukového programu. Dále jsou popsány použité chemikálie a chemické pomůcky potřebné k vybraným chemickým pokusům. Jsou uvedeny konkrétní chemické experimenty. Každý pokus je prezentován na samostatném kartotéčním listu, kde je uveden postup práce, potřebné chemikálie a pomůcky, princip pokusu, který je experimentem dokázán, a pozorování, které žáci při experimentu provádějí. Závěr práce je věnován vyhodnocení výsledků vybraných realizovaných chemických experimentů.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 CHEMIE JAKO PŘÍRODNÍ VĚDA

Chemie je přírodní věda, kterou se lidé zabývají již několik stovek let. Je to věda opředená spoustou mýtů a množstvím experimentů, díky kterým se z ní stává pro mnohé zábava.

Přírodní věda používá vědecké metody k nalezení řádu a zákonů, kterými se řídí příroda kolem nás, a tím se odlišuje od filosofie, teologie a společenských věd. K poznání přírodních věd slouží experiment nebo pozorování, na jejichž základě byly poté vytvořeny teorie ze získaných empirických dat (Mráčková, 2012).

V minulosti měla chemie významnou úlohu při vývoji lidské společnosti. Díky tomuto oboru si lidé již na nejnižším stupni vývoje utvářeli představy a praktické poznatky o přírodě. Avšak vědecká chemie se zcela rozvinula až v 18. století (Mráčková, 2012).

Jedním z typických znaků chemie je exaktnost experimentálních metod, která vychází z chemických pokusů, jež modelují přírodní jevy za přesně vymezených podmínek. Přičemž tyto podmínky lze měnit a dobře kontrolovat. Chemické pokusy je možné podle potřeby

i vícekrát opakovat, což svědčí o jejich dokonalé reprodukovatelnosti (Mráčková, 2012).

Zejména důsledné využívání vážení, což je jedna z experimentálních metod, vedlo k zásadnímu pokroku v rozvoji vědecké chemie. Neboť zákon o zachování hmotnosti podle M. L. Lomonosova a A. V. Lavoisiera říká, že celková hmotnost reagujících látek a vznikajících produktů je stejná. Zformulování tohoto zákona bylo pro vědeckou chemii klíčové a vedlo k definování mnoha dalších chemických zákonů, jako byl například zákon zachování energie, zákon zachování hmoty aj. (Mráčková, 2012).

Vacík (1995) ve své publikaci tvrdí, že experimentální činnost chemiků podnítila další rozvoj teoretické chemie, což vedlo k formulaci dalších zákonů, které bylo následně nezbytné vysvětlit. Správnost teorie byla ověřena experimentem a naopak nové experimentální poznatky, které byly neslučitelné s již existujícími představami, vedly k formulaci nových hypotéz a teorií. Je evidentní, že vzájemná spojitost teorie a experimentu je v chemii přímo nepostradatelná.

### 1.1 Anorganická chemie

Obor chemie se rozděluje na samostatné vědy jako je anorganická chemie, organická chemie, biochemie, fyzikální chemie, koloidní chemie aj. Anorganická chemie je definována

jako věda zabývající se studiem tvorby, složením, strukturou a reakcemi chemických prvků a jejich sloučenin s výjimkou většiny sloučenin uhlíku (Vacík, 1995). Tato věda zkoumá jednoduché slitiny od binárních sloučenin až po složité koordinační sloučeniny. Odvětví anorganické chemie hledá a vytváří nové možnosti využití specifických vlastností látek nejen pro každodenní život, ale i pro využití v průmyslových aplikacích a v biologických systémech (Mráčková, 2012).

## 1.2 Chemický experiment

Chemický experiment je jedním z nejvýznamnějších prostředků při výuce chemie. Přináší bezprostřední informace o průběhu chemického děje a zprostředkovává informace o vlastnostech a stavbě reagujících látek. Pomocí chemického pokusu se žák zároveň seznamuje i se základními experimentálními metodami práce v chemii (Solárová, 2007).

Chemické experimenty jsou nositeli určitého množství informací týkajících se chemických dějů, ale také informací o vnitřní struktuře reagujících látek, protože chování látek je také odrazem jejich struktury (Mráčková, 2012).

Odborná literatura se při stanovení definice, co je chemický experiment, často rozchází. Dle autorky Solárové (2007) je chemický experiment model, pomocí kterého žáci získávají názornou představu o průběhu zjednodušeného chemického děje v laboratorních podmínkách. Jiná definice hovoří o experimentu jako o plánovité a cílevědomé duševní i fyzické činnosti prováděné vyučujícím a žáky společně, jejímž obsahem je studium přírodních jevů za známých, předem vymezených nebo obměňovaných podmínek. Cílem experimentu je získávání poznatků, které vedou k hlubšímu a obecnému chemickému poznání (Filipová, 2011).

Při procesu osvojování požadovaných znalostí, vědomostí a dovedností bylo zjištěno, že žák si lépe pamatuje to, co v průběhu experimentu viděl anebo si vyzkoušel, než pouhé vyprávění průběhu reakcí při výkladových hodinách chemie (např. barevné změny při srážecích reakcích, popis barev sraženin). Cílem experimentu je, aby si žáci nejen osvojili znalosti, vědomosti a dovednosti, ale dokázali vytvořit vlastní názory, postoje a způsoby jednání. Záměrem chemického pokusu je zvládnutí nejen techniky školního experimentu, ale i osvojení metodického postupu a interpretace jednotlivých pokusů s přísným uplatněním a dodržováním veškerých platných bezpečnostních předpisů a nařízení (Součková, 2011).

Autoři zahraničních učebnic také zařazují chemické experimenty do výuky chemie a zdůrazňují, že experiment má nezastupitelný význam ve výuce chemie. Shodují se také v tom, že jednoduchý pokus řekne žákům více než složitá teorie (El-Ashmawy, 2011) (Shakhashiri, 2011) (Römpp, 1941).

Žáci obvykle pod vedením učitele provádějí pozorování určitého jevu při experimentu a také jeho průběh, získané výsledky dále zaznamenávají a hodnotí. Pokud by žákovský experiment nebyl úspěšný, tak i tento neúspěch má význam, který spočívá v odhalení chyby a poučení se pro příští experiment. Chybný experiment je mnohdy daleko výchovnější než experiment, který žák vykoná úspěšně. V přírodovědných a technických předmětech jsou školním pokusům vyhrazena laboratorní cvičení. Laboratorní cvičení pomáhají rozvíjet schopnosti žáků pozorovat, samostatně uvažovat, zdokonalovat jak dovednosti manuální, tak dovednosti komunikační. Jedná se o jednu z významných cest, které pomáhají překonávat jednostranně slovní a nazírací způsob vyučování (Součková, 2011) (Moore, 2001).

Jak bylo uvedeno výše, chemie nepatří k oblíbeným předmětům žáků, a proto je nutné výuku obohatit a žákům ukázat zábavnou a kreativní stránku této vědy. Nástrojem k obohacení výuky chemie může být právě chemický experiment. Význam chemického pokusu spočívá v efektivnosti a názornosti. Jednoduché zkumavkové pokusy jsou méně vhodné, neboť jsou pro žáky ze zadních lavic špatně viditelné. Je proto nutné hledat metody, které by pokus zviditelnily, nebo jej nahradit pokusy novými se stejným didaktickým cílem. Při přípravě pokusů musí vyučující brát v úvahu také možnosti a vybavení školy (Mráčková, 2012).

Specifickou úlohu hraje chemický experiment při laboratorních cvičeních, v zájmových kroužcích s chemickou tematikou nebo u řešitelů chemických olympiád. Společným základem uvedených oblastí je zejména zvýšení zájmu žáka o chemii. Důležitou a nezbytnou součástí každého prováděného experimentu je navazující vysvětlení jeho chemické podstaty.

Pro řešitele chemických olympiád je nutné vyhledávat pokusy náročnější, které jsou většinou spojeny s kvantitativním vyhodnocením. Tyto pokusy by měly učivo prohlubovat, a to zejména v okruzích, které jsou předmětem řešení školních kol chemických olympiád. Jejich příprava je tedy náročnější a vyžaduje poměrně specifický přístup (Mráčková, 2012).

## 2 PRÁCE V LABORATOŘI

Než se vyučující rozhodne experiment s žáky realizovat, musí uvážit všechny obsahové a jevové náležitosti vlastního chemického děje, jehož průběh a výsledky mají být zkoumány. Je třeba, aby průběh pokusu byl zcela bezpečný, výsledky dostatečně názorné a přesvědčivé (Součková, 2011).

### 2.1 Fáze experimentu

Přesné dělení fází experimentu není. Autoři se často rozcházejí, co ve které fázi probíhá. Autorka Solárová (2007) člení fáze experimentu na tři stupně. Fázi přípravnou, realizační a hodnotící. Autorky Čtrnáctová (2006) a Součková (2011) dělí fáze pokusu na čtyři základní, a to přípravnou fázi, provedení pokusu, vyhodnocení a zpracování empirických údajů. V práci jsem zvolila průřez autory.

Před každým experimentem je třeba, aby vyučující provedl teoretickou přípravu. Přípravná fáze probíhá mimo vyučování a hlavním úkolem vyučujícího je, aby se zamyslel, proč chce experiment zařadit do výuky, porovnal vybraný pokus s učebními osnovami, dále se svými vlastními zkušenostmi a v neposlední řadě zohlednil vědomostní a dovednostní možnosti žáků, neboť ty také souvisejí s vybraným experimentem. Především je vhodné poukázat na mezipředmětové vztahy. Přípravná fáze také zahrnuje přípravu chemického nádobí, chemikálií a dalších laboratorních pomůcek jako jsou váhy, měřicí přístroje, kahany aj. (Ondrášová, 2014) (Čtrnáctová, 2006).

Navazuje příprava experimentální, která zahrnuje fázi provedení přezkoušení pokusu. Vyučující v této fázi provede přezkoušení pokusu. Pozoruje zde probíhající změny např. změnu barvy, uvolňování plynu, vznik sraženin, rozpuštění látky aj. (Součková, 2011).

Na fázi provedení pokusu navazuje fáze vyhodnocení prováděného experimentu. Vyučující vyhodnotí pozorované jevy a vyjádří je chemicky pomocí empirických údajů (chemická identifikace vzniklé sraženiny, uvolněného plynu atd.) (Ondrášová, 2014).

Navazuje fáze zpracování, které se účastní už i žáci. Experiment je zařazen do vyučování. Před vlastním prováděním experimentů musí být žáci poučeni o neměnném postupu práce, musí dbát na bezpečnost, udržovat čistotu chemikálií a dodržovat dobu trvání jednotlivých operací (Součková, 2011).

Žáci racionálně zpracovávají zjištěné empirické poznatky, jako jsou zápisy probíhajících chemických rovnic, zjišťování výtěžku reakce aj. (Ondrášová, 2014).

Po ukončení pokusu následuje úklid, mytí nádobí a likvidace odpadu. Žáci postupně dopočítávají výpočty a formulují výsledky a závěry do protokolu (Součková, 2011).

Dle možností laboratoře pracují žáci ve dvojicích nebo skupinkách. Je vhodné na konci hodiny na tabuli zapsat výsledky všech skupin, porovnat a případně prodiskutovat odlišné výsledky, které byly jednotlivými skupinami získány (Součková, 2011).

Žáky je nutné motivovat, aby přemýšleli o podmínkách, za kterých pokus může nebo nemůže probíhat, které podmínky ovlivní výsledek a tyto úvahy následně formulovat v protokolu (Součková, 2011).

## 2.2 Povinnosti vyučujícího a žáků

Vyučující je povinen všechny žáky poučit o hygieně a bezpečnosti práce. S žáky smí vyučující provádět jen ty pokusy, které má vyzkoušené a odpovídají mentální vyspělosti žáků. Vyučující musí osobně kontrolovat uzávěry plynu, elektřiny a vody. Také musí umět používat hasící prostředky a správně likvidovat chemikálie. Před pokusem je nutné upozornit žáky na možná nebezpečí a případná protiopatření. Během pokusu musí vyučující neustále kontrolovat práci žáků a v žádném případě neopouštět laboratoř bez zastupujícího kantora (Ondrášová, 2004) (Hill, 2001).

Žáci jsou povinni přesně dodržovat postup stanovený vyučujícím, laboratorní řád a bezpečnostní předpisy. V laboratořích nesmějí jíst, pít ani kouřit. Dále nesmějí provádět jiné pokusy než pokusy stanovené vyučujícím. Jsou povinni hlásit každou nehodu a poranění, musí používat ochranné pomůcky, plášť, ochranné brýle aj. (Ondrášová, 2004).

## 2.3 Chemická laboratoř

Prostor určený pro nejrůznější chemické práce je označován jako chemická laboratoř. Laboratoře jsou vybaveny specifickým nábytkem, laboratorním vybavením, přístroji, laboratorními pomůckami a ostatními chemickými nebo pomocnými materiály. Každá laboratoř je zařízena podle typu a zaměření práce, která je v ní prováděna. Podle typu práce lze laboratoře dělit na školní, provozní, výzkumné, vědecké a další. Podle zaměření pak především na analytické, spektrální, preparační a další. Každá laboratoř by měla být kvalitně osvětlená, suchá a dobře větratelná (Vícha, 2007).



K základnímu vybavení patří pracovní stoly (většinou se zásuvkami či jiným prostorem sloužícím pro uložení běžných pracovních pomůcek), digestoře, stolky či konzoly na umístění vah a jiných přístrojů, police na čínidla, laboratorní skříně k uložení větších zásobních lahví s roztoky a ostatními chemikáliemi a výlevkou. Dále rozvody plynu, vody a elektrického proudu. V laboratoři se nachází většinou zařízení jako elektrická pec, sušárna, termostat atd. Na vhodném místě by měl být umístěn sušák nebo stojan či odkapávač na sušení umytého skla a nádoby na odpadky (Vícha, 2007).

Chemická laboratoř musí být vybavena hasicím přístrojem a lékárníčkou s platným obsahem (Vícha, 2007).

Součástí laboratoře může být také přípravná, což je místnost, která slouží pro přípravu učitele na laboratorní cvičení nebo na pokus v hodině. V této místnosti je nezbytný laboratorní stůl se zdrojem energie, digestoř, analytické váhy, pojízdný vozík a sbírka chemikálií (Ondrášová, 2014).

## 2.4 Bezpečnost práce v laboratoři

Provádění chemických pokusů je vždy spojeno s určitým nebezpečím, které plyne z práce s chemikáliemi, z možnosti poranění při práci se sklem nebo z možnosti požáru, apod.

Dodržování zásad bezpečnosti a ochrany zdraví při laboratorních pracích a pokusech je potřeba považovat za povinnost každého učitele. Znalost základních zákonů, vládních nařízení, předpisů, směrnic a norem učiteli umožňuje vést žáky v procesu výchovy a vzdělávání

k uvědomělé disciplíně, vytváření správných pracovních návyků a zároveň rozvíjet jejich sociální a personální kompetence (Součková, 2011) (Vícha, 2007) (Hill, 2001)

## 2.5 Chemické látky

Pokud škola používá vysoce toxické, žíravé, karcinogenní látky (označené R-větou 45 nebo 49), mutagenní látky (označené R-větou 46) nebo látky toxické pro reprodukci (označené R-větou 60 nebo 61), pak musí všechny zaměstnance, kteří s látkami pracují, prokazatelně seznámit s nebezpečnými vlastnostmi těchto látek. Seznámit je se zásadami ochrany zdraví, životního prostředí a se zásadami předlékařské první pomoci. Všechny uvedené informace, včetně postupu v případě nehody, musí vydat formou písemných pravidel pro

používání těchto látek. Práci s vysoce toxickými látkami smí provádět a zabezpečovat pouze odborně způsobilá fyzická osoba, mladistvým je zakázána.

Nakládání s nebezpečnými chemickými látkami upravuje zákon č. 258/2000 Sb. ve znění zákona č. 189/2006 Sb. Pro školy jsou důležitá zvláště následující ustanovení: Žáci čtyřletých gymnázií a vyššího stupně víceletých gymnázií (od 15 do 18 let) mohou nakládat pod přímým dohledem odpovědné osoby s látkami hořlavými (F), vysoce a extrémně hořlavými (F+), oxidujícími (O), zdraví škodlivými (Xn), dráždivými (Xi), senzibilizujícími, nebezpečnými pro životní prostředí (N), ale i s látkami toxickými (T) a žíravými (C). Pod dohledem odborně způsobilé (autorizované) osoby mohou pracovat i s látkami vysoce toxickými (T+). Pro nakládání s látkami karcinogenními, mutagenními a toxickými pro reprodukci označenými R-větami je nutné prokazatelné zaškolení žáků, zejména při přípravě na povolání (Součková, 2011).

V případě, že je potřeba pracovat s chemikáliemi, které žáci nesmí používat, musí tyto pokusy předvádět učitel pouze demonstračně (zákon č. 356/2003 Sb. a následující předpisy).

Z legislativy plyne povinnost každého z učitelů, aby při provádění pokusů dodržoval veškeré zásady bezpečnosti práce a dbal na ochranu zdraví žáků s ohledem na jejich věk (Součková, 2011).

## 2.6 Laboratorní pomůcky

Jako laboratorní pomůcky označujeme všechny předměty, které jsou používány při práci v chemické laboratoři. Jedná se o chemické pomůcky ze skla, porcelánu či křemene, pomůcky kovové, pomůcky z plastů a z pryže. Za laboratorní pomůcky lze také označit i pomocný konstrukční materiál jako jsou stojany, svorky a držáky, které umožňují sestavení nejrůznějších aparatur.

Při výběru laboratorních pomůcek je důležitým kritériem druh prováděné práce a množství používaných látek. Podle množství látek, se kterými se v laboratoři pracuje, mluvíme o třech základních laboratorních technikách: makrotechnice (více jak 1g či 10 ml), semimikrotechnice (desetiny gramu či do 10 ml) a mikrotechnice (méně než 0,1 g či do 1 ml) (Mráčková, 2011).

### 2.6.1 Pomůcky ze skla

Jedním z nejvíce používaných materiálů v laboratoři je sklo, a to kvůli jeho vysoké odolnosti vůči chemickým látkám a výborným optickým vlastnostem. Dnes se nejčastěji používá borosilikátové sklo značky „Simax“, charakteristické vysokou chemickou odolností a relativně malou tepelnou roztažností.

Kádinky se používají jako reakční nádoby k přípravě, zahřívání či chlazení roztoků atp. Mohou být různého objemu od 25 ml až do 10 l.

Baňky mohou mít různý tvar i objem od 10 ml do 5 l. Známé jsou kulaté, kuželové Erlenmayerovy baňky, baňky odsávací s bočním vývodem a další speciální typy obvykle se zábrusem.

Nálevky můžeme dělit podle velikosti spodní části. Rozlišujeme nálevky s úzkým hrdlem a se širokým hrdlem. Dále je lze členit na nálevky filtrační a dělicí.

Zkumavky jsou válcovité nádoby se zakulaceným dnem. Obvyklá velikost je s průměrem 15 mm a délkou 160 mm. Za různým účelem se lze setkat s kónickými či se zkumavkami s bočním vývodem, se zábrusovými a dalšími.

Misky se používají zejména k sušení látek, krystalizaci a odpařování roztoků. Lze je dělit na ploché Petriho misky nebo na krystalizační a hodinová skla.

Odměrné nádoby slouží k přesnému odměřování objemů. Patří sem odměrné válce, dělené či nedělené pipety, odměrné baňky a byrety.

Chladiče sloužící ke kondenzaci par rozlišujeme na chladiče sestupné a zpětné. K nejběžnějším typům patří: přímý Liebigův, kuličkový Allihnův a spirálový Dimrothův.

Exikátory jsou nádoby určené k sušení či přechovávání hygroskopických preparátů.

Promývačky jsou zábrusové nádoby válcovitého tvaru určené k promývání a sušení plynů.

K pomůckám ze skla lze zařadit i zásobní lahve, sloužící k přechovávání chemikálií, a teploměry (Vícha, 2007).

### 2.6.2 Pomůcky z porcelánu

Jednou z výhodných vlastností porcelánu je jeho vyšší chemická a mechanická odolnost než jakou má sklo. Vyrábí se porcelánové nádoby polévané (misky, kelímky) nebo nepolévané (trubice). Do této skupiny patří také kelímky, které slouží k žíhání a tavení, odpařo-

vací misky s kulatým dnem, třecí misky s tloučkem či filtrační Büchnerovy nálevky (Vícha, 2007).

### 2.6.3 Pomůcky z kovu

Pro kovové materiály je charakteristická jejich velká mechanická pevnost a dobrá tepelná vodivost. K nejdůležitějším pomůckám z kovu v laboratoři patří železné či niklové kelímky a misky určené pro alkalická tavení, kleště a pinzety, špachtle a lžičky, tlačky, kahany (Vícha, 2007).

### 2.6.4 Pomůcky z plastů

Pomůcky vyrobeny z plastů se v chemických laboratořích objevují častěji než v minulosti. Vedle starších materiálů jako je pryž (hadice, zátky) a plexisklo (brýle, štíty) se používají i další jako polyethylen (stříčky, nálevky, lahve, misky, trubice), PVC (hadice), teflon (trubice, kádinky, jádra kohoutů) a polykarbonát (kádinky, misky, nádoby) (Handlíř, 2003) (Durdiak, 2006) (Čeladník, 1984).

### 2.6.5 Pomocný konstrukční materiál

Jako pomocný konstrukční materiál jsou označovány pomůcky, bez kterých se při stavbě aparatur nelze obejít. Často bývají železné, litinové, mosazné, případně z duralu. Řadíme sem stojany, křížové svorky, držáky (klemy), kruhy, trojnožky, triangly.

Neméně důležitou laboratorní pomůckou je filtrační papír. Jeho použití je v laboratoři velmi rozmanité a široké (Vícha, 2007).

### 3 DIDAKTICKÝ ASPEKT

Aby se z chemie stal ve škole oblíbený a vyhledávaný předmět, záleží především na učiteli, jak je schopen žáky motivovat a aktivovat, tj. jakým způsobem jim usnadní pochopení mnohých chemických dějů a jak vzbudí zájem i o další vzdělávání v tomto oboru. Velkou roli může sehrát chemický experiment, který velkou mírou přispívá k rozvoji především kognitivních a pozorovacích schopností žáků (Mráčková, 2012) (Koloros, 2011).

#### 3.1 Funkce chemického experimentu ve výuce chemie

Z hlediska složek výchovně vzdělávacích cílů mají experimenty hned několik funkcí. Funkci informativní, kdy se podávají základní informace o chemickém ději a jeho zákonitostech, a funkce metodologické (Mráčková, 2012).

Autorka Solárová (2007) ve své publikaci uvádí, že experiment také splňuje funkci názornosti a přiměřenosti. Z hlediska vztahu k jednotlivým fázím výchovně vzdělávacího procesu lze hovořit o funkci motivační, aplikační a fixační.

Funkce přiměřenosti představuje pokusy, které jsou přiměřené k věku žáků, motivační funkce znamená, že chemický experiment musí žáky zaujmout průběhem, efekty, doprovodným slovem vyučujícího nebo estetickou úrovní experimentu. Každý chemický experiment je zapotřebí žákům přiblížit příkladem z praxe, což v sobě zahrnuje aplikační funkci. Díky této funkci žáci chemii nebudou brát jen jako předmět, ale jako součást běžného života. Funkce fixační vyjadřuje upevnění informací získaných výkladem s průběhem experimentu (Solárová, 2007).

V své disertační práci autor Koloros (2011) zkoumal vliv experimentů na oblíbenost předmětu chemie na gymnáziu. Z jeho pozorování vyplývá, že dominantním motivačním faktorem ve výuce chemie byly chemické experimenty. Při zkoumání motivace k osvojování učiva pomáhá experiment při fázi expozice a fixace učiva.

Z hlediska poznávacích postupů, kdy je chemický pokus chápán jako nositel výchozí informace, se jedná o empiricko-teoretický způsob, ale v případě, když ověřuje nebo vyvrací vytvořenou hypotézu, tak se jedná o způsob teoreticko-empirický (Mráčková, 2012).

#### 3.2 Chemické experimenty ve vztahu k organizačním formám výuky

Nejběžnější formou vyučování chemie na středních školách je klasická vyučovací hodina. Ve vyšších ročnících se žáci s chemií mohou setkat v rozšířeném seminárním vyučování,

keré je zpravidla dvouhodinové. Pro výuku chemie se často nabízí možnost používání různých názorných vyučovacích pomůcek. Výuku může vyučující žákům zpestřit i chemickým experimentem. Na středních školách také probíhá výuka laboratorních cvičení, toto vyučování také bývá zpravidla dvouhodinové (Ondrášová, 2011).

Chemický experiment můžeme klasifikovat z několika hledisek. Autoři se často v klasifikacích rozcházejí. Zvolila jsem klasifikaci dle autora Duška (2009), který ve své publikaci experiment klasifikuje za prvé podle vnějších organizačních forem výuky na experiment ve škole (při vyučovací hodině chemie, laboratorním cvičení nebo ve volitelném kroužku) a experiment domácí, který může být zadán učitelem nebo žákem z vlastní iniciativy.

Za druhé Dušek uvádí klasifikaci podle vnitřních forem výuky. Rozlišuje experiment demonstrační, který je prováděný učitelem (za účasti žáka nebo bez žáka), dále demonstrační experiment prováděný žákem anebo experiment žakovský (frontální, simultánní nebo zcela individuální) (Dušek, 2009).

Třetí dělení dle Duška (2009) je podle gnoseologického charakteru, kde lze experiment klasifikovat jako experiment zjišťující, ověřující (potvrzující nebo odporující), experiment dokládající a pokus problémový.

A z hlediska množství použitých látek uvádí Dušek (2009) klasifikaci na experiment makrotechnikou, semimikrotechnikou a mikrotechnikou.

Experimenty lze dělit také dle exaktnosti práce a hodnocení výsledků. Zde rozlišujeme experiment kvalitativní, kvantitativní a semikvantitativní (Dušek, 2009).

V práci více popíši demonstrační pokusy, frontální pokusy, simultánní pokusy a dílčí pokusy.

### **3.2.1 Demonstrační experimenty**

Při výuce může vyučující učivo žákům přiblížit například demonstračním pokusem. Jedná se o pokus vykonávaný učitelem s možnou asistencí jednoho či dvou žáků. Ostatní žáci pouze přihlížejí. Vyučující může žákům klást otázky nebo úkoly týkající se popsání či vysvětlení toho, co vidí. Tyto pokusy by měly být jednodušší, časově nenáročné a měly by se týkat probíraného učiva (Filipová, 2011) (Solárová, 2007).

Další formou může být výuka s demonstračním pokusem žáka. Provádí se ve výjimečných případech předem určeným žákem. Experiment však musí být nejdříve vyzkoušen vyučujícím a musí splňovat veškerá bezpečnostní opatření (Mráčková, 2012).

### 3.2.2 Frontální experimenty

Výuka s frontálními pokusy žáků je označení experimentální činnosti žáků prováděné při klasické vyučovací hodině. Žáci jsou rozděleni do dvou až tříčlenných skupinek a dle přesných pokynů vyučujícího provádějí jednotlivé kroky experimentu, vždy všechny skupiny žáků současně. Experiment se pro žáky stává názornější a má vysoký výchovně vzdělávací efekt, než když žák jen pozoruje pokus prováděný vyučujícím. Žák by měl při provádění pokusu vědět, jaký chemický děj při experimentu probíhá a jaké vlastnosti chemických látek zkoumá. Tento typ experimentu je vhodné užít u žáků, kteří začínají s chemií, potřebují si osvojit správné postupy a seznámit se s chemickými látkami a laboratorními pomůckami (Filipová, 2011) (Mráčková, 2012) (Solárová, 2007).

### 3.2.3 Simultánní experimenty

Při výuce se simultánními pokusy žáci pracují také v malých skupinách na stejném úkolu, ale rozdíl od výše popsané formy je v tempu vykonávaného experimentu. Každá skupinka pracuje dle svých možností. Žáci jsou nuceni více přemýšlet nad jednotlivými kroky experimentu a od jednotlivých žáků ve skupině je vyžadován aktivní a tvořivý přístup. Vyučující pouze pozoruje postup žáků a dohlíží na bezpečnost práce, případně zodpovídá nejasnosti žákům. V závěru práce by mělo proběhnout společné vyhodnocení a formulace obecného závěru (Filipová, 2011) (Mráčková, 2012) (Solárová, 2007).

### 3.2.4 Dílčí experimenty

Poslední formou výuky se zařazením chemických experimentů je výuka s dílčími pokusy žáků. Jedná se o zcela samostatnou činnost malých skupin nebo jednotlivých žáků. Ve většině případů každá skupina pracuje na dílčí části většího celku experimentu. Žáci se touto formou učí především spoluzodpovědnosti a spolupráci (Mráčková, 2012).

## 3.3 Chemické experimenty ve vztahu k výukovým metodám

Chemický experiment bývá vhodným zpestřením výuky chemie, neboť se jedná o velmi efektivní metodu zprostředkování nových poznatků a informací žákům. Chemický experiment lze zařadit podle fáze výuky jako součást motivační, expoziční, fixační i diagnostické

výukové metody. V dnešní době se klade důraz na aktivitu, tvořivost a samostatnost žáků a chemické experimenty jsou vhodnou volbou pro naplnění těchto kritérií (Mráčková, 2012).

Dušek (2009) ve své publikaci zmiňuje, že názorné demonstrační metody, kam řadíme i chemický experiment, zaujímají mezi metodami při výuce chemie specifické místo. Spojují metodu předváděcí a pozorovací. Předvádění je aktivita prováděná s cílem pozorování jevu. Vyučující nebo žák předvádí experiment, jev, který se zde vyskytuje, a žáci pozorují. Chemický experiment je vhodný pro lepší orientaci v problematice chemie. Častějším zařazováním chemického experimentu do výuky lze v žácích vzbuzovat zájem o problematiku spojenou s chemií a zároveň také podněcovat názornost a praktický charakter výuky (Mráčková, 2012).

Jak uvádí Mráčková (2012), výchovně vzdělávací funkce chemických experimentů tématiku výukových metod chemie velmi přesahuje a výrazně tak ovlivňuje celý výchovně vzdělávací proces. Což je patrné i v současné fázi modernizace a reformy školství.

### **3.4 Význam chemických experimentů z pohledu rozvoje klíčových kompetencí žáků**

Realizací chemických experimentů je možno prokazatelně rozvíjet klíčové kompetence žáků. Chemický experiment žáky motivuje a umožňuje jim osvojit si strategie učení.

Jak již bylo v práci zmíněno, žák je díky pokusu schopen převést teoretické informace do konkrétní podoby, a tím lépe učivo pochopit a zapamatovat si ho. Pokus také napomáhá k rozvoji analytického myšlení a zároveň slouží k propojení znalostí s dalších oborů. Chemie je obor vystavěný na přírodních zákonech a všechny pokusy lze logicky vysvětlit. Experiment tak slouží k podněcování žáků k tvořivému myšlení, logickému uvažování a k řešení problémů. Vhodně zvolenými dotazy může vyučující žáky vést k samostatnému logickému uvažování. Občas se žáci setkávají s neúspěšným výsledkem pokusu, což také vede k rozvoji myšlení. Žák musí přijít na to, kde se stal problém, a vysvětlit nezdar experimentu většinou v písemné podobě formou žákovského protokolu. Tím žáci získávají zkušenosti a jsou poté schopni je uplatnit i při další práci (Filipová, 2011).

Chemický experiment vede žáky i k rozvoji komunikace a spolupráce. V laboratorních cvičeních jsou většinou žáci rozděleni do skupin minimálně po dvojicích. Pro úspěšné



zvládnutí pokusu musí mezi sebou efektivně spolupracovat, naslouchat názoru ostatních a dohodnout se na postupu práce (Filipová, 2011).

Před zahájením práce v chemických laboratořích musí být žák poučen o pravidlech bezpečnosti při práci v laboratořích, co dělat v případě zasažení chemickou látkou nebo jiné nehodě a jak pracovat s látkami, které by mohly poškodit životní prostředí. To vede k rozvoji zodpovědnosti, vnímavosti a citlivosti k lidem i přírodě a prostředí. Při provádění chemických pokusů jsou žáci vedeni k chování, které předchází nehodám a ohrožení zdraví svého a ostatních (Filipová, 2011).

Pokud má žák pro chemii nadání, vyučující by měl jeho zájem rozvíjet například slovní motivací, vysláním a přípravou na chemické soutěže, zadáváním náročnějších úloh nebo přípravou na studium školy s chemickým zaměřením (Filipová, 2011).

### **3.5 Záznam o chemickém experimentu**

Vypracování záznamu o chemickém pokusu je nedílnou součástí školního experimentu. Význam spočívá ve vytváření záznamu průběhu pokusu a nutí žáky k přesnému a stručnému vyjadřování, přispívá také k rozvoji chemického myšlení, pomáhá vytvářet a posilovat při pokusu vytvořená mozková spojení mezi pozorovanou realitou a chemickou symbolikou. Žáci jsou při vytváření záznamu stimulováni k myšlení a psaní se učí. Záznam je nutné zapisovat již během pokusu ve škole. Rozsáhlejší záznamy (protokoly) je vhodné na základě poznámek zapsaných při experimentu dopracovat doma. Vytváření protokolů chemického experimentu je součástí pracovních návyků zvláště pro žáky, kteří si zvolí jako další stupeň vzdělání vysokou školu se zaměřením na chemii.

Formu záznamu si určuje každý vyučující. Dušek (2009) uvádí, že protokol by měl obsahovat alespoň téma práce, záznam o vlastním provedení práce a závěr. Téma práce může obsahovat název práce, cíle práce a teoretické přípravy experimentu. Záznam o vlastním provedení práce se může skládat z výpisu použitých pomůcek a chemikálií a záznamu skutečného pracovního postupu a pozorování. V závěru by mělo být obvykle uvedeno zhodnocení výsledků experimentu a vysvětlení nebo konstatování shody případného rozdílu výsledku proti teorii.

Záznamy o pokusech by si měl vést i vyučující, a to formou kartotéčních listů pokusů. Do kartotéčního listu by si měl uvést poznámky z předchozích zkušeností s výsledky pokusu, ale také případné návrhy na změnu, úpravu nebo vylepšení experimentu, ke kterému došel

po zkušenostech s realizovaným pokusem. Kartotéční list může obsahovat základní údaje jako je téma pokusu, název pokusu, metodické poznámky (didaktický cíl, čas potřebný k provedení pokusu, druh pokusu), potřeby jako jsou chemikálie a pomůcky, přesný pracovní postup, princip, pozorování, bezpečnostní pokyny, nákres aparatury, odkaz na původní literaturu a poznámky vyučujícího. V dnešní době si vyučující většinou vedou kartotéku experimentů v digitální podobě (Dušek, 2009).

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍL PRÁCE

Cílem teoretické části bakalářské práce bylo vypracování literární studie zaměřené na výběr chemických experimentů pro výuku anorganické chemie na gymnázium a dále vymezení pojmů a východisek z oblasti práce s experimenty z pohledu učitele a žáka.

Cílem praktické části je provést výběr chemických experimentů pro výuku chemie na gymnáziu. Tyto chemické experimenty zařadit do výukového programu. A ke každému experimentu vyhotovit metodický návod v podobě kartotéčního listu. Tyto vybrané chemické experimenty ověřit v praxi a zaznamenat jejich průběh pomocí fotodokumentace. Následně sestavit doporučení pro praxi.

## 5 CHEMICKÉ EXPERIMENTY

V praktické části své bakalářské práce se zabývám vybranými chemickými pokusy, které by mohly být použity při výuce anorganické chemie na gymnáziích. Chemické pokusy, které jsou v této části popsány, byly mnou také vyzkoušeny a konzultovány s vyučujícími chemie na Gymnáziu T. G. Masaryka ve Zlíně. V příloze (Příloha P I – P VII) je uvedena fotodokumentace z těchto experimentů.

### 5.1 Zařazení vybraných experimentů do výukového programu

Na základě Rámcově vzdělávacího programu (RVP) jednotlivé školy zpracovávají svůj Školní vzdělávací program (ŠVP). Podle RVP spadá chemie do oblasti přírodovědné, nazvané Člověk a příroda. V ŠVP se následně učivo rozvádí na jednotlivá témata (Solárová, 2007).

Jak jsem již uvedla, experimenty, které jsem vybrala do své práce, jsem konzultovala na Gymnáziu T. G. Masaryka ve Zlíně. Zařazení pokusů jsem navrhla dle ŠVP tohoto gymnázia.

Přípravu kyseliny borité by bylo vhodné zařadit jako učivo druhého ročníku k tématu Triely (prvky 13. skupiny v PSP) nebo při opakování učiva v semináři ve třetím ročníku. Experiment by bylo vhodné zařadit také k tématu Kyseliny a zásady v prvním ročníku, jako ukázkou síly kyselin. Nebo lze experiment využít při laboratorních cvičeních pro třetí ročníky jako nácvik krystalizace a filtrace.

Experiment na přípravu vodíku navrhuji zařadit k učivu Vodík a jeho sloučeniny pro druhý ročník dále pro první ročník při probírání učiva řady reaktivity kovů.

Pokus příprava oxidu uhličitého je vhodné zařadit k učivu druhého ročníku k tématu skupiny Tetryly nebo se dá experiment využít pro učivo II. A skupiny periodického systému prvků a také při laboratorním cvičení pro třetí ročníky ke stejnému tématu.

Experiment na přípravu kyslíku lze využít při výuce druhého ročníku k tématu Kyslík nebo Sloučeniny vodíku - peroxid vodíku a také k demonstraci pojmu katalyzátor.

Pokus s názvem Tajné písmo a Zkouška statečnosti by se dal využít pro učivo Názvosloví komplexů v semináři třetích ročníků nebo také při tématu Železo a jeho sloučeniny pro druhý ročník.

Experiment na sublimaci jódu navrhuji zařadit ve druhém ročníku k učivu Halogeny nebo také pro první ročníky k učivu Látky, směsi a dělicí metody (metoda sublimace). V rámci laboratorních cvičení bych zařadila experiment k tématu Sublimace.

Pro druhý ročník k učivu Chalkogeny při probírání tématu Sulfan bych zvolila experiment příprava sulfidu zinečnatého, nebo lze experiment využít také pro první ročníky k učivu o typech reakcí (syntéza) nebo pro demonstraci vlastností látek (páchnoucí plyn)

Dle typu pokusů všechny navržené experimenty spadají z hlediska vnějších organizačních forem do školních experimentů.

Jako demonstrační pokus bych zařadila všechny experimenty. Pro experiment bez účasti žáka navrhuji pokus sublimace jódu a přípravu sulfidu zinečnatého. Ostatní pokusy mohou být zařazeny jako typ demonstračního pokusu s žakovou účastí. U experimentů Tajné písmo a Zkouška statečnosti doporučuji i demonstrační pokus prováděný žákem.

V případě laboratorních cvičení, jako pokus žakovský zcela individuální, bych zařadila všechny experimenty kromě přípravy sulfidu zinečnatého. Tento pokus je náročnější na provádění a také z hlediska bezpečnosti je vhodnější provádět jej jako demonstrační ať už s účastí nebo bez účasti žáka.

## 5.2 Použité chemikálie a chemické pomůcky

### 5.2.1 Použité chemické pomůcky

- baňka s kulatým dnem
- Büchnerova nálevka
- filtrační papír
- papír
- hodinové sklo
- kádinka
- velká kádinka
- kahan
- kovová miska
- kovová trojnožka

- lžička
- nůž
- odměrný válec
- odsávací baňka
- pryžová zátka s procházející trubičkou (ohýbanou)
- vratná zátka
- sirky
- síťka
- síťka s keramickou výplní
- skleněná tyčinka
- stojan
- sušárna
- špejle
- vata
- zkumavky

### 5.2.2 Použité chemikálie

- borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ )
- granulovaný zinek (Zn)
- horká voda
- hydroxid barnatý ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ )
- chlorid železitý ( $\text{FeCl}_3$ )
- jód ( $\text{I}_2$ )
- koncentrovaná kyselina chlorovodíková (HCl)
- zředěná HCl (1:1)
- led

- mramor
- oxid manganičitý ( $\text{MnO}_2$ )
- peroxid vodíku ( $\text{H}_2\text{O}_2$  (w = 30 %))
- síra (S)
- studená voda, popř. led
- thiokyanatan draselný (KSCN)
- voda
- destilovaná voda
- žlutá krevní sůl  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$



### 5.3 Příprava kyseliny borité

<b>Název pokusu</b>	<b>PŘÍPRAVA KYSELINY BORITÉ</b>
<b>Možnost využití</b>	Triely; kyseliny a zásady; krystalizace a filtrace
<b>Časová náročnost:</b>	15 min
<b>Didaktický cíl</b>	krystalizace látky
<b>Pomůcky:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Büchnerova nálevka</li><li>- odměrný válec</li><li>- odsávací baňka</li><li>- kádinka</li><li>- kahan</li><li>- kovová trojnožka</li><li>- skleněná tyčinka</li><li>- síťka s keramickou výplní</li><li>- filtrační papír</li><li>- hodinové sklo</li></ul>
<b>Chemikálie:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- borax (<math>\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}</math>)</li><li>- koncentrovaná kyselina chlorovodíková (HCl)</li><li>- horká voda</li><li>- studená voda, popř. led</li></ul>
<b>Reakce:</b>	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
<b>Postup:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>a) navážit 12,34 g (<math>\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}</math>)</li><li>b) (<math>\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}</math>) rozpustit v 29 ml horké vody</li><li>c) zředit koncentrovanou HCl v poměru 1:1, objem HCl 7,5 ml</li></ol>

- Postup:**
- d) k horkému roztoku boraxu  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  po kapkách za stálého míchání přilít zředěnou kyselinu chlorovodíkovou  $\text{HCl}$
  - e) roztok ochladit pod tekoucí vodou
  - f) vykrystalizovanou kyselinu boritou  $\text{H}_3\text{BO}_3$  odfiltrovat na Büchnerově nálevce
  - g) získanou kyselinu boritou  $\text{H}_3\text{BO}_3$  po usušení v sušárně zvážit
  - h) vypočítat realitní výtěžek

**Princip** Kyselina boritá je slabá anorganická kyselina, kterou lze připravit působením silné anorganické kyseliny ( $\text{HCl}$ ) na sůl kyseliny borité (borax).

**Pozorování:** Výsledná kyselina boritá je bílé barvy

- Bezpečnostní pokyny:**
- Kyselina chlorovodíková je žíravá látka.
  - Žáci nesmí pracovat s koncentrovanými roztoky kyselin!
  - Tetraboritan sodný je látka zdraví škodlivá.

**Fotodokumentace:** Příloha P I

## 5.4 Příprava vodíku

<b>Název pokusu</b>	<b>PŘÍPRAVA VODÍKU</b>
<b>Možnost využití</b>	Vlastnosti skupiny s-prvků, H <sub>2</sub> ; reaktivita kovů
<b>Časová náročnost:</b>	20 min
<b>Didaktický cíl</b>	vlastnosti vodíku (periodická soustava prvků)
<b>Pomůcky:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- velká zkumavka</li><li>- zkumavky</li><li>- velká kádinka</li><li>- pryžová zátka s procházející trubičkou (ohýbanou)</li><li>- kahan</li><li>- sirky</li><li>- stojan</li></ul>
<b>Chemikálie:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- granulovaný zinek (Zn)</li><li>- zředěná kyselina chlorovodíková (HCl (1:1))</li></ul>
<b>Reakce:</b>	$\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
<b>Postup:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>a) předem si připravit aparaturu – stojan na uchycení velké zkumavky, kádinku naplněnou vodou s několika zkumavkami, které jsou taktéž naplněné vodou a dané do kádinky otvorem dolů (bez jakýchkoliv bublin)</li><li>b) do velké zkumavky v držáku nasypat několik granulek zinku</li><li>c) nalít zředěnou kyselinu chlorovodíkovou do zkumavky v držáku, poté pracovat urychleně</li><li>d) zkumavku uzavřít zátkou, ve které je umístěna skleněná trubička ohnutá k jímání plynu do další zkumavky naplněné vodou</li></ol>

**Postup:**

- e) plyn postupně vytlačí vodu ze zkumavky
- f) po naplnění plynem zkumavku zvednout, držet ji obrácenou dnem vzhůru a její ústí na okamžik přiblížit k plameni kahanu
- g) ústí zkumavky nesmí být v plameni dlouho, jinak zkumavka praskne
- h) naplnění zkumavky plynem a její přiblížení k plameni několikrát opakovat
- i) pokud je ve zkumavce směs vodíku se vzduchem, vodík shoří explozivně se zvukovým efektem
- j) po vytlačení veškerého vzduchu z vyvíječe neobsahuje zachycený plyn žádný kyslík a shoří téměř neslyšitelně

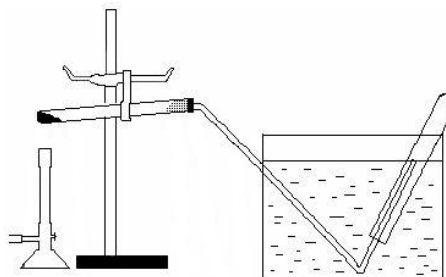
**Pozorování:**

Reakcí neušlechtilého kovu s kyselinou chlorovodíkovou vzniká volný vodík a příslušný chlorid.

Po přiblížení vodíku k plameni se reakce ve zkumavce projevuje „houknutím“ („štěknutím“).

**Bezpečnostní pokyny:**

Vodík se vzduchem tvoří výbušnou směs. Základním bezpečnostním pravidlem při manipulaci s vodíkem je zabránit vzniku směsi vodíku a vzduchu.

**Demonstrační aparatura:****Fotodokumentace:**

Příloha P II

## 5.5 Příprava oxidu uhličitého

<b>Název pokusu</b>	<b>PŘÍPRAVA OXIDU UHLIČITÉHO</b>
<b>Možnost využití</b>	Triely, II. A skupina periodického systému prvků
<b>Časová náročnost:</b>	15 min
<b>Didaktický cíl</b>	příprava a vlastnosti oxidu uhličitého
<b>Pomůcky:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- zkumavka</li><li>- vratná zátka</li><li>- ohnutá trubička</li><li>- špejle</li></ul>
<b>Chemikálie:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- mramor</li><li>- koncentrovaná kyselina chlorovodíková (HCl)</li><li>- hydroxid barnatý (Ba(OH)<sub>2</sub>)</li></ul>
<b>Reakce:</b>	$\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
<b>Postup:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>a) zrnko mramoru o průměru asi 5 mm vložit do zkumavky</li><li>b) přidat 5 ml HCl (1:1)</li><li>c) uzavřít zkumavku vrtnou zátkou s ohnutou trubičkou</li><li>d) vnější konec ponořit do 3 ml 2% Ba(OH)<sub>2</sub></li><li>e) ve druhé zkumavce nechat probublávat plyn dokud vzniká zákal</li><li>f) vložit hořící špejli do zkumavky se zákalem</li></ol>
<b>Princip:</b>	Uhličitan poskytuje reakci s kyselinou chlorovodíkovou oxid uhličitý. Oxid uhličitý je bezbarvý plyn, těžší než vzduch, nepodporuje hoření (hasí plamen).
<b>Pozorování:</b>	Při kontaktu hořící špejle s plynem dojde k zhasnutí plamene.
<b>Bezpečnostní pokyny:</b>	Kyselina chlorovodíková je žíravá látka. Žáci nesmí pracovat s koncentrovanými roztoky kyselin!

## 5.6 Příprava kyslíku

<b>Název pokusu</b>	<b>PŘÍPRAVA KYSLÍKU</b>
<b>Možnost využití</b>	Kyslík; sloučeniny vodíku; katalyzátor
<b>Časová náročnost:</b>	15 min
<b>Didaktický cíl</b>	dělení, důkaz rozkladu peroxidu a důkaz podpory hoření kyslíkem
<b>Pomůcky:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- zkumavka</li><li>- špejle</li><li>- zápalky</li><li>- lžička</li></ul>
<b>Chemikálie:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- peroxid vodíku (<math>\text{H}_2\text{O}_2</math> (w = 30 %))</li><li>- oxid manganičitý (<math>\text{MnO}_2</math>)</li><li>- voda</li></ul>
<b>Reakce:</b>	$2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ , katalyzátor $\text{MnO}_2$
<b>Postup:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>a) do zkumavky dát na špičku lžičky oxid manganičitý <math>\text{MnO}_2</math> a 1 ml vody</li><li>b) po kapkách přidávat 30 % roztok <math>\text{H}_2\text{O}_2</math></li><li>c) do zkumavky vsunout doutnající špejli</li></ol>
<b>Princip:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Katalytický rozklad peroxidu vodíku.</li><li>- Peroxid vodíku se na vzduchu pomalu rozkládá na kyslík a vodu.</li></ul>
<b>Pozorování:</b>	Vznikne bezbarvý plyn. Vsunutím doutnající špejle dokážeme, že připravený plyn je kyslík. Kyslík podporuje hoření, špejle vzplane.
<b>Bezpečnostní pokyny:</b>	Práce s peroxidem, nepotřísnit se, bouřlivá reakce
<b>Poznámky:</b>	Reakci lze provádět ve zkumavce, frakční baňce, válci aj.

**Poznámky:** Reakce probíhá do spotřebování veškerého peroxidu – volit přiměřené množství a koncentraci podle podmínek provádění (žáci, učitel, volba nádoby...)

**Fotodokumentace:** Příloha P III

## 5.7 Tajné písmo

<b>Název pokusu</b>	<b>TAJNÉ PÍSMO</b>
<b>Možnost využití</b>	Komplexy, železo a jeho sloučeniny
<b>Časová náročnost:</b>	5 min
<b>Didaktický cíl</b>	vlastnosti skupiny železa
<b>Pomůcky:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- papír</li><li>- sušárna</li></ul>
<b>Chemikálie:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- chlorid železitý (FeCl<sub>3</sub>)</li><li>- žlutá krevní sůl (K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>])</li></ul>
<b>Reakce:</b>	$4 \text{Fe}^{3+} + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 12\text{K}^+$
<b>Postup:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a) na papír napsat text špejlí pomocí roztoku FeCl<sub>3</sub></li><li>b) nechat zaschnout</li><li>c) přetřít roztokem K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]</li></ul>
<b>Princip:</b>	Reakce dvou látek, které jsou v podstatě bez barvy, ale při společné reakci tvoří barevnou sloučeninu.
<b>Pozorování:</b>	Po přetření vystoupí napsaný text.
<b>Fotodokumentace:</b>	Příloha P IV



## 5.8 Zkouška statečnosti

<b>Název pokusu</b>	<b>ZKOUŠKA STATEČNOSTI</b>
<b>Možnost využití</b>	Komplexy, železo a jeho sloučeniny
<b>Časová náročnost:</b>	10 min
<b>Didaktický cíl</b>	důkaz reakce kovů
<b>Pomůcky:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- kádinky</li><li>- vata</li><li>- nůž</li></ul>
<b>Chemikálie:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- thiokyanatan draselný (KSCN)</li><li>- chlorid železitý (FeCl<sub>3</sub>)</li></ul>
<b>Reakce:</b>	$3 \text{KSCN} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3 \text{KCl}$
<b>Postup:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>a) do jedné kádinky připravit koncentrovaný roztok KSCN a do druhé kádinky roztok FeCl<sub>3</sub></li><li>b) potřít část těla (zápěstí) roztokem FeCl<sub>3</sub></li><li>c) očistit nůž pomocí roztoku KSCN</li><li>d) tahy tupou stranou nože po potřené místo na těle</li></ol>
<b>Princip:</b>	Reakcí chloridu železitého a thiokyanatanu draselného vzniká tmavá sloučenina thiokyanatanu železitého
<b>Pozorování:</b>	Vzniknou tmavé sloučeniny thiokyanatanu železitého
<b>Bezpečnostní pokyny</b>	Práce s nožem
<b>Fotodokumentace:</b>	Příloha P V

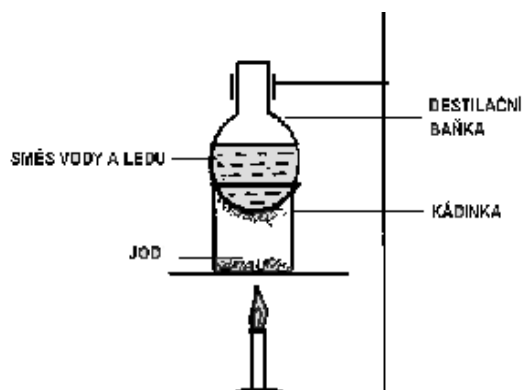
## 5.9 Sublimace jodu

<b>Název pokusu</b>	<b>SUBLIMACE JÓDU</b>
<b>Možnost využití</b>	Halogeny; látky směsi a dělicí metody
<b>Časová náročnost:</b>	20 min
<b>Didaktický cíl</b>	vlastnosti jodu
<b>Pomůcky:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- baňka s kulatým dnem</li><li>- kádinka</li><li>- kahan</li><li>- trojnožka</li><li>- stojan</li><li>- síťka</li></ul>
<b>Chemikálie:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- jód (<math>I_2</math>)</li><li>- destilovaná voda</li><li>- led</li></ul>
<b>Postup:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>a) do kádinky položené na azbestové síťce na trojnožce vložit několik krystalků <math>I_2</math></li><li>b) baňku s kulatým dnem s vodou popř. ledem posadit na kádinku s <math>I_2</math>, popř. upevnit baňku držákem stojanu</li><li>c) opatrně zahřívát kádinku</li></ol>
<b>Princip:</b>	Jód při zahřívání přechází z pevného skupenství do skupenství plynného.
<b>Pozorování:</b>	Uvolňují se fialové páry jodu. Na chlazené baňce s kulatým dnem se sráží páry a jód přechází do pevné formy
<b>Bezpečnostní pokyny</b>	Jód velmi dobře sublimuje, jeho páry jsou dráždivé

**Poznámky:**

Reakci je nutné provádět v digestoři

**Demonstrační aparatura**



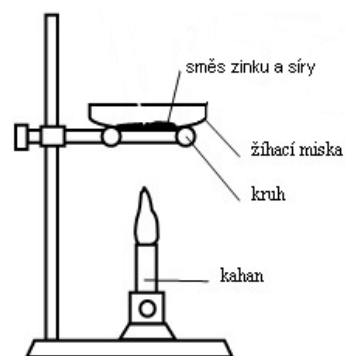
**Fotodokumentace:**

Příloha P VI

## 5.10 Příprava sulfidu zinečnatého

<b>Název pokusu</b>	<b>PŘÍPRAVA SULFIDU ZINEČNATÉHO</b>
<b>Možnost využití</b>	Chalkogeny - sulfan; typy reakcí; vlastnosti látek
<b>Časová náročnost:</b>	15 min
<b>Didaktický cíl</b>	vlastnosti síry
<b>Pomůcky:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- kovová miska</li><li>- kahan</li><li>- trojnožka</li><li>- stojan</li><li>- síťka</li></ul>
<b>Chemikálie:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- zinek (Zn)</li><li>- síra (S)</li></ul>
<b>Reakce</b>	$\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$
<b>Postup:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>a) do plechové misky na stojan dát S a Zn</li><li>b) dokonale směs promíchat</li><li>c) na směs položit zapálenou zápalku</li></ol>
<b>Princip:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Vzniká velmi prudká exotermická reakce</li></ul>
<b>Pozorování:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Po zapálení lze pozorovat oslnivý plamen.</li></ul>
<b>Bezpečnostní pokyny</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nutno použít ochranný štít.</li></ul>
<b>Poznámky:</b>	Reakci je nutné provádět v digestoři

**Demonstrační aparatura:**



**Fotodokumentace:**

Příloha P VII

## 5.11 Vyhodnocení chemických experimentů

Navržené experimenty jsem metodicky sestavila a vyzkoušela dle vytvořených kartotéčních listů v chemické laboratoři. Všechny experimenty proběhly, jak jsem předpokládala. Při provádění experimentů jsem průběh dokumentovala fotografiemi, které jsou obsaženy v Přílohách P I – P VII.

V Příloze P I je znázornění experimentu přípravy kyseliny borité. Smícháním boraxu a koncentrované kyseliny chlorovodíkové se mi podařilo po vysušení získat kyselinu boritou. Na závěr jsem již neprováděla vážení a výpočet relativního výtěžku vzniklé kyseliny.

Příprava vodíku rovněž proběhla úspěšně a plyn ve zkumavce se projevil „štěknutím“. V příloze P II je znázorněná aparatura a vytěsnění vody ve zkumavce vytvořeným vodíkem.

Příprava oxidu uhličitého se rovněž zdařila a žhavá špejle při kontaktu s plynem zhasla. Naopak při experimentu přípravy kyslíku se špejle vsunutá do zkumavky rozhořela. Tento děj je vyobrazen v Příloze P III.

Tajné písmo (Příloha IV) a Zkouška statečnosti (Příloha V) se rovněž povedly a zabarvení, které mělo vzniknout, se projevilo. Při sublimaci jódu se ze začátku na baňce s kulatým dnem krystaly netvořily, ale po chvíli došlo k vytvoření krystalů, které již byly okem patrné, a čím déle zkumavka stála po experimentu v digestoři, tím více se krystalů na baňce s kulatým dnem tvořilo. Průběh experimentu je prezentován v Příloze P VI. Při přípravě sulfidu zinečnatého, jak je patrné z fotografie (Příloha P VII), vznikl při hoření velmi oslnivý plamen.

## ZÁVĚR

Chemie je velmi náročný předmět, a proto bývá většinou prezentována jen v teoretické rovině, čímž ztrácí na přitažlivosti pro žáky. Možným řešením je implementace chemických experimentů do běžné výuky chemie.

Cílem bakalářské práce bylo navržení baterie experimentů pro výuku chemie a zpracování metodického návodu na provedení vybraných experimentů pro výuku chemie na gymnáziu.

Teoretická část práce klade důraz na popsání chemického experimentu. Jsou zde uvedeny fáze experimentu, povinnosti vyučujícího a žáků. Je popsána chemická laboratoř a bezpečnost v laboratořích. Také je zde vymezen chemický experiment z didaktického hlediska. Teoreticky je rozebrána funkce chemického experimentu ve výuce chemie, experimenty ve vztahu k organizačním formám výuky a provedení záznamu o chemickém experimentu.

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na realizaci vybraných chemických experimentů. Je zde popsán návrh pro zařazení pokusů ke konkrétním vyučovaným tématům pro první až čtvrtý ročník gymnázia. Experimenty jsou navrženy jako demonstrační pokusy, ale i jako zcela individuální žákovské pokusy pro laboratorní cvičení. K vybraným pokusům byly vytvořeny jednotlivé kartotéční listy, které popisují časovou náročnost, didaktický cíl, potřebné pomůcky a chemikálie, probíhající reakce, postup a princip pokusu, pozorování, které žáci při experimentu provádějí, bezpečnostní pokyny pro práci a fotodokumentace jednotlivých pokusů. Vybrané experimenty byly prakticky provedeny a získané výsledky byly vyhodnoceny. Průběh chemických experimentů byl zachycen v přiložené fotodokumentaci. Tato část bakalářské práce může sloužit jako návod a inspirace pro učitele k výuce chemie na gymnáziu.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

1. ČELADNÍK, Milan. 1981. *Chemická laboratorní technika*. Praha: SPN.
2. ČTRNÁCTOVÁ, Hana a Josef HALBYCH. 2006. *Didaktika a technika chemických pokusů*. 3., přeprac. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-1192-9.
3. DURDIÁK, Jaroslav, 2006. *Laboratorní technika - Část I*. Ružomberok: PF KU. ISBN 80-8084-023-7.
4. DUŠEK, Bohuslav. 2009. *Kapitoly z didaktiky chemie*. přeprac. vyd. 2. Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 978-80-7080-736-1.
5. EL-ASHMAWY, Amina Khalifa. 2012. Review of Chemistry for Today: General, Organic, and Biochemistry , 7th Edition Chemistry for Today. *Journal of Chemical Education*. **89**(4), 435-435. DOI: 10.1021/ed300088f. ISSN 0021-9584.
6. FILIPOVÁ, Lenka. 2011. *Chemické pokusy s jednoduchými pomůckami*. Olomouc. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.
7. FLEMR, Vratislav a Bohuslav DUŠEK. 2001. *Chemie pro gymnázia*. vyd. 1. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství. ISBN 80-723-5147-8.
8. HANDLÍŘ, Karel, Miroslav VLČEK a kol. 1994. *Laboratorní cvičení z obecné chemie*. vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 80-851-1390-2.
9. HILL, Graham a John HOLMAN. 1989. *Chemistry in Context: Laboratory Manual and Study Guide*. Edinburgh: English Language Book Society Nelson, ISBN 0-17-448164-0.
10. KOLOROS, Petr. 2011. *Školní pokus ve výuce chemie - minulost a současnost*. Univerzita Karlova. Disertační práce. Univerzita Karlova. Vedoucí práce prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.
11. MOORE, John W. 2001. When Is an Experiment a Success? *Journal of Chemical Education*. **78**(2), 141. DOI: 10.1021/ed078p141. ISSN 0021-9584.
12. MRÁČKOVÁ, Martina. 2012. *Pokusy z anorganické chemie jako doplněk k výuce chemie na gymnáziu*. Plzeň. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Mgr. Milan Klečka, PhD.



13. ONDRÁŠOVÁ, Monika. 2014. *Didaktika chemie II*. Zlín. Distanční text. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
14. RÖMPP, Hermann. 1941. *Chemische experimente, die gelingen (anorganische chemie)*. Stuttgart: Franckh. ISBN 3440048853.
15. SHAKHASHIRI, Bassam Z. 1989. *Chemical demonstrations: a handbook for teachers of chemistry*. Madison: University of Wisconsin Press. ISBN 02-991-1950-5.
16. SHAKHASHIRI, Bassam Z. 2011. *Chemical demonstrations: a handbook for teachers of chemistry*. DOI: 978-0-29922650-3.
17. SOLÁROVÁ, Marie. 2007. *Význam praktické výuky chemie a školní vzdělávací program: (chemický pokus a jeho aplikace ve výuce chemie)*. vyd. 1. Praha: Národní institut pro další vzdělávání. ISBN 80-86956-03-2.
18. SOUČKOVÁ, Danuše. 2011. *Analytická chemie na gymnáziu*. Praha. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Doc. RNDr. Ivan Jelínek, CSc.
19. VACÍK, Jiří. 1995. *Chemie I (obecná a anorganická) pro gymnázia*. 3., dopl. vyd., v SPN, Praha: Státní pedagogické nakladatelství. ISBN 80-859-3700-X.
20. VÍCHA, Robert. 2007. *Laboratorní cvičení z chemie: bezpečnost práce v chemické laboratoři, laboratorní technika, laboratorní úlohy z anorganické chemie, laboratorní úlohy z organické chemie*. Zlín. Distanční text. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	borax
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	hexakynoželesnatan draselný
$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$	hexakynoželesnatan železitý
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	hydroxid barnatý
KCl	chlorid draselný
NaCl	chlorid sodný
$\text{CaCl}_2$	chlorid vápenatý
$\text{ZnCl}_2$	chlorid zinečnatý
$\text{FeCl}_3$	chlorid železitý
$\text{I}_2$	jód
$\text{K}^+$	kation draselný
$\text{Fe}^{3+}$	kation železitý
$\text{H}_3\text{BO}_3$	kyselina boritá
HCl	kyselina chlorovodíková
$\text{O}_2$	kyslík
$\text{MnO}_2$	oxid manganičitý
$\text{CO}_2$	oxid uhličitý
PSP	periodická soustava prvků
$\text{H}_2\text{O}_2$	peroxid vodíku
RVP	rámcově vzdělávací program
S	síra
ZnS	sulfid zinečnatý
ŠVP	školní vzdělávací program
KSCN	thiokyanatan draselný

---

$\text{Fe}(\text{SCN})_3$	thiokyanatan železitý
$\text{CaCO}_2$	uhličitan vápenatý
$\text{H}_2\text{O}$	voda
$\text{H}_2$	vodík
$\text{Zn}$	zinek

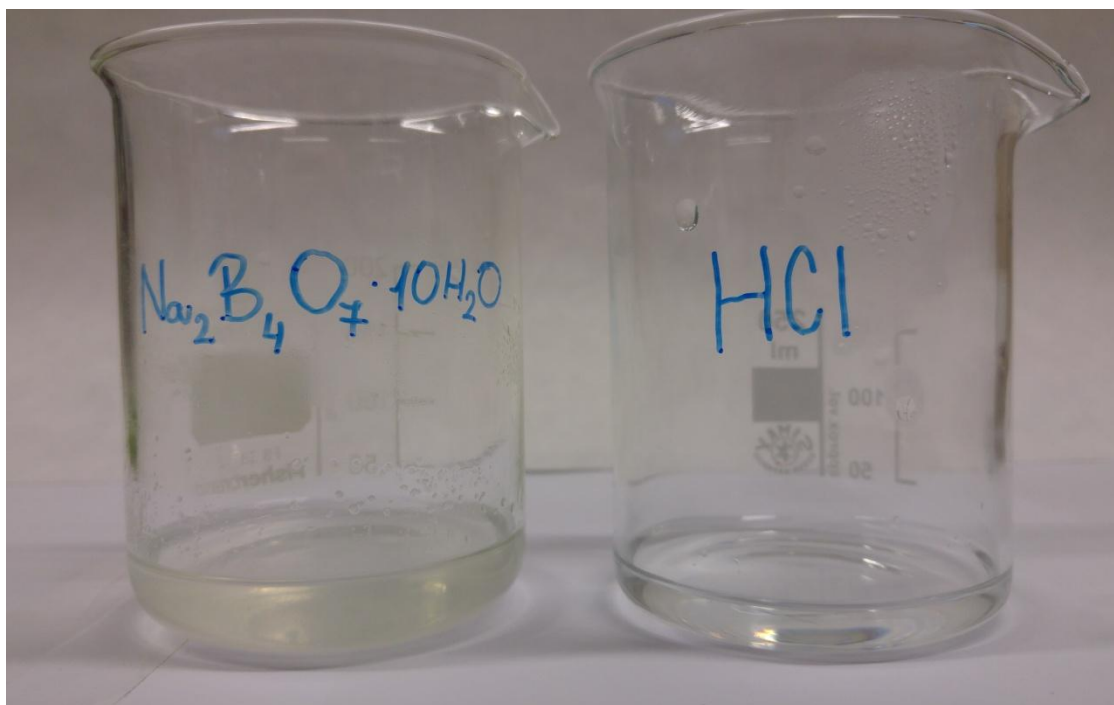
**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1 Příprava kyseliny borité: a) vstupní chemikálie, b) vzniklá kyselina boritá, c) kyselina boritá po vysušení .....</i>	54
<i>Obr. 2 Příprava vodíku – a) aparatura; b) vytěsnění vody vodíkem ve zkumavce .....</i>	55
<i>Obr. 3 Příprava kyslíku – a) doutnající špejle ve zkumavce, b) hořící špejle .....</i>	56
<i>Obr. 4 Tajné písmo a) nákras roztokem chloridu železitého, b) nákras po vysušení a potření hexakvanoželeznatanem draselným (žlutou krevní soli) .....</i>	57
<i>Obr. 5 Zkouška statečnosti – Potřená horní končetina roztokem chloridu železitého, niž potřen roztokem thiokyanatanem draselným, vznik červené sloučeniny thiokyanatanu železitého .....</i>	58
<i>Obr. 6 Sublimace jódu a) zahřívání krystalů jódu, b) uvolňování fialové páry jódu, c) rostoucí krystaly na baňce s kulatým dnem .....</i>	59
<i>Obr. 7 Příprava sulfidu zinečnatého- a) chemikálie před smícháním b) zapálení směsi chemikálií c) oslnivý plamen zapálené směsi .....</i>	60

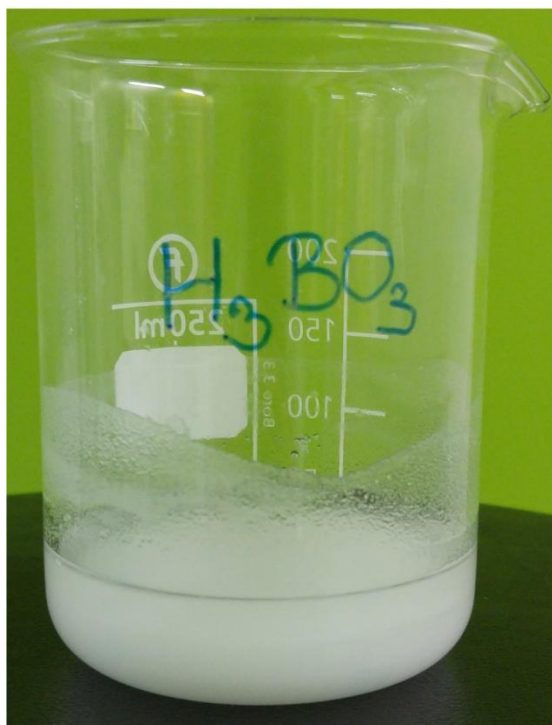
**SEZNAM PŘÍLOH**

- P I            Fotodokumentace přípravy kyseliny borité
- P II            Fotodokumentace přípravy vodíku
- P III           Fotodokumentace přípravy kyslíku
- P IV           Fotodokumentace Tajného písma
- P V            Fotodokumentace Zkoušky statečnosti
- P VI           Fotodokumentace sublimace jódu
- P VII          Fotodokumentace přípravy sulfidu zinečnatého

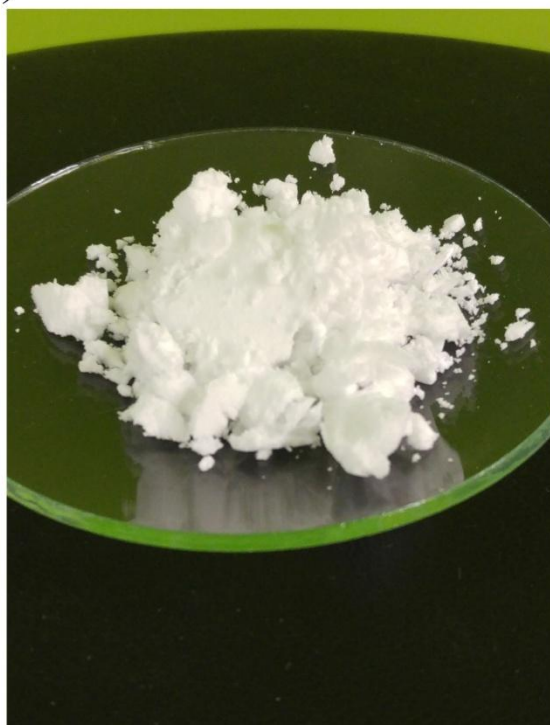
## PŘÍLOHA P I: FOTODOKUMENTACE PŘÍPRAVY KYSELINY BORITÉ



a)



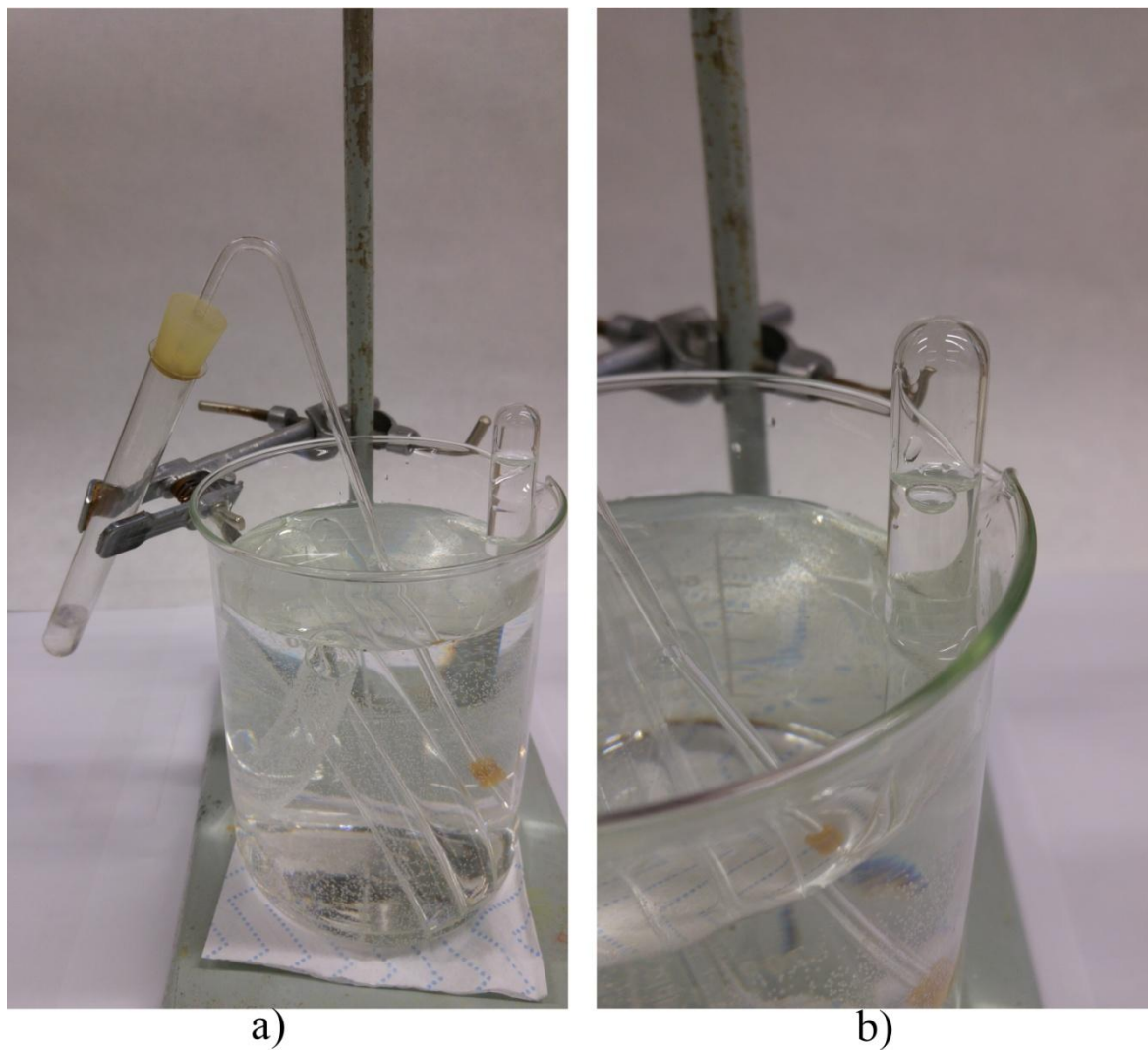
b)



c)

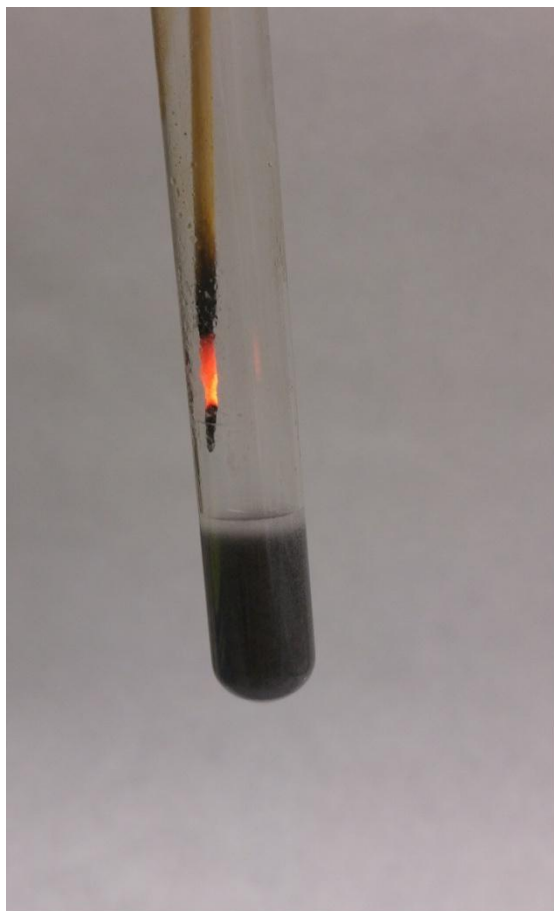
Obr. 1 Příprava kyseliny borité: a) vstupní chemikálie, b) vzniklá kyselina boritá, c) kyselina boritá po vysušení

## PŘÍLOHA P II: FOTODOKUMENTACE PŘÍPRAVY VODÍKU



Obr. 2 Příprava vodíku – a) aparatura; b) vytěsnění vody vodíkem ve zkumavce

### PŘÍLOHA P III: FOTODOKUMENTACE PŘÍPRAVY KYSLÍKU



a)

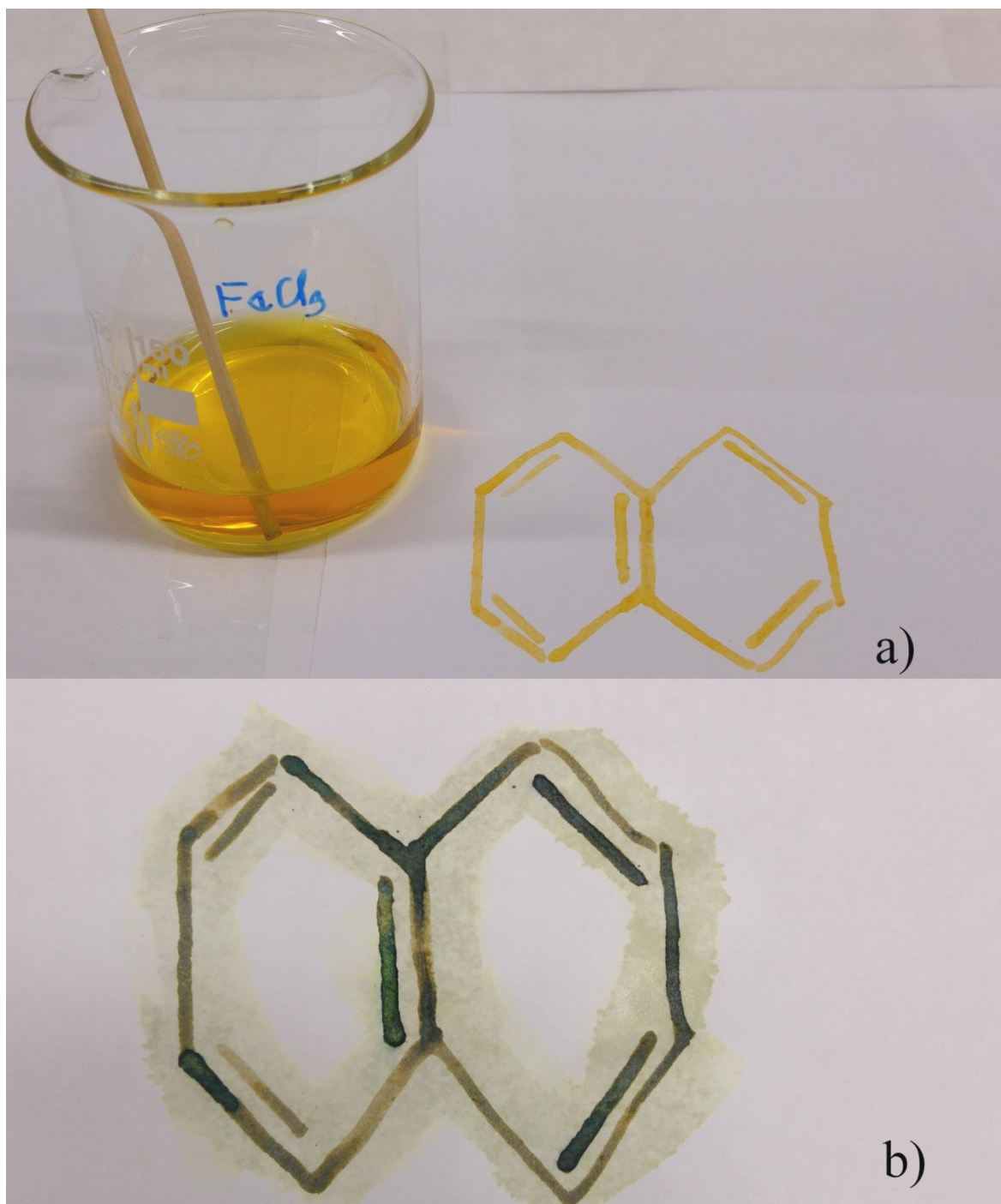


b)

*Obr. 3 Příprava kyslíku – a) doutnající špejle ve zkumavce, b) hořící špejle*



## PŘÍLOHA P IV: FOTODOKUMENTACE TAJNÉHO PÍSMÁ



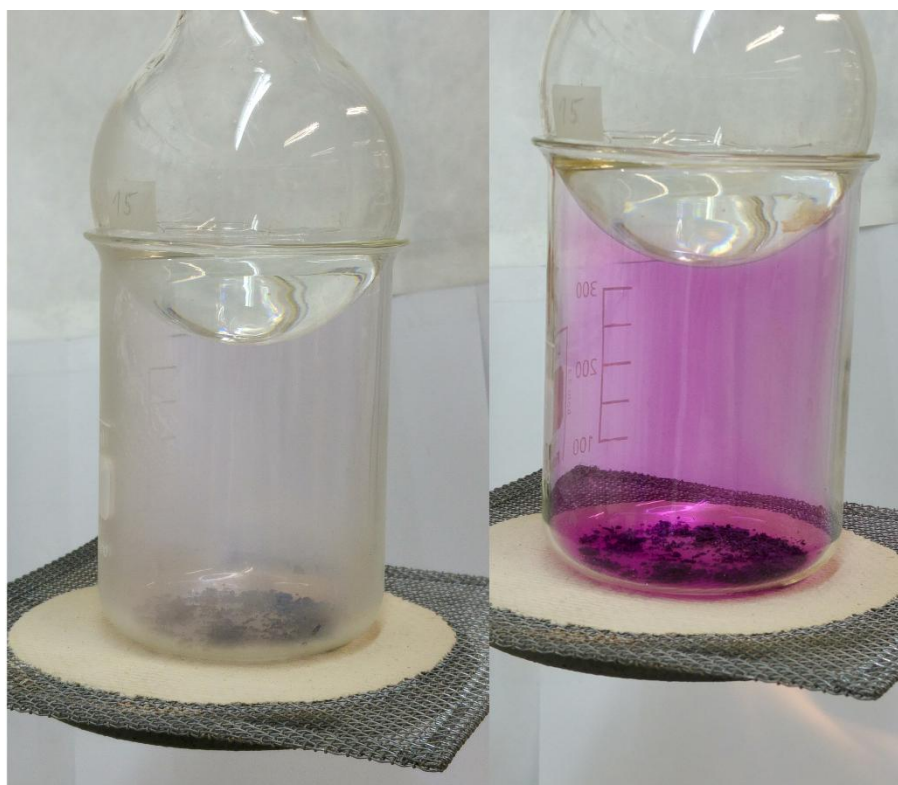
Obr. 4 Tajné písmo a) náčrt roztokem chloridu železitého, b) náčrt po vysušení a pořízení hexakvanoželeznatanem draselným (žlutou krevní solí)

## PŘÍLOHA P V: FOTODOKUMENTACE ZKOUŠKY STATEČNOSTI



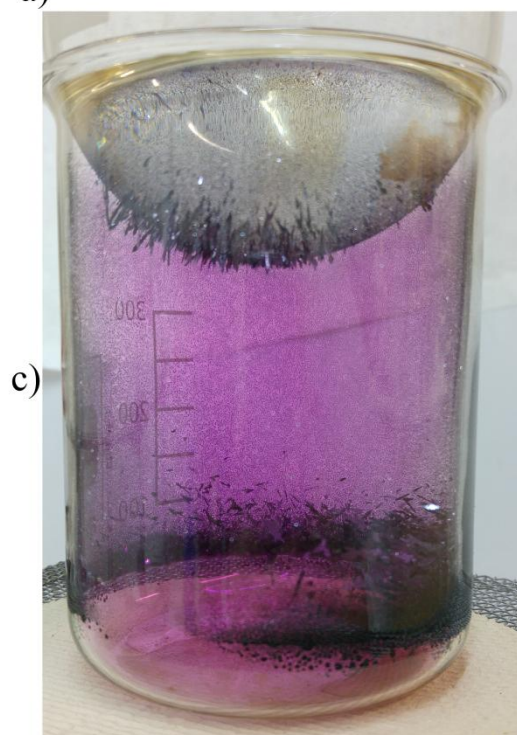
*Obr. 5 Zkouška statečnosti – Potřená horní končetina roztokem chloridu železitého, nůž potřen roztokem thiokyanatanem draselným, vznik červené sloučeniny thiokyanatanu železitého*

## PŘÍLOHA P VI: FOTODOKUMENTACE SUBLIMACE JÓDU



a)

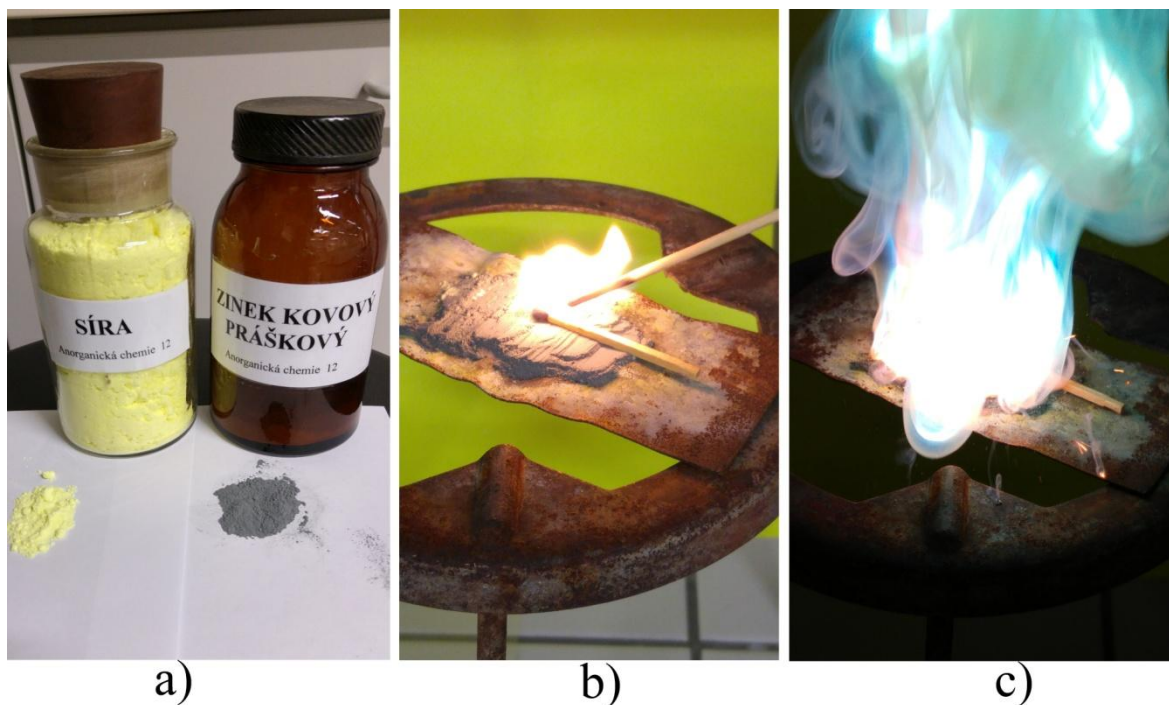
b)



c)

*Obr. 6 Sublimace jódu a) zahřívání krystalů jódu, b) uvolňování fialové páry jódu, c) rostoucí krystaly na baňce s kulatým dnem*

## PŘÍLOHA P VII: FOTODOKUMENTACE PŘÍPRAVY SULFIDU ZINEČNATÉHO



Obr. 7 Příprava sulfidu zinečnatého- a) chemikálie před smícháním b) zapálení směsi chemikálií c) oslnivý plamen zapálené směsi