

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 12: Tvorba učebních pomůcek, didaktická technologie

Název práce: Sborník chemických experimentů pro učitele
základních a středních škol

Petr Palivec

Kamila Starkbaumová

Kraj: Hlavní město Praha

Praha 2016

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 12: Tvorba učebních pomůcek, didaktická technologie

Název práce: Sborník chemických experimentů pro učitele
základních a středních škol

Title: Collection of chemical experiments for teachers from primary
and high schools

Autoři: Petr Palivec, Kamila Starkbaumová

Škola: Masarykova střední škola chemická

Kraj: Hlavní město Praha

Konzultant: Ing. Zita Valentová

Praha 2016

Prohlášení autorů

Prohlašujeme, že jsme pracovali bez pomoci dalších osob a při tvorbě naší práce SOČ jsme nevyužívali žádných jiných zdrojů, než těch, které jsou uvedeny v seznamu vloženém do práce SOČ.

Dále prohlašujeme, že tištěná verze této práce se shoduje s verzí elektronickou.

Nemáme závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V..... Dne Podpisy:

Poděkování

Chtěli bychom především vyjádřit svoje vřelé díky Ing. Zitě Valentové, která nám vždy podala pomocnou ruku a umožnila vznik této práce. Dále patří velký dík i Masarykově střední škole chemické, díky které jsme nabyli zkušeností v laboratorní praxi a v propagaci vědeckých oborů.

Anotace

Námi vytvořený sborník obsahuje souhrn experimentů z chemie, přičemž se snaží vysvětlit chemické a fyzikální jevy, to z něj dělá učební pomůcku pro pedagogy základních a středních škol. Experimenty jsou řešeny tak, aby byly poutavé, názorné a pedagogicky prospěšné.

Klíčová slova: Propagace vědy; výuka; chemie; experiment, didaktika chemie

Annotation

The collection that we made contains a set of chemistry experiments and it tries to explain chemical and physical phenomena. For that, it is considered as a teaching aid for pedagogues of primary schools and high schools. The experiments are designed to be eye-catching, entertaining and pedagogically useful.

Key words: Science promotion; teaching; chemistry; experiment.

Obsah

Úvod.....	6
1 Cíl práce	6
2 Didaktika chemie.....	7
3 Oblíbenost vyučovacího předmětu chemie	7
4 Názorně demonstrační metody výuky chemie	9
5 Laboratorní výuka na základních a středních školách	10
6 Tvorba sborníku experimentů	12
6.1 Forma sborníku	12
6.2 Obsah sborníku	13
6.3 Ověření funkčnosti a fotodokumentace	13
6.4 Analýza reálné funkčnosti sborníku.....	14
6.5 Tvorba youtubového kanálu.....	15
7 Obsah sborníku.....	15
7.1 Bezpečnost práce.....	15
7.2 Experimenty se sloučeninami mědi	17
7.3 Experimenty se sloučeninami železa	18
7.4 Experimenty se sloučeninami manganu.....	18
7.5 Experimenty se sloučeninami chromu	19
8 Zápis experimentů	20
9 Budoucnost.....	21
Závěr.....	22
Použitá literatura	23
Internetové zdroje informací	23
Zdroje tabulek	23
Seznam obrázků	23
Seznam tabulek	23

Úvod

Internet je plný rozličných sborníků a kolekcí chemických či fyzikálních experimentů, avšak na téměř žádné webové stránce nenajdete podrobnější popis jevů, které tyto poutavé pokusy iniciují či jen doprovázejí a přitom autoři ochuzují čtenáře o velké množství zajímavých informací. Tohoto faktu si všímáme již delší dobu, ale až v nedávné době jsme se sami rozhodli k vytvoření vlastního sborníku chemických experimentů, který by mohl rozsahem obsahu informací sloužit jako učební pomůcka při výuce chemie. Tímto směrem cílíme především kvůli našemu názoru, že budoucí vědce si společnost musí vychovávat již od raného věku, jelikož s rychle se rozvíjejícími technologiemi se věda pro děti a mladistvé stává větším a větším strašákem a bohužel jakmile si dítě nevypěstuje alespoň trochu kladný vztah k přírodním vědám, těžko to bude dohánět v pubertě, kdy začíná být vše nudné a nezajímavé.

Cílem naší práce je tedy vytvoření sborníku experimentů pro učitele základních a středních škol, avšak nechceme, aby výsledkem našeho snažení byla tuctová kolekce pokusů na úrovni, kterou běžně vidáme. Snažíme se tedy vybočit z řady řekněme „obyčejných“ prací tím, že sborník vedeme kreativnější formou, a to tak, že experimenty nejsou řazeny běžným způsobem, ale jsou uspořádány do okruhů dle společného prvku ve sloučenině, což učitelé mohou ocenit především díky snadnější přípravě jednotlivých experimentů. Jednou z hlavních předností tohoto řazení je fakt, že díky chemickým experimentům týkající se většinou pouze jedné sloučeniny nejsou příliš velké finanční nároky na přípravu experimentů, a proto si učitel může dovolit pokus vícekrát opakovat.

1 Cíl práce

Jak již bylo uvedeno, hlavním cílem naší práce, bylo vytvoření souhrnu chemických experimentů, který by mohl napomáhat učitelům chemie při tvorbě názorných ukázek. Zároveň by bylo poněkud zbytečné sepsávat to, co už bylo mnohokrát sepsáno, tím myslíme stále krásné, ale bohužel poněkud ohrané experimenty, které děti vidí téměř všude (barevné baňky, slizy apod.), přitom chemie ve svém nitru ukrývá mnoho úžasných pokusů, které se běžně uvádějí jako naprosto obyčejné reakce, a proto nikoho nezajímají. V našem sborníku se však i obyčejné rozpouštění soli ve vodě stává atraktivním a tajemným experimentem.

Samozřejmě moc dobře si uvědomujeme, že děti se k chemii nedostanou pouze ze školní lavice, ale také například při návštěvě různých veletrhů vědy a techniky i tam se dá náš sborník velice dobře uplatnit, ale musíme uznat, že některé z experimentů v tomto sborníku osloví

pouze větší zájemce o vědu, ale to závisí pouze na stylu, kterým přednášející vyloží své myšlenky.

2 Didaktika chemie

Didaktika se obecně zabývá obsahem a výsledkem vzdělávání a také metodami vzdělávání. Speciálně pak didaktika chemie se zabývá teoreticky vyučováním chemie a se vším s čím vyučování chemie souvisí. Zajímavou a velice důležitou myšlenkou je také to, že: „*Hlavním východiskem didaktiky chemie by mělo být především to, že smyslem vyučování chemie není jen chemie sama, ale naopak, chemie zde slouží i jako prostředek k poznání přírody, společnosti i sebe samotného v komplexní tj. materiální i duchovní úrovni.*“ (Budiš, Colombo, Plucková, & Šibor, 2004). Didaktika chemie bývá často označována jako interdisciplinární vědní disciplína, jelikož při výuce chemie musí mnohdy učitel zabrousit i do fyziky, matematiky ale také například do zeměpisu, dějepisu a nauk o občanské a společenské výuce. To jak moc učitel daná témata provazuje je na jeho uvážení, avšak vždy musí uvážít, jestli dokáže stále udržet žáky v produktivitě. Chemie jako vědní obor je stále stavěna jako obligatorní součást vyučování chemie, která se řídí přesně svými metodami a zákonitostmi, což se žákům jeví jako strohé předávání informací, na druhou stranu didaktika chemie se snaží výuku humanizovat, což je dosti smysluplné doplnění odborné chemie. Tato humanizace je prováděna právě například pomocí demonstračních, žákovských a laboratorních pokusů či přidáním sledování videí a fotek při výuce.

3 Oblíbenost vyučovacího předmětu chemie

Jak již bylo v úvodu naší práce uvedeno, zájem o vědní či technické obory slábne a chemie jako vyučovací předmět se těší jen velmi malé oblibě žáků. Například *žáci devátých tříd a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií nejvíce baví dějepis a přírodopis, nejméně oblíbené předměty jsou pak fyzika a chemie* (Novinky, ČTK, 2015), tento fakt vyplývá z testování českou školní inspekcí z května roku 2015, toto je jen jedním z mnoha důkazů toho, jak málo děti chemie a jí podobné předměty zajímá. Na druhou stranu stále se žáci, kteří si chemii oblíbili, najdou, těmto žákům jde vstříc mnoho volnočasových kroužků se zaměřením na chemii, veletrhů vědy a techniky a ještě více internetových stránek, které pomohou žákovi v rozvoji jeho znalostí a dovedností v tomto oboru, avšak ne všechny děti se k těmto možnostem dostanou a ve školách jim mnohdy není dopřávána výuka, která by ukojila jejich zájem o dané problémy a bohužel může dojít až ke ztrátě zájmu o chemii.

Jako reakci na problematiku neoblíbenosti chemie jakožto vyučovacího předmětu a nedostatečnou motivaci nejen nadaných žáků vytvořila RNDr. Eva Trnová, PhD. a několik jejích kolegů z Masarykovy univerzity v Brně v lednu roku 2009 výzkum, zjišťující, co žáky na chemii baví a co by děti nejraději na hodinách chemie dělaly. Výsledkem tohoto výzkumu bylo potvrzení toho, že *žáci považují experiment za silně motivační výukovou techniku, kterou jednoznačně preferují a chtějí v hodinách chemie provádět. Výběr motivačních výukových technik tuto skutečnost potvrdil, jelikož „vítězná“ technika (chemické paradoxy, kouzla a triky¹) je žáky nejčastěji vnímána jako jiná podoba zajímavých experimentů* (Trnová, 2012). Kromě chemických paradoxů, kouzel a triků má silnou motivační účinnost několik dalších motivačních výukových technik jako například: jednoduché chemické experimenty, chemický humor a spojení života člověka a chemie. Sumarizované výsledky tohoto výzkumu lze vidět v tabulce 1 a v tabulce 2, které vycházejí ze zodpovědaných otázek: „Co tě na chemii nejvíce zajímá a láká?“ a „Co bys nejraději dělal na hodinách chemie?“, v tabulce 3 pak můžete vidět celkové porovnání jednotlivých motivačních technik, které žáci preferují.

Co tě na chemii nejvíce zajímá a láká?	Procentuální četnost odpovědi
Pokusy	64,06 %
Chemické reakce	15,67 %
Chemie v každodenním životě	12,90 %
Chemie a člověk	10,14 %
Poznávání nových věcí	9,22 %
Složení látek	6,45 %
Řešení chemických problémů	4,61 %

Tabulka 1: Co tě na chemii nejvíce zajímá a láká?

Co bys nejraději dělal v hodinách chemie?	Procentuální četnost odpovědi
Pokusy	83,41 %
Kvízy, křížovky, hry	6,45 %
Projekty	3,69 %
Vzorce	2,76 %
Výpočty	1,84 %

Tabulka 2: Co bys nejraději dělal v hodinách chemie?

¹ Základem paradoxu je vznik rozporu mezi nabytými vědomostmi a zkušenostmi žáka a pro něho novými a překvapivými skutečnostmi. Vzniklý rozpor vede často ke snaze vysvětlit paradoxní jev unáhleně bez analýzy jevu a jeho podmínek. Žáci se snaží najít rychlé řešení zařazením nového jevu do jejich systému vědomostí a dovedností, což obvykle nevede ke správnému výsledku. Tyto poznávací obtíže na straně žáka zosťrují problémovou situaci a vyvolávají motivaci. Tím se paradoxy stávají významnými prostředky pro to, aby si žáci vyplnili mezery ve svých znalostech a cílevědomě je odstraňovali. Obecně si žáci pod touto motivační technikou představují některé chemické experimenty (Trnová, 2012).

Výběr motivačních výukových technik	Procentuální četnost odpovědí
Chemické paradoxy, kouzla a triky	85,25 %
Jednoduché chemické experimenty	83,41 %
Chemický humor	74,19 %
Chemie a život člověka	62,21 %
Problémové chemické úlohy a projekty	15,21 %

Tabulka 3: Výběr motivačních výukových technik

Na základě výsledků tohoto výzkumu lze říci, že žáci od učitelů chemie očekávají použití některých z výše uvedených motivačních technik, jelikož chemie, která žáka nedokáže oslovit, nebude nikdy pochopena, ale naopak teoretická chemie obohacená o praktické ukázky, které mají žákům usnadnit pochopení daného problému anebo je jen motivovat k dalšímu bádání a získávání informací, je vždy pochopitelná a žáky více baví a ze zkušeností ať již vlastních či vypořizovaných v průběhu našeho studia lze usoudit, že žák, který je dobře motivován, bývá mnohdy lepším studentem, než ten, kterého výuka nebaví, čímž se tato teorie potvrzuje.

4 Názorně demonstrační metody výuky chemie

Názorně demonstrační metody zaujímají mezi metodami² využívanými při výuce chemie specifické místo, jsou nezastupitelné a nelze je ve vyučování zanedbat, což vychází například z výše uvedených výzkumů oblíbenosti chemie na školách. Při těchto metodách *jsou předváděny reálné předměty (jevy) přímo nebo zprostředkovaně³ nebo jejich modely či obrazy, v tomto pořadí také klesá emotivní účinnost metody* (Dušek, 2000). Žáci během pozorování těchto metod konají činnost, díky které si snáze zapamatují dané jevy, tuto činnost mohou provádět buď přímo při záměrně prováděném experimentu, nebo také při exkurzích například v chemických podnicích. Jednodušeji řečeno demonstrační metody jsou prováděny proto, aby působili na emoce žáků, kteří si díky vytvořenému zážitku informaci zapamatují s menšími problémy. Dvě nejznámější demonstrační metody jsou demonstrační pokus a pokus žákovský, laboratorní pokusy pak tvoří svojí vlastní kategorii v praktických metodách. *Demonstrační pokus představuje učitel žákům a při tom vysvětluje jeho princip (demonstruje). Demonstračně se provádějí obtížné pokusy, které se nedají přizpůsobit dovednostem, žáků nebo by mohly ohrozit zdraví žáků. Žákovské pokusy jsou prováděny jednotlivými žáky (popřípadě skupinkami žáků) za vedení a pod dohledem učitele* (eluc.kr-olomoucky.cz, nedatováno). Žáci často demonstrační experimenty chápou jako atrakce, které se liší od strohého právě probíraného učiva, je to čas, kdy po nich učitel nic nechce, nemusí nic umět a stačí se „se zaujetím“ dívat na něco, co pedagog právě provádí a doufat, že mu to vybuchne, aby to bylo zábavnější. Avšak

² Např. *Metody verbální, názorně demonstrační a praktické metody* (Dušek, 2000)

³ Prostřednictvím přístrojů

zapůsobí-li učitel správně na emoce žáků, dokáže tak podpořit jejich *intelektuální city, vědychtivost, touhu po poznání, radost a uspokojení a dává zejména šanci těm žákům, kterým neexperimentální přístupy méně vyhovují* (Budiš, Colombo, Plucková, & Šibor, 2004). A právě díky těmto faktům se čas, kdy je prováděn chemický experiment při hodině, jeví jako nejméně stresový a náročný, což má velmi kladné důsledky na učení a celkový klid žáků. Čím efektivnější experiment provádíme, tím větší dopad to na mysl žáků má. Jako příklad rozdílu efektivnosti jednoho experimentu uvedeme přímo chemický pokus z našeho sborníku. Urychlený rozklad peroxidu vodíku při přidání malého množství oxidu manganičitého neboli burelu umí žáka okouzlit, ale také při jeho špatném provedení ho nemusí vůbec zaujmout a přitom právě tento experiment je krásným vysvětlením katalýzy a žáci ho podobný znají z běžného života. Na experimentu si žáci mohou vysvětlit, proč jim peroxid vodíku ve formě desinfekce vyčistí ránu a proč na ráně roztok šumí, ale také bude poznat, při této katalytické reakci je značně urychlen rozklad peroxidu vodíku a zároveň katalyzátor, který pouze snižuje aktivační energii reakce, ale zůstává neporušený, opravdu vychází v nezměněné podobě. A teď již zpátky k danému problému, vezmeme-li již zmíněný 3% roztok peroxidu vodíku (desinfekce) a pokapeme jím hromádku oxidu manganičitého, začnou se tvořit drobné bublinky, které nijak vábně nevypadají, avšak provedeme-li tento experiment s například 30% peroxidem vodíku, vyvolá reakce zvukový efekt ve formě syčení a z hromádky oxidu manganičitého se vyvine bílý kouř, tato reakce je pro žákovo oko a v tomto případě i ucho mnohem poutavější, jelikož vypadá mnohem nebezpečněji a právě díky tomu si žák spíše informace o katalýze, které během experimentu slyší od svého učitelem, zapamatuje. Zajdeme-li však ještě dále, dokážeme experiment vyšperkovat k dokonalosti, při demonstraci tohoto experimentu se nám často vyplácelo, oxid manganičitý nasypat do 25 mililitrové odměrné baňky, která má nízké objemné tělo a dlouhé, tenké hrdlo, přilijeme-li do této odměrné baňky 30% peroxid vodíku, ihned se začne z tenkého krku valit ve vysokém tenkém sloupci bílý kouř, což v pozorovateli evokuje ještě mnohem víc pozitivních emocí. A i tímto směrem jsme se v našem sborníku ubírali, chtěli jsme vytvořit návody k experimentům tak, aby byly co možná nejefektivnější a na žácích zanechávali kladné vzpomínky, díky kterým by se jim snáze jevy, které viděli, zapamatovaly.

5 Laboratorní výuka na základních a středních školách

K výuce chemie vždy nevýslovně patřila laboratorní praxe a to i na základních školách a na středních školách a gymnáziích to pak byla téměř povinnost, jelikož chemie je obor, který se člověk naučí především tím, že jí dělá. Geometrii se přeci také učíme kombinací teorie a praxe, bez kružítko a pravítka by to nebylo ono, stejně tak v chemii, když nevíte, jak se látky chovají

nebo jak vypadají, je mnohem těžší pochopit její zákonitosti, bohužel během výuky se žáci mnohdy nedostanou ke všem látkám (nebezpečnost apod.). Tento řekněme nedostatek mohou hravě vyřešit právě učitelé, kteří jsou oprávněni a vyškoleni k „nebezpečnější“ laboratorní práci. Navíc principy některých chemických experimentů lze pochopit lépe propojením zrakového i sluchového vjemu, který vzniká názornou ukázkou formou přípravy pokusu doprovázené výkladem učitele o postupu a principu daného jevu, což samozřejmě není jen náš názor, ale tento fakt najdete téměř v každé učebnici pedagogiky a didaktiky, tento styl výuky se řídí metodou názorně demonstrační, která je v dnešní době velice oblíbená především díky její efektivitě při výuce nejen chemie, ale i ostatních předmětů. Tato metoda není tak účinná jako metoda praktických činností žáků (laboratorní práce), kdy žáci sami připravují experiment, analyzují ho a vyhodnocují ho, ale správně by výuka měla být kombinací všech metod, tedy od metody slovní přes metodu názorně demonstrační až k metodě praktických činností žáků.

Bohužel nebo spíše naštěstí jsou i učitelé chemie jen lidé a ve 45 minutých vyučovací hodiny nedokáží zahrnout vše, co by chtěli, navíc každá škola má pouze určité množství hodin chemie na rok a také mnoho učiva, které učitel musí v jednom roce zvládnout odučit, a proto může být obtížné zařazovat pravidelněji chemické experimenty, projekty a jiné motivační techniky do výuky. Navíc příprava běžného chemického experimentu stojí mnoho času, který učitel tráví samotnou přípravou, ale také času, který tráví tím, že si o experimentech zjišťuje více informací, aby dobře porozuměl principům reakcí a jevům, tak aby experiment mohl s maximální efektivností prezentovat žákům. Dle výzkumu „pojetí současné školy“, provedené kolektivem: doc. PhDr. Josef Budiš, CSc., Piere Albino Colombo, Mgr. Irena Plucková a Mgr. Jiří Šibor, PhD., při kterém *bylo dotázáno 125 učitelů ze základních škol na otázku: „Uvedte v pořadí závažnosti problémy, které bezprostředně souvisí s vaší výukou na základní škole,“ z odpovědí bylo možno sestavit následující pořadí problémů* (Budiš, Colombo, Plucková, & Šibor, 2004):

- 1. Velké pracovní vytížení učitelů** (114 respondentů)
- 2. ZŠ je předimenzována učivem** (108)
3. Růst nekázně na školách (105 respondentů)
- 4. Nedostatečné materiální zabezpečení výuky** (97)
- 5. Nedostatečný prostor na opakování a fixaci učiva** (96)
- 6. Malý zájem žáků o vzdělání** (85)
7. Nepřiměřené a náročné výukové standardy (80)
8. Vysoký počet žáků ve třídách (73)

9. Příliš teorie a málo praxe (60)

Z tmavě zvýrazněných bodů vyplývají hlavní důvody toho, jak finální verze našeho sborníku vypadá, přesně tyto problémy učitelů bychom naším sborníkem chtěli eliminovat nebo alespoň zmenšit jejich vliv na výuku a tudíž i na oblíbenost chemie u žáků. O těchto skutečnostech se však podrobněji zmiňujeme níže.

6 Tvorba sborníku experimentů

Při tvorbě sborníku experimentů bylo nutné postupovat systematicky po určitých krocích. Samozřejmě v první řadě měla největší váhu samotná myšlenka na vytvoření takové to práce, následně pak rozhodnutí o formě, kterou bude sborník veden, avšak nejdůležitějším krokem bylo samotné zahájení práce, tím je myšleno sepsání seznamu experimentů, podrobné popsání postupů a principů těchto jevů a pořízení důkladné fotodokumentace. Abychom pak zajistili funkčnost veškerých experimentů, bylo nutné každý jednotlivý experiment dle našeho návodu vyzkoušet a popřípadě upravit návod či doplnit tipy a triky pro lepší funkčnost experimentů. V průběhu jsme ověřovali praktickou funkčnost, ať již v rámci veletrhů vědy a techniky, anebo oslovením konkrétních učitelů chemie především ze základních škol.

6.1 Forma sborníku

Počátek tvorby sborníku provázelo mnoho otázek, na které si bylo potřeba odpovědět. Nejprve bylo nutné promyslet, pro koho budeme svojí práci tvořit, jakou formou a co bude obsahovat.

Vzhledem k rychle se měnícím zákonům o nebezpečnosti látek a práci s chemikáliemi jsme se rozhodli necílit sborník na širokou veřejnost, ale konkrétně na osoby pověřené, tudíž na učitele chemie. Od takového učitele se předpokládá, že již překročil 18. rok věku a díky tomu může pracovat s většinou chemikálií na rozdíl od dětí, kterým je ze zákona zakázána jakákoliv manipulace s většinou chemikálií (výjimka pouze pro studenty chemických průmyslových škol, jakožto příprava na budoucí povolání).

V době, kdy výuku provázejí nejnovější technologie, jako výuka na tabletech formou elektronických učebnic nás tato myšlenka velice lákala, avšak vzhledem k tomu, že hlavním uživatelem by měl být učitel, oprostili jsme se od ní, přeci jen učitelé tvoří menší procento v populaci nežli žáci, a proto by bylo zbytečné a příliš pracné zabývat se tvorbou aplikace. Další možností byla webová stránka, avšak tato možnost opět naráží na příliš složitou tvorbu, a tak jsme se rozhodli pro klasickou tištěnou verzi či verzi v PDF.

6.2 Obsah sborníku

Další velice důležitým aspektem naší práce byl její samotný obsah. Bojovali jsme s myšlenkou o sepsání klasických známých experimentů, avšak dospěli jsme k názoru, že chemie ukrývá mnohem zajímavější a méně známé pokusy, které by se mohli zalíbit. Za velice důležité jsme brali to, že bychom chtěli nenuceným způsobem vysvětlit jevy a zákonitosti, které jsou mnohdy těžké pochopit, ale s názornou ukázkou je to jak se říká hračka.

Jedním z faktorů, které jsme považovali za důležité, byla využitelnost experimentů ve výuce chemie, avšak nechtěli jsme, aby pokusy byly pouze naučné, ale také názorné, zajímavé a obecně řečeno účinné. Jinými slovy, chtěli jsme oslovit žáky a zároveň jim předat určité znalosti, tento proces jsme chtěli učitelům, co nejvíce ulehčit, a proto jsme se rozhodli pro styl popsání experimentů, který velice stručně a jasně popisuje veškeré informace, které jsou nutné, aby pedagog připravující experiment věděl, a zároveň zajímavosti a chytře popsané principy, tak aby demonstrátor nemusel příliš přemýšlet nad tím, jak publiku, nebo konkrétněji žákům, předat to, co být předáno má. Konkrétněji se k obsahu sborníku vrátíme níže.

6.3 Ověření funkčnosti a fotodokumentace

Jak již bylo zmíněno, chtěli jsme se vyvarovat problémům ať již s přípravou, provedením nebo dokonce se samotnou funkčností experimentu, jelikož jsme si sami všimli, že při různých propagačních akcích demonstrátorům některé experimenty nevycházeli. Ano, v chemii nevyjde vše se stoprocentní pravděpodobností, ale naším cílem bylo postup posunout na úroveň, při které se možnost úspěchu bude této pravděpodobnosti blížit, čehož lze dosáhnout mnoha způsoby. Každá chemická látka má svou vlastní specifikaci a také se jinak chová, některé látky jsou velice nevyzpytatelné, a když s nimi nepracujete každý den, tak jen velice těžko dokážete vyřešit, když látka nefunguje tak, jak má. Má-li člověk v chemii praxi je mnohem snazší tyto laboratorní problémy řešit, ale z vlastní zkušenosti víme, že někdy se ani chemickými principy nedostaneme k touženému cíli, avšak tím, že jsme každý jednotlivý experiment několikrát vyzkoušeli, abychom zajistili jak jeho dostatečnou efektivitu, bezpečnost tak právě i jeho funkčnost. K experimentům jsme dodali všechny informace, které by u problémovějších pokusů mohly pomoci k zahájení reakce, popřípadě k zefektivnění jevu.

Opakování experimentů jsme využili nejen k ověření funkčnosti experimentů, ale také k pořízení fotografií a videí, o kterých se budeme dále zmiňovat. Hlavním účelem fotografií je samozřejmě jednodušší představa o tom, jak by měl být experiment proveden a jak vypadá jeho průběh. Fotografie by měli přímo korespondovat s okolním textem tak, aby jazykovou výřečnost doplnili o reálnou stránku, která člověku velice pomůže k pochopení textu.

Samozřejmě u experimentů, u kterých je postup snadný, nebylo nutné text prokládat fotografiemi a byly pořízeny fotografie pouze průběhu experimentu (např. fotografie zkumavky s roztokem a fotografie se vzniklou sraženinou na konci experimentu, při provádění srážecích reakcí).

6.4 Analýza reálné funkčnosti sborníku

Již od počátku tvorby tohoto sborníku, jsme experimenty v něm obsažené brali na různé školní propagační akce a na veletrhy vědy, právě při takových to událostech se nejlépe pozná na velmi širokém rozptýlu lidí, kterým věkovým kategoriím se co líbí. Je opravdu velmi velký rozdíl, jestli experiment prezentujete dvouletému dítěti, dvanáctiletému dítěti, dospělému anebo lidem v již pokročilejším věku. Navíc člověk naráží na výrazné zájemce o vědu, které uchvátíte čímkoliv, co jim vysvětlíte a předáte jim tím novou zajímavou informací, ale také i na ty, které to nebaví a jsou na takové akci pouze z donucení ze strany školy, ale i to je věc, kvůli které vědu propagujeme, snažíme se, aby i ti, kteří se chemie bojí, nebo se jim nelíbí, jelikož ve škole je to pro ně příliš složité, objevili tu krásu chemie, která je jim mnohdy ve školách zatajována. Tento fakt, jsme často od dětí z 8. a 9. tříd slyšeli, většinou si stěžovali, že na jejich základních školách, učitelé chemie nedělají experimenty, a že chemie je z úst učitele podávána až nepochopitelně a mnohdy se podívovali nad tím, s jakou lehkostí od nás daný jev k některému z experimentů pochopili. Dále s námi často interagovali učitelé základních škol, s těmi jsme se bavili především o současném pojetí výuky chemie a někteří si stěžovali na málo času při výuce na tvorbu experimentů, tyto rozhovory pro nás měly velmi velký význam, jelikož při tvorbě sborníku se pohled pedagogů velice hodí. Díky poznatkům, které jsme ať již od dětí, jejich rodičů anebo učitelů získali, jsme mohli vytvořit sborník, který by vyhovoval oběma stranám.

Po vytvoření kompletního sborníku experimentů, jsme začali oslovovat některé učitele základních škol. Bohužel zatím nemáme dost zpětných vazeb, abychom mohli vytvářet nějaké závěry. Avšak paní učitelka ze základní školy na Praze 5 nám již poskytla zpětnou vazbu, ze které pro nás plyne moc zajímavých informací. Tato paní učitelka patří k těm pedagogům, kteří rádi výuku o experimenty obohacují. Dle jejích slov, je sborník velice dobře sestaven, je přehledný, srozumitelný a plný velice zajímavých pokusů, avšak experimenty pro základní školu by nabízel pouze demonstrační a to především kvůli tomu, že některé jevy jsou příliš složité, než aby byly vysvětlovány žákům základních škol. Na vyšší stupně vzdělávání je pak sborník naprosto ideální, jelikož koresponduje s výukou chemie středních škol.

V tomto průzkumu budeme nadále pokračovat a sborník upravovat dle potřeb učitelů jak základních tak i středních škol.

6.5 Tvorba youtubového kanálu

Naším záměrem bylo vytvořit práci, která by učitelům chemie výrazně pomáhala při výuce ať již poskytováním nápadů na prezentovatelné experimenty, anebo při umožnění rychlejší přípravy experimentů. Dále jsme chtěli, aby školy, které by využívali našeho sborníku experimentů, nemusely nakupovat obrovské množství chemikálií, které využijí maximálně na jeden experiment ročně, i proto jsme zvolili řazení experimentů dle společného prvku, ve kterých lze použít jednu až dvě hlavní sloučeniny na všechny experimenty, ovšem ne vždy je při výuce dostatek času anebo dostatek chemikálií, a právě kvůli tomuto faktu jsme se rozhodli na stránku youtube.com přispívat videi našich experimentů. Video je mnohonásobně náročnější na přípravu, úpravy a zpracování nežli fotografie, z toho důvodu nahráváme videa na tuto stránku průběžně. Každé video obsahuje kompletní průběh experimentu, ve videu nejsou obsaženy přípravné práce, jelikož smyslem videí je pouze vizuální přenos informací právě o tom jak experiment probíhá a jak vypadá. Jedná se tedy o doplněk k papírovému/elektronickému sborníku experimentů. Avšak u experimentů se sloučeninami chromu se jedná o podstatnou součást, jelikož, jak je uvedeno v našem sborníku, práce s těmito sloučeninami je omezená zákonem a není vhodné v prostředí dětí s nimi pracovat a právě v tomto případě jsou videa zásadní, jelikož experimenty právě s těmito sloučeninami jsou efektivní a didakticky prospěšné a vždy byly nezapomenutelnou součástí hodin chemie, což se v posledních letech bohužel změnilo.

7 Obsah sborníku

Ve sborník jsou obsaženy jak společností známé experimenty (př. sloní pasta z KMnO_4 a H_2O_2), tak i chemické pokusy běžně nezařazované do této kategorie (př. rozpouštění CuCl_2 ve vodě), zároveň všechny experimenty doprovází podrobný postup a princip, díky kterým lze pokus snadno a bez potíží připravit a zároveň celou demonstraci doplnit o tematický výklad. V následujících podkapitolách podrobněji rozvedeme obsah sborníku, ovšem jen zkráceně, pro podrobnější informace o obsahu je nutné nahlédnout do sborníku experimentů, který je k této práci přiložen.

7.1 Bezpečnost práce

Jednou z nejdůležitějších částí naší práce je samozřejmě bezpečnost, bez které se žádná chemická práce neobejde. V této kapitole je stručně popsán způsob jakým smíme či nesmíme pracovat v laboratoři, jaké ochranné pomůcky jsou potřebné. Celý sborník uzavírá přehled










systému GHS⁴, tedy na H, P a doplňkové EUH-věty a také symboly nebezpečnosti. U každého experimentu pak lze nalézt výpis všech bezpečnostních vět a symbolů, avšak pro lepší přehlednost je tento seznam psán zkratkami viz Obr. 1., tyto zkratky je pak snadné rozklíčovat v kapitole Globálně harmonizovaný systém, kde jsou všechny vypsány, viz Obrázek 2. a Obrázek 3., na obrázku č. 3 je zobrazen systém výpis H-vět stejným stylem jsou vypsány i EUH a P-věty.

Postup č. 1 příprava CuCl_2 z CuSO_4

Bezpečnost: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (H: 302, 315, 319, 335, 410; P: 261,270,280,305+351+338, 302+352, 362, 405; GHS07,GHS09), Na_2CO_3 (H: 319; P: 305+351+338; GHS07), HCl (H: 314, 335, 290, P: 261, 280, 305+351+338, 304+340, 310; GHS05, GHS07), CuCl_2 (H: 302, 315, 319, 335, 410; P: 261,270,280,305+351+338, 302+352, 362, 405; GHS07, GHS09)

Obrázek 1. Systém zápisu bezpečnostních vět a symbolů pomocí zkratk

1. Výstražné symboly

GHS01	GHS02	GHS03	GHS04	GHS05	GHS06	GHS07	GHS08	GHS09	
									
GHS01	GHS02	GHS03	GHS04	GHS05	GHS06	GHS07	GHS08	GHS09	
GHS01	Výbušné látky	GHS02	Hořlavé látky	GHS03	Oxidující látky	GHS04	Plyny pod tlakem	GHS05	Korozivní a žíravé látky
GHS06	Toxické látky	GHS07	Dráždivé látky	GHS08	Látky nebezpečné pro zdraví	GHS09	Látky nebezpečné pro životní prostředí		

Obrázek 2. Vyobrazení výstražných symbolů

⁴ Globálně Harmonizovaný Systém klasifikace a označení chemikálií

2. H-věty

H200	Nestabilní výbušnina
H201	Výbušnina, nebezpečí masivního výbuchu
H202	Výbušnina; vážné nebezpečí zasažení částicemi
H203	Výbušnina; nebezpečí požáru, tlakové vlny nebo zasažení částicemi
H204	Nebezpečí požáru nebo zasažení částicemi
H205	Při požáru může způsobit masivní výbuch
H220	Extrémně hořlavý plyn
H221	Hořlavý plyn
H222	Extrémně hořlavý aerosol
H223	Hořlavý aerosol
H224	Extrémně hořlavá kapalina a páry
H225	Vysoce hořlavá kapalina a páry
H226	Hořlavá kapalina a páry
H228	Hořlavá tuhá látka

Obrázek 3. Vyobrazení H-vět

Bohužel v České republice i obecně ve světě se zákony upravující nebezpečnost látek rychle vyvíjí, toho jsme si vědomi a v naší práci jsou vypsány co nejnovější informace o nebezpečnosti látek a možné čtenáře na tento fakt důrazně upozorňujeme.

POZOR!!! Je nutné stále sledovat, rychle se měnící zákony České republiky, které mohou upravovat nebezpečnost látek!

Obrázek 4. Upozornění na měnící se zákony ČR

7.2 Experimenty se sloučeninami mědi

První skupina experimentů využívá především vlastností chloridu měďnatého. Z počátku jsou zde stručně nastíněny informace o mědi a jejích sloučeninách, dále uvádíme dvě možnosti přípravy tohoto chloridu z chemikálií běžně dostupných v laboratořích, jako je pentahydrát síranu měďnatého a kovová měď, poté je tu rozepsána příprava bezvodého chloridu měďnatého, který se využívá v dalších pokusech. Následně přicházejí na řadu samotné experimenty, využívající především pak vlastnosti této sloučeniny tvořit své hydráty, čehož uplatňujeme při důkazu přítomnosti vody v organických sloučeninách (technický líh a technický aceton). Taktéž objasňujeme rozpouštění této sloučeniny ve vodě a to především barevné přechody při přidávání vody k roztoku či krystalické sloučeniny. V této kapitole nezapomínáme ani na analytickou chemii, díky které dokazujeme měďnaté kationty v roztoku pomocí srážecích reakcí. Jsou zde také zahrnuty experimenty s jinými sloučeninami mědi (než dihydrát chloridu měďnatého, který v předchozích experimentech hrál velkou roli) jako například modrá skalice a to konkrétně její dehydrataci a opětovnou hydrataci, následně pak experiment, kterému pracovníci říkáme zářivá měď, ve kterém hlavní roli hraje přímo kovová měď a celou skupinu experimentů uzavírá na první pohled o něco nebezpečnější experiment, jelikož jeho hlavním efektem je vysokoteplotní plamen a to v experimentu reakce oxidu

měďnatého se zinkem, čímž vytvoříme termit. Po všech experimentech je zde i nástin prvního z několika projektů a to krystalizace chloridu měďnatého a modré skalice. Každý návrh projektu obsahuje především informace o časové i materiální náročnosti, princip úlohy neboli teoretický základ k projektu a samozřejmě také návrh toho, jak by projekt mohl být řešen.

7.3 Experimenty se sloučeninami železa

Železo je kov, který zná asi každý z nás, neboť jeho slitina s uhlíkem – ocel má velmi široké použití ve všech možných směrech. My se zde však zaměříme na chemické vlastnosti železa a jeho sloučenin. Věděli jste například, že i železo může hořet? Kromě spalování železa jsme také provedli pokusy se solemi, ve kterých je železo obsaženo. Z těchto solí se dá vyrobit například velmi skutečně vypadající, umělá krev. Dále jsme sepsali pokusy s práškovým železem, pomocí kterého se dá připravit například sulfid železnatý, nebo je ho možné použít na daktyloskopické odhalování otisků prstů. Stejně jako u mědi jsme i sem zařadili srážecí reakce, které mají velký význam v analytické chemii, při kvalitativní analýze železnatých a železitých iontů. Stejně jako u experimentů se sloučeninami mědi je v této skupině experimentů zařazen termit tentokrát z oxidu železitého a hliníku. A na úplný konec této skupiny chemických pokusů budeme stanovovat mezerovitost, ačkoliv zní tento experiment poněkud nepochopitelně, skrývá se za ním odhalování problémů každodenního života, jelikož zkoumá, kolik se určitého materiálu vejde do nějaké nádoby. Tyto výpočty pracují s neideálně vypadajícími předměty jako v našem případě hřebíky, maticemi a práškovým železem, nasypeme-li všechny z těchto předmětů například do púllitrové lahve (každý do jedné), zjistíme, že v každé lahvi budeme mít jiné množství železa, což je způsobeno právě mezerami mezi jednotlivými částicemi, tento experiment by mohl být prospěšný i v jiných školních předmětech, jelikož proniká i do všedního života.

7.4 Experimenty se sloučeninami manganu

Zajímavou skupinou experimentů jsou také pokusy se sloučeninami manganu. V této části jsme se zaměřili na nejrozšířenější a jednu z nejznámějších sloučenin manganu – manganistan draselný. Tato šedofialová krystalická látka, prodávaná také pod názvem hypermangan, se vyznačuje pozoruhodnými chemickými ale i fyzikálními vlastnostmi. Roztok KMnO_4 se při vyšších koncentracích může zdát skoro až černý, avšak čím více se naředí, tím světlejší fialovou barvu může mít. To je také jeden z experimentů, který v naší práci popisujeme, pomocí projektu. V tomto projektu jsou žáci experimentálním způsobem učeni a seznamováni se základními chemickými výpočty, a to především s výpočtem molární a hmotnostní koncentrace, díky kterým si žák lépe dokáže představit, kolik dané látky (KMnO_4)

je obsaženo v rozpouštědle (H_2O). K dalším pokusům patří například sloní zubní pasta, nebo barvy měnicí roztok známý jako chemický chameleon. V neposlední řadě jsme do našeho sborníku zařadili samozápalné směsi, které se dají z manganistanu, díky jeho výborným oxidačním vlastnostem, připravit. A po vzoru předešlých skupin experimentů jsme na závěr zahrnuli další termit v tomto případě vyrobený z oxidu manganičitého neboli burelu a zinku.

Manganistan draselný jakožto chemikálie běžně dostupná v lékárnách a využívaná například při kožních onemocnění je žákům velice blízká, podobě jako například peroxid vodíku anebo cukr, žáci vědí, jak vypadá a velice je zaujme, vidí-li experimenty s látkou, o které už slyšeli popřípadě, kterou již někdy viděli. Oxid manganičitý (Burel) sice není tak známý, ale je velice důležitý v průmyslu a to především díky jeho oxidačním vlastnostem, o čemž se lze ve výše zmíněných experimentech přesvědčit.

7.5 Experimenty se sloučeninami chromu

V prozatím poslední skupině experimentů se věnujeme dvěma nejznámějším experimentům sloučenin chromu, a to takzvaným světluškám a sopce. Sloučeninám chromu se více nevěnujeme především z toho důvodu, že práci s jeho sloučeninami zákon velice omezuje, ale právě tyto dvě velice známé reakce nemůžeme opomenout. Tyto experimenty byly vždy součástí výuky chemie, a proto by byla obrovská škoda, kdyby žáci o tyto experimenty přišli. My jim je dokážeme zprostředkovat alespoň pomocí videí. V našem sborníku jsme se u těchto experimentů omezili pouze na principy těchto pokusů a úplně jsme vynechali postupy a přípravy, jelikož není správné tyto experimenty v blízkosti dětí provádět, stále ale náš sborník nabízí dostatečný popis jevů, fotodokumentaci a na našem youtubovém kanále i několik videí, které jsme i některými přísadami vylepšili, například u sopky z dichromanu amonného jsme umocnili vzhled vybuchující sopky práškovým hořčíkem.

Chrom i jeho sloučeniny jsou velice důležité v průmyslu, a to například při pochromování, bohužel, i když jsou velice prospěšné, dokážou být také velice nebezpečné, jelikož byla prokázána jejich karcinogenita a teratogenita a to především u sloučenin obsahující chrom v oxidačním čísle +VI u chromu v oxidačním stupni +III nejsou tyto následky tak fatální, ale i přes to by se o těchto sloučeninách měli žáci dozvídat a měli by i vědět o jejich toxikologických účincích na lidský organismus, o čemž se také mohou dozvědět z našeho sborníku.

8 Zápisy experimentů

Každá skupina experimentů má svoje uvedení, tím je myšleno stručný popis skupiny experimentů společně s hlavními sloučeninami, se kterými se dále pracuje. V tomto drobném úvodu jsou sepsány základní vlastnosti daných prvků a sloučenin a je v něm popsán i jejich vzhled.

2. Experimenty se sloučeninami železa

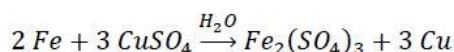
Železo je druhý nejrozšířenější kov na Zemi a jeho využití je velice rozsáhlé. Je to jeden z prvních kovů, které lidstvo začalo využívat pro tvorbu nástrojů a to již v pravěku. V přírodě se železo vyskytuje převážně v minerálech, ze kterých se pak získává ve vysokých pecích. Sloučeniny železa nabývají převážně oxidačních čísel +II a +III, ale existují sloučeniny o oxidačních číslech +IV a +VI. V této sérii experimentů se budeme převážně zabývat železitými (+III) sloučeninami a v některých pokusech využijeme i sloučeniny železnaté (+II).

Obrázek 5. Stručný popis skupiny experimentů

Každý jednotlivý experiment obsahuje princip, postup a pozorovatelný jev či chemický výpočet, zákonitost, která se díky danému experimentu dá vysvětlit. Další částí jsou rady a tipy, které mohou napomoci při přípravě experimentu. Samozřejmě pokud je možná rovnice, je zobrazena i ta.

2.3. Příprava mědi

Při tomto experimentu dochází k vytěsnění mědi z pentahydrátu síranu měďnatého pomocí železa, využíváme během něj Beketovovy řady standardních elektrodoých potenciálů kovů (zkráceně Beketovovy řady kovů). Při tomto experimentu je vytěsněna měď ze své soli působením železa. Železo má elektrodoý potenciál $-0,44$ V, a proto je schopno vytěsnit měď, jejíž elektrodoý potenciál je $+0,159$ V. Obecně lze říct, že kov s nižším elektrodoým potenciálem je schopen vytěsňovat kationty kovů s vyšším elektrodoým potenciálem z roztoků jejich solí.



Postup je velice jednoduchý nejprve si do kádinky připravíme 5-10% roztok pentahydrátu síranu měďnatého. Následně do roztoku vložíme kousky železa (př. hřebíky). Již po krátké době se na hřebících začne vytvářet oranžová až hnědá vrstvička mědi. Později se začnou vytvářet „lupínky“ vyloučené mědi.

Tip: Reakce běží sama o sobě, ale její průběh urychlíte mírným zahřátím roztoku modré skalice, zároveň je dobré když lehce odíráte měď z hřebíků pomocí skleněné tyčinky.

Obrázek 6. Popis experimentu - Příprava mědi

Zároveň v případě nebezpečí v průběhu experimentu, upozorňuje uživatele výstražná věta, která je dostatečně výrazná, aby nedošlo ke zbytečným zraněním.

POZOR!!! Pracujete-li s hořlavými směsmi, dbejte vždy na bezpečnost sebe i lidí ve vašem okolí, držte se striktně návodu a pokus provádějte v digestoři nebo dobře větraných prostorech s nasazeným obličejovým štítem.

Obrázek 7. Výstražná věta o nebezpečnosti experimentu

Dalším důležitým aspektem popisu každého experimentu je fotodokumentace, která jak již bylo mnohokrát řečeno, se snaží být, co možná nejnázornější. Tento fakt je vidět na obrázku č. 8, kde je vyobrazená dekantace

Vzniklý uhlíčan necháme usadit. To zabere poměrně dlouhou dobu. Po usazení sraženiny odlijeme roztok nad sraženinou. Několikrát promyjeme vodou z vodovodu (přibližně 2x) a 3. promytí provedeme destilovanou vodou. (přilijeme ke sraženině vodu, aby byla hladina přibližně v polovině kádinky, zamícháme a necháme opět usadit.) *



Následně musíme provést test na přítomnost síranových aniontů v roztoku nad sraženinou. Ten provedeme tak, že kapátkem odebereme malé množství kapaliny nad CuCO_3 a kápneme ji na hodinové sklíčko. K tomuto roztoku přidáme pár kapek (2-3) roztoku chloridu barnatého, pokud vzniká bílá sraženina síranu barnatého, musíme provést opět dekantaci až do vymizení těchto nežádoucích iontů **. Ve chvíli, kdy vzorek neobsahuje síranové anionty, necháme sraženinu odstát po co nejdelší dobu (10 minut minimálně), aby většina uhlíčitanu měďnatého byla usazena na dně kádinky. Pokusíme

Obrázek 8. Názorné fotografie dekantace

9 Budoucnost

Za posledních několik měsíců se nám podařilo splnit si mnoho cílů, které jsme si stanovili ve školním kole středoškolské odborné činnosti do budoucna, a dokonce jsme započali i další, které bychom chtěli v blízké době dodělat. Podařilo se nám kompletně dokončit první verzi našeho sborníku a také jsme založili kanál na internetové stránce youtube.com, kam se snažíme přispívat našimi videi chemických experimentů, což jak již bylo výše uvedeno, je práce velice zdlouhavá, a proto tyto videa nestále doděláváme, s čímž hodláme i nadále pokračovat. Další náš cíl oslovit pedagogy ze základních a středních škol, abychom zjistili účinnost naší práce, stále trvá, jelikož jsme se s dokončením práce poněkud zdrželi, a proto jsme nemohli pedagogy

oslovit v dostatečném předstihu před termínem odevzdání práce SOČ, avšak část našeho sborníku jsme si otestovali ještě během konce minulého roku, kdy naše školitelka Ing. Zita Valentová a několik jejích kolegyně pořádaly seminář pro učitele chemie na území Masarykovy střední školy chemické, paní profesorka připravovala sborník tohoto semináře, kam jsme přispěli námi zpracovanými experimenty se sloučeninami mědi, zúčastněné paní učitelky měly velice kladné ohlasy a právě i jim jsme náš sborník k ohodnocení a případnému využívání ve výuce, zaslali.

Během našeho studia jsme se seznámili se dvěma bývalými absolventy Masarykovy střední školy chemické, kteří společně vedou firmu PuraLab s.r.o. a oslovili nás s tím, že něco takového, jako děláme my, by potřebovali, jelikož jejich firma se specializuje na čištění technických chemikálií a na prodej chemikálií do škol a jejich myšlenkou také bylo ulehčení práce a ušetření času učitelům chemie při výuce, a to prodejem školám balíčků na určité experimenty, aby školy nemuseli pořizovat například kilové balení chemikálie, kterou jen sotva využijí za několik let, což je i poněkud ekologičtější cesta výuky chemie. O tomto však spolu dále jednáme a pomalu své práce propojujeme a přidáváme další typy experimentů. Na základě této spolupráce bychom také chtěli sborník obohatit o další skupiny experimentů a doplnit o zajímavé experimenty i skupiny, které jsou již vytvořené.

Shrneme-li vše dohromady, do budoucna bychom chtěli rozšířit repertoár experimentů ve sborníku, možná navázat hlubší spolupráci s již zmíněnou firmou PuraLab s.r.o., doplnit videa na náš youtubový kanál a především dostat sborník k učitelům chemie, aby dokázal to co má, ulehčovat jim práci a žáky okouzlit a doufejme, že i něco naučit.

Závěr

Námi vytvořený sborník experimentů splňuje všechny naše vytyčené cíle, je velice dobrou pomůckou pro učitele jak středních tak základních škol. Do dnešních dní jsme zpracovali 4 skupiny experimentů od sloučenin mědi, železa, manganu a chromu. Sborník tedy obsahuje celkově 24 experimentů, avšak některé z nich mají další variace a experimenty se srážecími reakcemi bereme jako 1 celek, tudíž sborník obsahuje velice dobrý základ pro prezentaci chemie a experimentů při výuce nebo na akcích zabývajících se popularizací vědy.

Použitá literatura

Budiš, J., Colombo, P. A., Plucková, I., & Šibor, J. (2004). *Vybrané přednášky a úvahy z obecné didaktiky chemie - 1*. Brno: Masarykova univerzita.

Dušek, B. (2000). *Kapitoly z didaktiky chemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická

Trnová, E. (2012). *Rozvoj dovedností žáků ve výuce chemie se zaměřením na nadané*. Brno: Masarykova univerzita.

Internetové zdroje informací

eluc.kr-olomoucky.cz. (nedatováno). Načteno z ELUC: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2579>

Novinky, ČTK. (2. říjen 2015). *Novinky.cz*. Načteno z Dějepis a přírodopis se u devátáků těší oblibě. Na rozdíl od chemie: <https://www.novinky.cz/veda-skoly/382272-dejepis-a-prirodopis-se-u-devataku-tesi-oblibe-na-rozdil-od-chemie.html>

Zdroje tabulek

Tabulka 1, 2,3: Trnová, E. (2012). *Rozvoj dovedností žáků ve výuce chemie se zaměřením na nadané*. Brno: Masarykova univerzita. (upraveno autory)

Seznam obrázků

Obrázek 1. Systém zápisu bezpečnostních vět a symbolů pomocí zkratek	16
Obrázek 2. Vyobrazení výstražných symbolů.....	16
Obrázek 3. Vyobrazení H-vět.....	17
Obrázek 4. Upozornění na měnící se zákony ČR.....	17
Obrázek 5. Stručný popis skupiny experimentů.....	20
Obrázek 6. Popis experimentu - Příprava mědi.....	20
Obrázek 7. Výstražná věta o nebezpečnosti experimentu.....	21
Obrázek 8. Názorné fotografie dekantace	21

Seznam tabulek

Tabulka 1: Co tě na chemii nejvíce zajímá a láká?	8
Tabulka 2: Co bys nejraději dělal v hodinách chemie?.....	8
Tabulka 3: Výběr motivačních výukových technik	9