

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA CHEMIE

**POKUSY Z ANALYTICKÉ CHEMIE PRO VÝUKU NA
STŘEDNÍ A ZÁKLADNÍ ŠKOLE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Milada Mezníková

*N7504 Učitelství pro střední školy, obory: Učitelství biologie pro střední školy,
Učitelství chemie pro střední školy*

Vedoucí práce: Ing. Jan Hrdlička, Ph.D.

Plzeň 2018

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 30. června 2018

.....
Bc. Milada Mezníková

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych zde poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Hrdličkovi, Ph.D. za jeho rady a čas, který mi věnoval při řešení dané problematiky

zadání

Obsah

Seznam zkratk.....	4
Úvod.....	5
1. Didaktické aspekty experimentální výuky, RVP, ŠVP	6
1.1. Didaktická definice experimentů ve výuce	6
1.2. Rámcový vzdělávací program a školní vzdělávací program.....	7
2. Materiální a administrativní zajištění pokusů.....	16
2.1. Povinné dokumenty a vybavení laboratoře	18
2.2. Povinnosti učitele chemie.....	24
2.3. Značení nebezpečných chemických látek	25
2.4. Látky použitelné při žákovských pokusech	32
3. Analytické pokusy pro výuku.....	33
3.1. Separační metody	33
3.1.1. Měření rychlosti sedimentace	33
3.1.2. Rychlost a účinnost filtrů.....	34
3.1.3. Porovnání pískového a papírového filtru.....	36
3.1.4. Filtrace malého objemu kapalin.....	38
3.1.5. Oddělení směsi oxidu křemičitého, železa a chloridu sodného	39
3.1.6. Adsorpce barviva a filtrace	42
3.1.7. Plavení	44
3.1.8. Oddělení vody a oleje	45
3.1.9. Vytřepávání (extrakce)	46
3.1.10. Chromatografie na papíře – fixy na vodní bázi	48
3.1.11. Chromatografie na křídě – fixy na vodní bázi	50
3.1.12. Chromatografie na křídě – fixy na lihové bázi	51
3.1.13. Chromatografie– přírodní barviva	52
3.1.14. Chromatografie na křídě – chlorofyl	53

3.2. Kvalitativní analýza.....	55
3.2.1. Plamenná zkouška	55
3.2.2. Rozlišení typu vod podle odparku	61
3.2.3. Rozlišení typu vody mýdlovým roztokem.....	63
3.2.4. Důkaz přítomnosti uhličitanu a hydrogenuhličitanu.....	64
3.2.5. Reakce přírodních indikátorů s kyselinou a zásadou.....	66
3.2.6. Kyselé a zásadité potraviny a běžné látky v domácnosti.....	68
3.2.7. Změní se pH pokud přidáme cukr stejně jako chuť?	70
3.2.8. Neutralizace žaludeční kyseliny	71
3.2.9. Důkaz složení uhlovodíků	73
3.2.10. Důkaz hořlavé složky ve víně.....	74
3.2.11. Důkaz škrobu	75
3.2.12. Důkaz škrobu v potravinách	76
3.2.13. Důkaz škrobu – kouzelné písmo.....	77
3.2.14. Důkaz vzniku oxidu uhličitého při kvašení	79
3.2.15. Důkaz funkce amylázy	80
3.3. Kvantitativní analýza.....	81
3.3.1. Kolorimetrie.....	81
3.3.2. Stanovení obsahu hydrogenuhličitanu sodného.....	83
3.3.3. Stanovení tvrdosti vody pomocí mýdlového roztoku.....	85
3.3.4. Spektroskopické stanovení obsahu chininu v toniku.....	86
Závěr.....	89
Resumé	90
Zdroje:	91
Seznam chemikálií	93
Seznam tabulek.....	93
Seznam grafů.....	93

Seznam rovnic	94
Seznam příloh.....	95
Přílohy	I

Seznam zkratk

AF	afektivní výukový cíl
ČSN	česká státní norma
EHC	Environmental Health Criteria
GHS	globální harmonizovaný systém
CHLAS	chemické látky a směsi
IPCS	International Programme on Chemical Safety
KG	kognitivní výukový cíl
NCHLS	nebezpečné chemické látky a směsi
OOPP	osobní ochranné pracovní prostředky
PM	psychomotorický výukový cíl
RVP	rámcový vzdělávací program
SŠ	střední škola
ŠVP	školní vzdělávací program
VIS/UV	viditelné a ultrafialové světlo
ZŠ	základní škola
ZUŠ	základní umělecká škola

Úvod

V letech 2015 až 2017 došlo ke zpřísnění legislativy zabývající se prací s chemickými látkami a prací v laboratoři. Vlivem toho je velmi omezeno použití chemických látek při výuce ve školách, a to hlavně ve školách základních. V této práci se zabývám možnostmi jak experimentální výuku zachovat, v co největším rozsahu, při dodržení všech legislativních norem.

Toto téma jsem si vybrala, protože sama již 6 let učím na základní škole a z vlastní zkušenosti vím, že nedílnou součástí výuky chemie musí být i experimenty prováděné žáky. Hrají ve výuce roli motivace, rozvíjí všechny klíčové kompetence a podporují kritické myšlení žáků.

Primárním cílem této práce bylo nalézt soubor experimentů z analytické chemie, které je možné bezpečně provést se žáky na základní a střední škole. Tomuto tématu se věnuje kapitola 3. Dílčím cílem bylo zpracovat didaktické podklady pro provádění pokusů a zdokumentovat oporu pro experimentální výuku v kurikulárních dokumentech. Na tento cíl je zaměřena kapitola 1. V kapitole 2 se zabývám nutnou administrativou, která je nezbytná pro uchovávání a používání chemických látek. Jsou zde uvedeny také další povinnosti týkající se provádění pokusů.

Při zpracování této diplomové práce jsem používala dostupnou literaturu s návody na školní pokusy, které jsem modifikovala tak, aby odpovídaly současné legislativě. Následně jsem tyto pokusy vyzkoušela se svými žáky při hodinách přírodovědných praktik nebo při přírodovědném kroužku, který vedu.

Součástí práce bylo i dotazníkové šetření na malém vzorku učitelů chemie. Na dotazník odpovídali učitelé s různou délkou praxe a z různých typů škol. Výsledky dotazníkového šetření jsou průběžně uváděny tak, aby doplňovaly text.

1. Didaktické aspekty experimentální výuky, RVP, ŠVP

1.1. Didaktická definice experimentů ve výuce

Provádění pokusů je neodmyslitelnou součástí výuky chemie a dalších přírodních věd. Jedná se o jednu z názorně demonstračních metod, pokud se jedná o demonstrační pokus. V případě pokusu žákovského je to typ metody praktických činností žáků. Pojem metoda vychází z řeckého slova „methodos“, které znamená cestu nebo postup. Z didaktického hlediska máme na mysli vyučovací metodu, jde tedy o způsoby záměrného uspořádání činností učitele a žáka, tak aby společně dosáhli stanovených výukových cílů. Historický vývoj výukových metod je velmi dlouhý. Konkrétně metody názorně demonstrační hojně využíval již Jan Ámos Komenský, učitel národů [1].

Skupina metod názorně demonstračních obsahuje na příklad tyto: pozorování předmětů a jevů, předvádění předmětů, činností, pokusů a modelů, demonstraci statických obrazů a projekci jak statickou tak dynamickou. Všechny tyto metody pomáhají převést abstraktní znalosti do konkrétních zkušeností, přivádí žáky k přímému styku s učební látkou a obohacují jejich představy. V neposlední řadě spojují učivo s reálným životem [1].

Předvádění činností a jevů patří mezi těmito metodami k časově nejnáročnějším. Jsou časově náročné jak na přípravu učitele, tak zaberou velkou část vyučovací hodiny. Jejich význam ale stoupá. Navíc je lze podpořit technickými prostředky a zkušenost tak zprostředkovat i většímu počtu žáků [1].

Důležitou součástí demonstračních metod je plánovitě a cílevědomě pozorování. Proto je potřeba před demonstrací přesně nadefinovat cíl, ke kterému pozorování povede. Toto vede k usnadnění odlišení podstatných a nepodstatných jevů. Během provedení by měl učitel žáky upozorňovat na to, čeho je potřeba si všimat. Nemělo by se jednat o pouhé dívání, žáci by měli aktivně pozorovat a utvářet si závěry o pozorovaných jevech [1].

Kromě poznávací funkce mají demonstrační pokusy také funkci motivační. Měly by prohloubit zájem žáků o probíranou látku, vyvolávají i citové zaujetí. Aby vše fungovalo, je potřeba tyto metody vhodně začlenit do vyučovacího procesu a správně je zkombinovat s ostatními metodami, nejlépe s přímou činností žáků [1].

Laboratorní práce žáků patří mezi metody praktických činností žáků. Používají se v různých předmětech, nejen přírodovědných. Jedná se o metody, které pomáhají žákům osvojit si v praxi nejen nové poznatky, ale rozvíjí i jejich motoriku v práci s jednotlivými předměty [1]. Pro žáky základních škol není v dnešní době jednoduché při titraci otáčet

kohoutkem byrety, sledovat změny v baňce a ještě s ní míchat. Experimenty rozvíjí u žáků schopnost samostatně plánovat práci, uvažovat a pozorovat. Dále se rozvíjí v sociálních dovednostech při spolupráci s ostatními spolužáky (komunikace, tolerance a podobně). Laboratorní práce lze rozdělit dle času na dlouhodobé a krátkodobé a podle didaktické aplikace na ilustrační, aplikační a heuristické [1].

Ilustrační typ utváří představu o již probraném učivu, které žáci znají z výkladu. Aplikační experimenty vedou žáky k praktickému uplatnění znalostí, což vede k ukotvení učiva při jeho opakování a procvičování. Heuristický typ, jinak také problémová úloha, je v současné době velmi podporovaný. Umožňuje žákům pomocí hledání řešení problému si osvojit nové učivo [1].

Výběr metody by měl být podřízen především výukovému cíli hodiny a charakteru obsahu učiva. Výběru musí předcházet didaktická analýza učiva. Vždy je třeba mít na paměti, že stálé opakování jedné metody není efektivní a metoda tak ztrácí na účinnosti. To se týká i motivační role demonstračních a žákovských pokusů. Platí, že metody se ve vyučování prolínají a vzájemně doplňují, nelze je oddělit [1].

1.2. Rámcový vzdělávací program a školní vzdělávací program

Rámcový vzdělávací program a školní vzdělávací program patří mezi kurikulární dokumenty. Tento pojem zahrnuje i další dokumenty týkající se plánování učení a vyučování, na příklad učební plány, tematické plány, učební osnovy, metodické příručky a také učebnice. Teorie kurikulárních dokumentů se vytvořila v evropském prostředí na konci 20. století. Teorie se soustředí především na výukové cíle, které jsou jasně strukturované, jednoduše formulované a definované z pohledu žáka. Dalším znakem kurikulární teorie jsou modelové programy (RVP, ŠVP v našem školství), které definují jednotlivé oblasti vzdělávání včetně jejich obsah, témata a předměty. Tento systém by měl podporovat autonomii učitele. V neposlední řadě je součástí i evaluace, tedy hodnocení výsledků [1].

České kurikulární dokumenty mají několik úrovní. Základem všech je takzvaná Bílá kniha, což je národní program vzdělávání, který doplňuje zákon č. 561/2004 Sb. (školský zákon). Z těchto dokumentů vyplývá rámcový vzdělávací program a z něj pak školní vzdělávací program. Národní vzdělávací program vymezuje školství jako celek, rámcový vzdělávací program definuje rámce pro jednotlivé etapy vzdělávání (předškolní vzdělávání, základní vzdělávání a středoškolské vzdělávání). Školní vzdělávací program

pak na školní úrovni vymezuje konkrétní obsah výuky a vzdělávání na jednotlivých školách. Všechny tyto dokumenty (národní program vzdělávání, rámcový vzdělávací program a školní vzdělávací program) jsou veřejné a volně dostupné odborné i laické veřejnosti [2].

Rámcový vzdělávací program pro jednotlivé etapy vzdělávání obsahuje charakteristiku daného stupně vzdělávání, pojetí a cíle daného stupně, klíčové kompetence, vzdělávací oblasti a průřezová témata.

RVP klade důraz na klíčové kompetence a jejich provázanost se vzdělávacím obsahem, a tím uplatnění získaných vědomostí a dovedností v běžném životě i mimo školu. Jedná o se koncepci celoživotního vzdělávání, učení. Dále definuje očekávanou úroveň vzdělání stanovenou pro jednotlivé etapy. Podporuje pedagogickou autonomii škol a profesní zodpovědnost vyučujících za vzdělávání [2].

Klíčové kompetence jsou pojem, který se v didaktice i v dalších pedagogických vědách, neustále skloňuje. Jedná se o soubor dovedností, postojů, schopností a hodnot, které jsou důležité pro osobnostní rozvoj a uplatnění člověka ve společnosti. Kompetence, které jsou definovány v RVP, vychází z výběru toho, co je všeobecně přijímáno jako důležité pro spokojený a úspěšný život, pro celoživotní učení a pro posilování funkcí občanské společnosti [2].

Cílem vzdělávání je vybavit žáky souborem klíčových kompetencí a to na maximální úrovni, která je pro ně dosažitelná, tím žáky připravit na další vzdělávání a uplatnění ve společnosti. Klíčové kompetence se v průběhu života postupně dotváří, proces jejich osvojení je velmi složitý a dlouhodobý. Proto je potřeba aby k jejich osvojování vedly všechny činnosti a aktivity ve škole a dále k němu musí přispívat veškerý vzdělávací obsah. Klíčové kompetence se navzájem prolínají a mají nepředmětovou vazbu. Zasahují tedy do všech vzdělávacích oblastí a nelze je ze vzdělávání vynechat [2].

Pro základní vzdělávání jsou stanoveny tyto klíčové kompetence: kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, občanské a kompetence pracovní [2]. V rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia je klíčová kompetence pracovní nahrazena kompetencí k podnikavosti [3].

Klíčová kompetence k učení

Klíčová kompetence k učení má u žáka rozvíjet takové schopnosti a postoje, aby si vybíral a využíval efektivní způsoby učení, plánoval, řídil a organizoval vlastní učení

a také projevoval ochotu věnovat se dalšímu vzdělávání. Dále by žák měl vyhledávat a třídít informace, na základě jejich pochopení propojovat jednotlivé znalosti a systematizovat je. Této systematizace by měl aktivně využívat v procesu učení a praktickém životě. Dále se v rámci této kompetence rozvíjí znalost a používání obecně známých a používaných termínů, znaků a symbolů. Své znalosti žák uvádí do souvislostí a propojuje tak znalosti z různých vzdělávacích oblastí a na základě nich si vytváří pohled na matematické, přírodní i sociálně-kulturní jevy. Z hlediska experimentální výuky chemie, kterou se zabývám v této práci, je důležité, aby žák byl v této kompetenci schopen samostatně pozorovat a experimentovat. Výsledky, které takto získá, by měl porovnat, kriticky posoudit a vyvodit z nich závěry. Všechny činnosti v rámci této kompetence by pak měly vést k posílení pozitivního vztahu k učení [2]. Zde hraje důležitou roli i motivační rovina provádění pokusů ve výuce chemie, kdy vytváříme kladný vztah žáků a studentů k tomuto oboru.

Kompetence k řešení problémů

Žák si rozvíjí vnímání nejrůznějších problémových situací ve škole i mimo ni, problém rozpozná a přemýšlí o nesrovnalostech a jeho příčinách. Poté si promyslí a naplánuje způsob řešení tohoto problému, k čemuž využívá vlastní úsudek a zkušenosti. Vyhledává informace, které jsou potřeba k vyřešení problému, využívá získané vědomosti a dovednosti a objevuje tak různé typy řešení. Nenechá se odradit neúspěchem a vytrvale hledá řešení. Problémy řeší samostatně a volí vhodné způsoby řešení, používá při tom logické, empirické a matematické aplikace. Prakticky si ověří správnost řešení a osvědčené postupy pak aplikuje na podobné problémy. Kriticky myslí, činí uvážlivá rozhodnutí, své rozhodnutí je schopen obhájit a uvědomuje si svoji zodpovědnost za výsledky svých rozhodnutí a činů [2]. Při experimentální výuce žáci musí zorganizovat svou práci, a pokud je úloha zadána jako heuristická, podporuje právě rozvoj této kompetence. Navíc při provádění pokusů žáci aplikují své znalosti, aby vyřešili zadaný problém. V praxi si pak hned ověří správnost jejich řešení.

Kompetence komunikativní

Tato kompetence je rozvíjena během praktických činností žáků v několika rovinách. Žáci by měli formulovat a vyjadřovat své myšlenky a názory v logickém sledu, vyjadřovat se výstižně, souvisle a kultivovaně [2], což nacvičují při psaní protokolů o provedeném experimentu. Další částí této kompetence je, že žák rozumí různým typům textu, záznamů a obrazových materiálů. Tato část se rozvíjí při provedení pokusu podle

návodu, kdy žáci musí rozumět danému textu a dodržet určitou posloupnost úkonů, které provádí. Rozvíjí se tak i čtenářská gramotnost. Nedílnou součástí protokolů bývají i různé grafy a schémata, ze kterých žák musí vyčíst různé informace, případně do nich získané informace zaneš.

Kompetence sociální a personální

Tato kompetence se rozvíjí při skupinovém provádění pokusů, což bývá poměrně častá forma, vzhledem k časovým možnostem. Žák by měl účinně spolupracovat ve skupině, podílet se na stanovení pravidel práce a pozitivně ovlivňovat kvalitu společné práce. Dále se podílet na utváření příjemné atmosféry v týmu, být ohleduplný a projevovat úctu při jednání s druhými. Přispívá do debaty a zároveň respektuje názory jiných a různá hlediska. Z těchto debat si odnese zkušenosti a poučení [2].

Kompetence občanské

Kompetence občanské úzce souvisí s kompetencemi sociálními a personálními. Žák respektuje přesvědčení druhých lidí, je schopen se vcítit do situace jiných, uvědomuje si povinnost postavit se proti násilí fyzickému i psychickému. Chová se zodpovědně v krizových situacích i v situacích ohrožujících život a zdraví člověka [2]. Zde se uplatní nutnost proškolení žáků o možných rizicích při práci s chemikáliemi a o poskytnutí první pomoci při zasažení nebezpečnými látkami. Tyto znalosti rozvíjí další oblast této kompetence a to, že žák chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy. Rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví [2].

Kompetence pracovní

Tato kompetence je definována pouze v RVP pro základní vzdělávání, pro experimentální výuku je ale stěžejní. V rámci osvojování této kompetence žák používá bezpečně nástroje, materiál, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti. K výsledkům pracovní činnosti přistupuje zodpovědně z hlediska ochrany svého zdraví a zdraví ostatních a ochrany životního prostředí. Využívá při práci znalosti získané v teoretických částech výuky [2].

Kompetence k podnikavosti

Tato kompetence nahrazuje v RVP pro gymnázia kompetenci pracovní. Je zaměřena na osobní rozvoj v rozhodování a sebehodnocení. Kdy žák na základě svých potřeb, osobních předpokladů a možností rozhoduje o dalším vzdělávání a budoucím zaměření. Usiluje o dosažení stanovených cílů, průběžně reviduje výsledky své činnosti

a koriguje pokračování s ohledem na cíl, dokončuje zahájené aktivity [3]. Tuto kompetenci rozvíjí spíše dlouhodobější laboratorní práce a na příklad středoškolská odborná činnost.

Další částí RVP jsou vzdělávací oblasti. Chemie, spolu s fyzikou, přírodopisem, biologií, zeměpisem, geografii a geologií, je součástí vzdělávací oblasti „člověk a příroda“. Cíle této vzdělávací oblasti jsou na základní škole a gymnáziu velmi podobné, přičemž ty gymnaziální vychází z cílů základní školy a rozvíjí je.

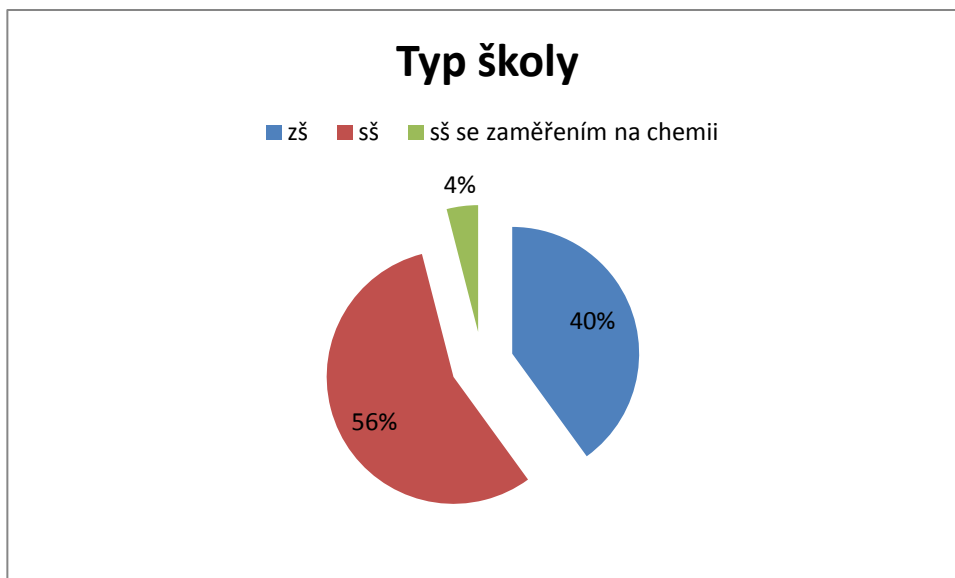
Oblast „člověk a příroda“ se zaměřuje na problémy zkoumání přírody, poskytuje žákům způsoby a metody jak porozumět přírodním zákonům a faktům. Tím jim dává i základ pro lepší pochopení současných technologií a pomáhá jim lépe se orientovat v běžném životě [2].

Důležitou roli hraje provázanost těchto předmětů, která vede k poznání přírody jako systematického celku. A ty vedou k poznání důležitosti udržení přírodní rovnováhy. Dále je zde podporován vývoj otevřeného a kritického myšlení a logického uvažování [2].

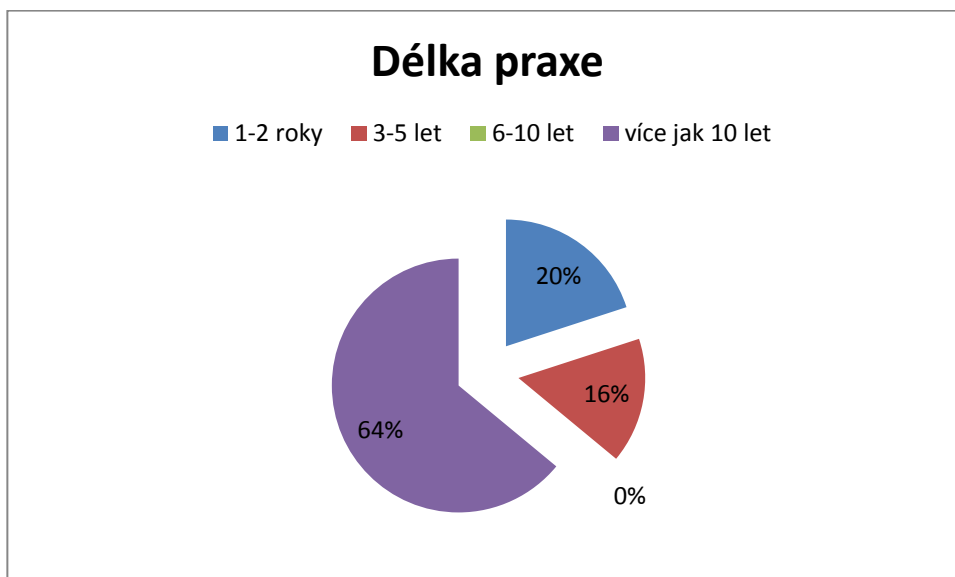
Pro experimentální výuku chemie je v charakteristice této vzdělávací oblasti klíčové, že žáci se mají rozvíjet v dovednostech jako je pozorování, samostatné experimentování a měření. Vytvářet si hypotézy a ty pak v praxi ověřovat a vytvořit si tak závěry o fungování přírodních zákonitostí. Žáci by se měli naučit si klást otázky typu: Proč? Jak? Co se stane, když? [2]. Pokusy tak ve výuce nelze vynechat nebo se snad spoléhat, že žáci budou experimenty provádět v jiných předmětech.

Součástí diplomové práce je i dotazník pro učitele chemie, kde jsem zjišťovala, zda a jak často učitelé provádí demonstrační a žákovské pokusy během výuky chemie a kde spatřují překážky pro experimentální výuku.

Na dotazník odpovědělo celkem 25 učitelů z různých typů škol a s různou délkou učitelské praxe. Jejich rozložení je uvedeno přehledně v grafech. Graf 1 zobrazuje rozložení respondentů podle typů škol, na kterých učí. Graf 2 znázorňuje délku jejich pedagogické praxe.



graf 1: Rozložení respondentů podle typů škol, na kterých učí.

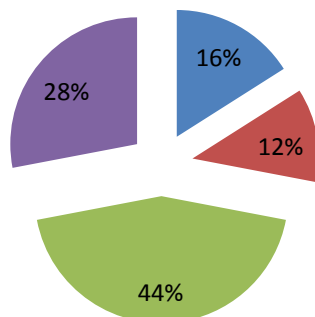


graf 2: Rozložení respondentů z hlediska délky jejich pedagogické praxe.

Z dotazníku vyplývá, že 20% respondentů neprovádí žákovské pokusy a 16% dokonce ani demonstrační experimenty. Graf 3 ukazuje výsledky výzkumu pro provádění demonstračních pokusů a graf 4 pro provádění žákovských pokusů.

Provádění demonstračních pokusů

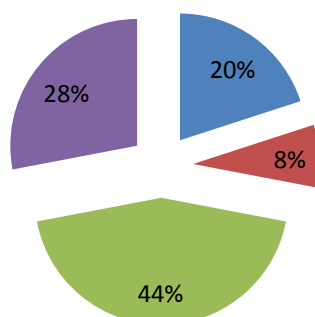
■ ne ■ zřídka (1-2 ročně) ■ občas (dle tématu) ■ pravidelně (1-2 měsíčně)



graf 3: Provádění demonstračních pokusů a jejich četnost.

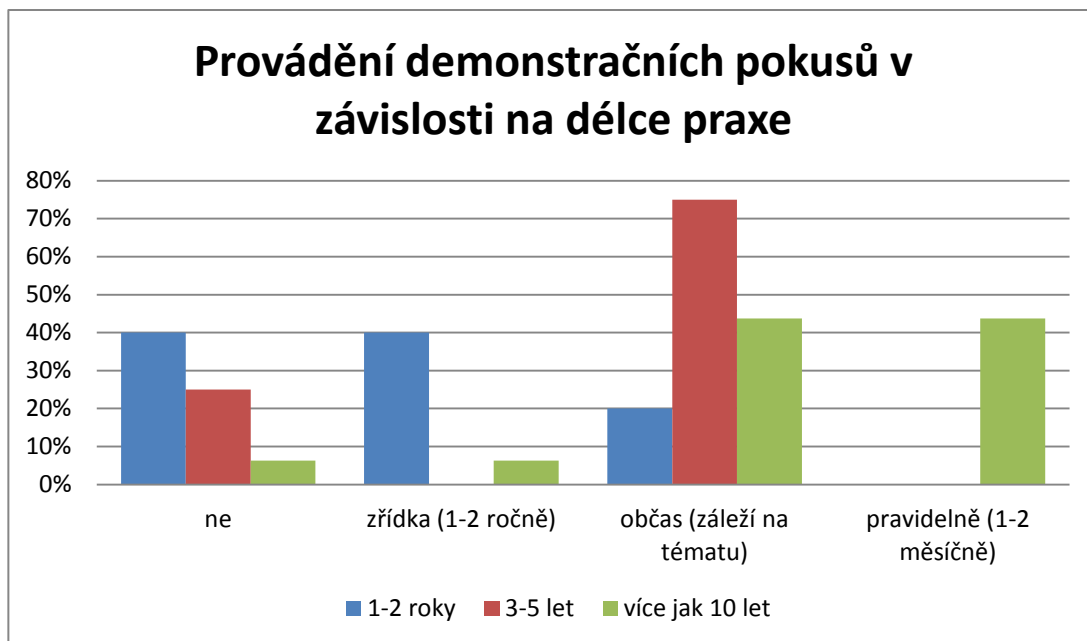
Provádění žákovských pokusů

■ ne ■ zřídka (1-2 ročně) ■ občas (dle tématu) ■ pravidelně (1-2 měsíčně)

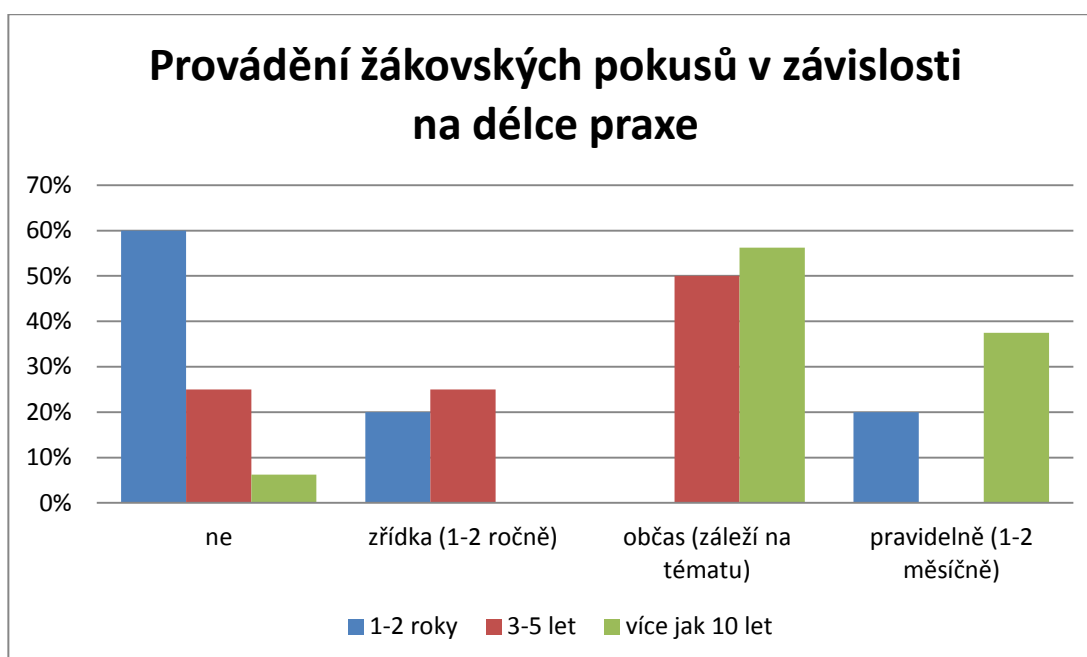


graf 4: Provádění žákovských pokusů a jejich četnost.

Dále jsem vytvořila graf 5, který zobrazuje závislost provádění demonstračních pokusů na délce praxe učitele a stejný graf 6 pro provádění žákovských pokusů. Z grafů vyplývá, že nejčastěji provádí pokusy během výuky učitelé s praxí delší než 10 let. Naopak respondenti s praxí do 2 let provádí pokusy jen málo nebo vůbec.



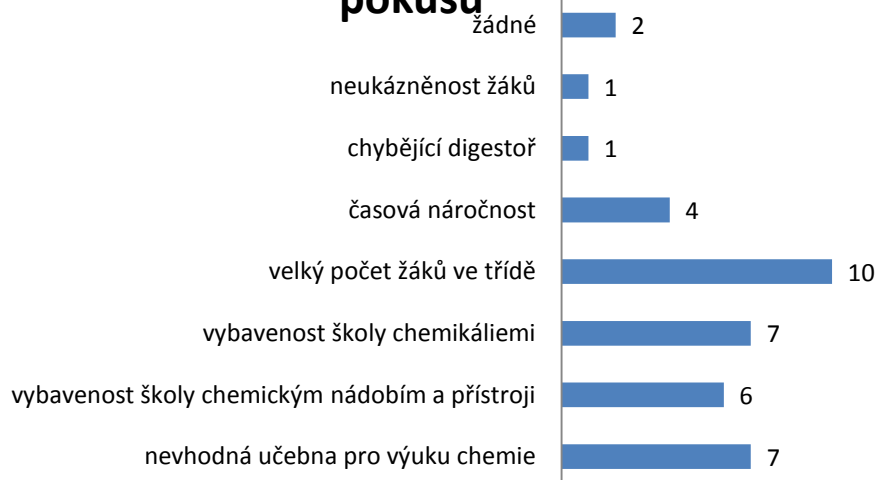
graf 5: Graf závislosti provádění demonstračních pokusů na délce praxe, přepočítáno na procentuální zastoupení v rámci délky praxe.



graf 6: Graf závislosti provádění žákovských pokusů na délce praxe, přepočteno na procentuální zastoupení v rámci délky praxe.

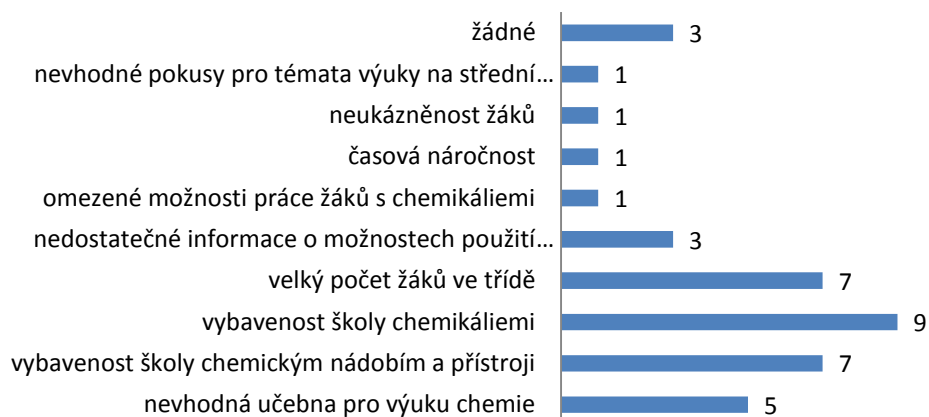
Dále mě zajímalo, kde učitelé spatřují největší překážky pro provádění pokusů ve výuce a co považují za problémy. Velmi často se ukazuje, že problémem je navyšování počtu žáků ve třídě, časová náročnost přípravy na experimentální výuku i vlastního provedení pokusu. Důvody, které učitelé uvádějí, jsou uvedeny v následujících grafech (graf 7 a 8).

Překážky pro provádění demonstračních pokusů



graf 7: Překážky pro provádění demonstračních pokusů ve výuce chemie

Překážky pro provádění žákovských pokusů

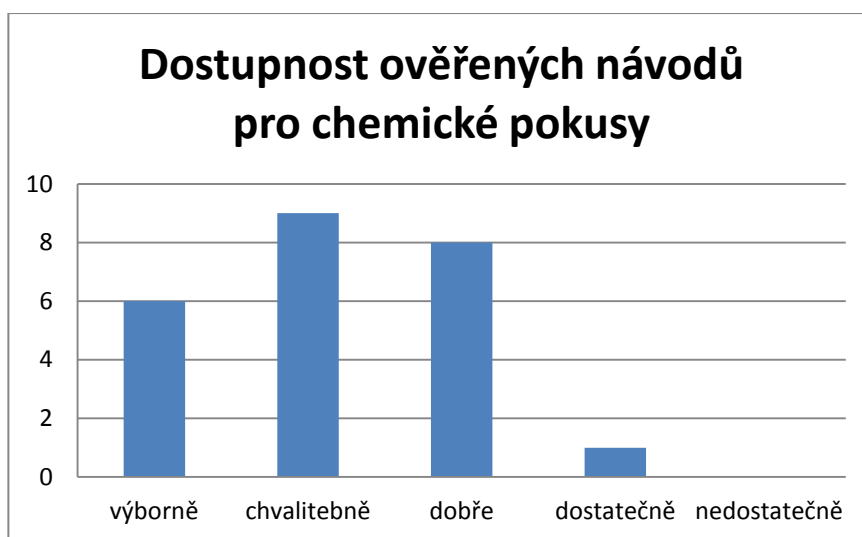


graf 8: Překážky pro provádění žákovských pokusů ve výuce chemie (pole nedostatečné informace o možnostech použití chemikálií)

2. Materiální a administrativní zajištění pokusů

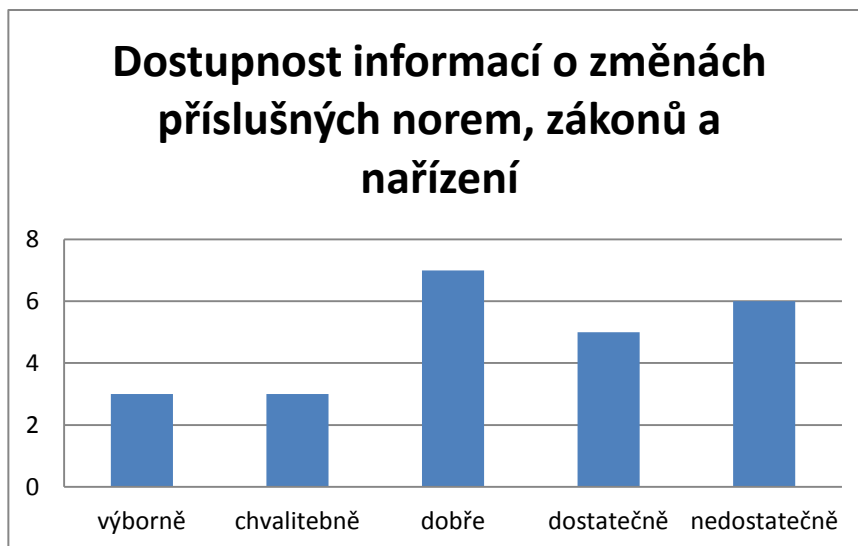
Během zpracování diplomové práce jsem narazila na mnoho povinností, které je potřeba splnit, aby ve škole vůbec mohly být chemikálie. Zajímalo mě, jaké povědomí je mezi učiteli chemie o těchto povinnostech, a přidala jsem tedy otázky týkající se této problematiky do dotazníku o provádění pokusů během výuky. Otázky se týkaly poskytování ochranných osobních pracovních pomůcek (OOPP) a spokojenosti s dostupností informací o povinnostech učitele, možnostech použití chemických látek a dostupnosti ověřených návodů na experimentální výuku. Z výsledků na příklad vyplývá, že na některých školách, přestože provádí žákovské pokusy, neposkytují osobní ochranné pracovní pomůcky a to dokonce ani na základních školách.

Výsledky průzkumu ukazují, že učitelé chemie jsou velmi spokojeni s dostupností návodů na laboratorní práce. Většina dotazovaných hodnotila dostupnost návodů nejhůře známkou 3, tedy dobře. Jeden dotazovaný hodnotil známkou 4, protože je podle něj nedostatek pokusů, které by odpovídaly učivu středních škol. Výsledky této otázky jsou přehledně uspořádány v grafu 9.



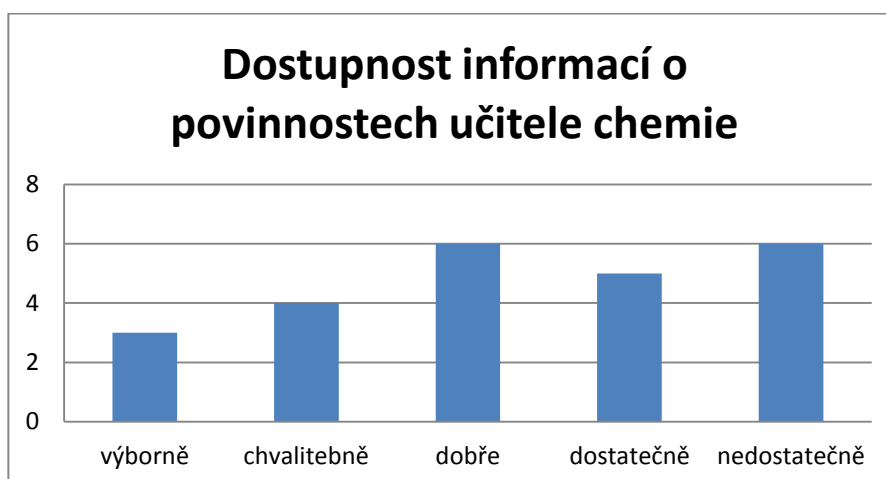
graf 9: Výsledky otázky: Množství a dostupnost ověřených návodů na chemické pokusy považujete za (ohodnoťte jako ve škole)

Další otázkou bylo, zda vyučující chemie považují za dostatečnou dostupnost informací o změnách zákonů, vyhlášek a norem, které se týkají provádění pokusů. Zde jsou výsledky, zde je většina odpovědí v rozmezí známek 3-5 (dobře – nedostatečně). Výsledky uvádím v grafu 10.



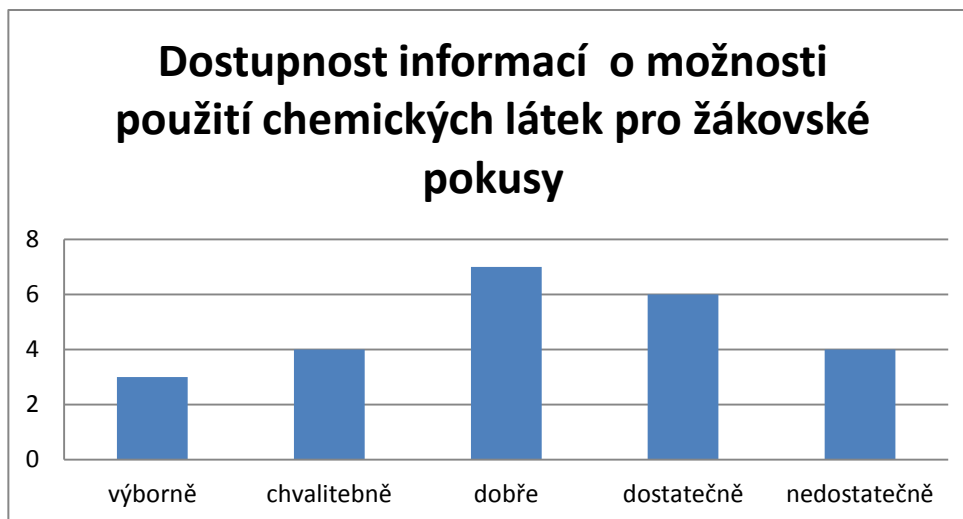
graf 10: Výsledky otázky: Dostupnost informací o změnách příslušných norem, zákonů a nařízení považujete za (ohodnoťte jako ve škole)

Velmi podobné rozložení odpovědí má otázka o dostupnosti informací o povinnostech učitele chemie jako osoby odborně způsobilé. Výsledky jsou uvedeny v grafu 11.



graf 11: Výsledky otázky: Dostupnost informací o povinnostech učitele chemie, jako je vedení knihy jedů, vedení seznamu o chemických látkách i mimo laboratoř, zajištění likvidace nebezpečných odpadů a podobně, považujete za (ohodnoťte jako ve škole)

Odpovědi na hodnocení dostupnosti informací o možnostech použití chemických látek jsou posunuty směrem ke kladnému hodnocení, ve škále výborně až dobře je celkem 14 odpovědí, hodnocení dostatečně až nedostatečně udělilo celkem 10 respondentů. Výsledky uvádím v grafu 12.



graf 12: Výsledky otázky: Dostupnost informací o možnosti použití chemických látek a směsí pro žákovské pokusy považujete za (ohodnoťte jako ve škole)

Na základě těchto výsledků jsem do své diplomové práce zařadila i kapitolu o povinnostech učitele chemie a možnosti využití chemikálií při žákovských pokusech.

2.1. Povinné dokumenty a vybavení laboratoře

Aby mohli žáci ve škole provádět pokusy, musí být splněno několik podmínek, a to že žáci se experimenty připravují na budoucí povolání, práce vykonávají jen výjimečně, experimenty vykonávají vždy pod soustavným odborným dozorem odpovědné osoby respektive osoby odborně způsobilé a je dostatečně zajištěna ochrana zdraví žáků, na příklad organizací práce nebo jinými opatřeními [4].

Dále musí být ve škole splněna celá řada administrativních záležitostí. Musí zde být písemně vypracována a zavedena různá provozně – organizační opatření, mezi které patří vyhodnocení rizik, pravidla pro zacházení s nebezpečnými látkami a směsmi, poučení žáků před zahájením praktické výuky a pravidla pro poskytování osobních ochranných pracovních prostředků. Pak je potřeba mít řádné vybavení školní laboratoře a zajistit odborný dohled. Učitel, který vystuduje učitelský obor se zaměřením na chemii je osoba odborně způsobilá. Provádí – li tedy experimenty s žáky on, je dohled zajištěn. Ze statutu osoby odborně způsobilé ale vyplývá mnoho dalších povinností. Mezi tyto povinnosti patří i zodpovědnost za nakládání s chemickými látkami a směsmi nejen ve školní laboratoři, ale v celé škole včetně mycích a čisticích prostředků [5,6].

Vyhodnocení rizik je dokument, který musí být zpracován na každém pracovišti, tuto povinnost ukládá zákon č. 262/2006 Sb. Zde je uvedeno, že zaměstnavatel je povinen vyhledávat nebezpečné činitele a procesy v pracovním prostředí a podmínkách. U těchto

činitelů je potřeba zjistit zdroje a příčiny a na základě tohoto zjištění vyhodnotit rizika a přijmout příslušná opatření pro předcházení nehod a úrazů. Je-li více jak 25 zaměstnanců, musí tyto pravidla vyhotovit osoba odborně způsobilá v prevenci rizik. U škol je tato podmínka splněna vždy, protože zaměstnavatel je povinen myslet i na bezpečnost osob, které se vyskytují na pracovišti s jeho vědomím, ve školách se to tedy vztahuje na žáky. Tento dokument musí být zpracován písemně [5,7].

Osoba odborně způsobilá, tedy učitel chemie, je pak zodpovědná za vyhotovení pravidel pro zacházení s nebezpečnými látkami a směsmi, pokud není jiná osoba pověřena vypracováním tohoto dokumentu. Povinnost vyplývá ze zákona č. 258/2000 Sb. §44a odstavec 7: *„Právnícká osoba nebo podnikající osoba je povinna vydat pro pracoviště, na němž se nakládá s nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi klasifikovanými jako vysoce toxické, toxické, žíravé, karcinogenní kategorie 1 nebo 2, mutagenní kategorie 1 nebo 2, toxické pro reprodukci 1 nebo 2 a dále s látkami nebo směsmi, které mají přiřazenu kategorii nebo kategorie nebezpečnosti karcinogenita kategorie 1A nebo 1B, mutagenita v zárodečných buňkách kategorie 1A nebo 1B a toxicita pro reprodukci kategorie 1A nebo 1B, písemná pravidla o bezpečnosti, ochraně zdraví a ochraně životního prostředí při práci s nimi. Pravidla musí být volně dostupná zaměstnancům na pracovišti a musí obsahovat informace o nebezpečných vlastnostech látek a směsí uvedených ve větě první, se kterými zaměstnanci nakládají, pokyny pro bezpečnost, ochranu zdraví a ochranu životního prostředí, pokyny pro první pomoc a postup při nehodě. Text pravidel je právnícká osoba nebo podnikající fyzická osoba povinna projednat s orgánem ochrany veřejného zdraví příslušným podle místa činnosti [6].*

V praxi se pravidla vypracovávají pro látky vysoce toxické, toxické, žíravé, označené větou H314, a karcinogenní [5]. Do těchto látek velmi často spadají i čisticí prostředky např. Stura Facile, která se používá na čištění odpadů, je označena větou H314, velmi často se používá i hydroxid sodný nebo krtek se stejným označením.

Pravidla se vypracovávají pro jednotlivá pracoviště, ne pro jednotlivé látky. Měla by stručně seznámit zaměstnance s nebezpečností látky, možných účincích při požití nebo styku s kůží, podmínkami bezpečného zacházení a použití osobních ochranných pracovních prostředků. Dále by zde mělo být uvedeno jak postupovat při drobných únicích a pravidla předlékařské první pomoci při intoxikaci případně při kontaminaci. Musí zde být i uvedeno kde a jak má být látka skladována. Informace pro zpracování nalezneme

v bezpečnostních listech (je potřeba je mít v tištěné podobě pro všechny nebezpečné chemické látky a směsi) pro jednotlivé přípravky, je potřeba je ale přizpůsobit konkrétním podmínkám pracoviště a použití. Pravidla by měla být srozumitelná pro řadové zaměstnance. Podle doporučení krajské hygienické stanice mají pravidla pro bezpečné zacházení s nebezpečnými látkami obsahovat název pracoviště, výčet látek, se kterými se na pracovišti pracuje, pokud jich není mnoho. Další položkou jsou podmínky skladování, stručně popsany způsob použití (např. automatické dávkování do dezinfekčního zařízení bazénu), zásady bezpečné práce včetně použití předepsaných ochranných osobních pracovních prostředků, předlékařská první pomoc, postup při likvidaci úniku a mohou zde být uvedena důležitá telefonní čísla – integrovaný záchranný sbor, toxikologické informační středisko [8]. Pravidla se pak musí projednat s příslušnou hygienickou stanicí [5,6]. Příklad těchto pravidel uvádím v příloze I.

Dále učitel chemie musí písemně vypracovat dokument, jenž bude sloužit k seznámení žáků se zásadami bezpečné práce, s nutným ustrojením a vybavením ochrannými pomůckami a možnými riziky vyplývajícími z nebezpečnosti látek. Pak by zde měli být uvedeny pokyny pro bezpečnou práci se sklem a vyprodukovanými odpady, způsobem použití osobních ochranných pracovních prostředků, postup při úniku látky nebo jiné nehody a v neposlední řadě poskytnutí první pomoci při intoxikaci nebo styku kůže s chemickou látkou [5].

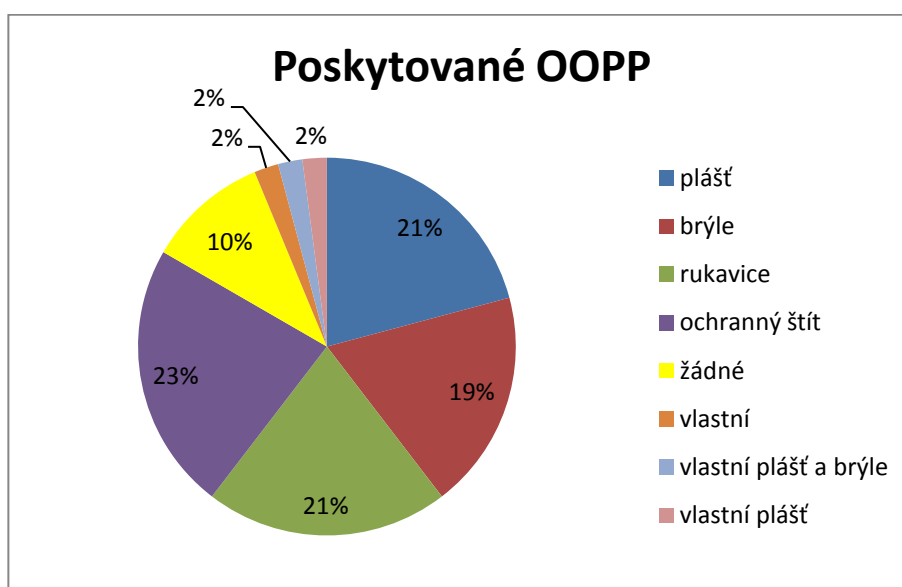
Toto poučení musí být prokazatelně provedeno, to znamená, že o něm musí být záznam alespoň v třídní knize. Lepší varianta je, že kromě zápisu v třídní knize žáci podepíší, že byli seznámeni s bezpečnostními pravidly (zápis o školení). Učitel chemie je pak povinen vyzkoušet, zda byly znalosti správně pochopeny a případné nejasnosti povysvětlit [5].

Před vlastním zahájením práce musí být žákům podrobně vysvětlen postup a musí jim být názorně předvedeno, jak mají postupovat [5,9]. Pak je potřeba přesně vymezit zakázané činnosti [5].

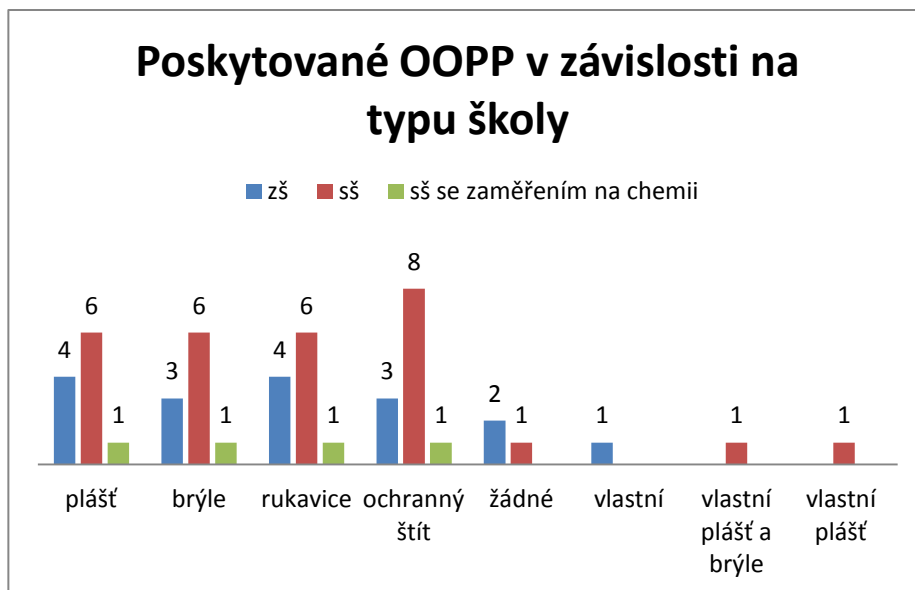
Další povinným dokumentem jsou pravidla pro poskytování osobních ochranných pracovních prostředků. Žáci by měli s chemikáliemi pracovat vždy pouze v předepsaném oděvu a podle povahy látky se kterou pracují, používat i další ochranné pomůcky jako ochranné brýle, rukavice nebo štít. Druh a množství ochranných pomůcek se stanovuje podle pokynů v bezpečnostním listě látek se kterými se v daném experimentu pracuje a přizpůsobí se pracovnímu postupu, případně toto stanoví osoba odborně způsobilá

v prevenci rizik. Ze zákoníku práce č. 262/2006 Sb. musí škola poskytnout žákům veškeré ochranné pomůcky, výjimku mají odborné školy, kde je zapůjčování plášťů z hygienického hlediska nevhodné. Žáci těchto škol si mohou osobní ochranné pracovní prostředky zakoupit sami, ale škola musí přesně stanovit specifikaci, včetně tříd ochrany, které budou odpovídat příslušným normám [5,7].

Zde uvádím výsledky na otázku, jaké ochranné pomůcky poskytujete žákům. První graf ukazuje souhrnné odpovědi o poskytování pomůcek (graf 13), druhý pak přehledně uvádí poskytování osobních ochranných pomůcek podle typů škol (graf 14). Paradoxně se najde základní škola, která neposkytuje osobní ochranné prostředky, přestože uvádí, že žákovské pokusy provádí, a střední škola se zaměřením na chemii, která má výjimku o poskytování osobních ochranných pomůcek, je studentům poskytuje.



graf 13: Výsledky otázky: Žákům během žákovských pokusů poskytujete tyto ochranné pomůcky.



graf 14: Poskytované pomůcky v závislosti na typu škol.

K provádění pokusů by měla sloužit školní laboratoř, což vyplývá z definice, nikde jinde by se experimenty provádět neměly. Laboratoř je místnost, která je vybavena pro odborné nebo vědecké práce. Vybavení laboratoře podléhá několika normám, např. ČSN 01 8003. I školní laboratoř musí obsahovat některé nezbytné vybavení. Patří sem osobní ochranné pracovní prostředky, hasicí přístroje a prostředky, vybavení pro první pomoc, pitnou vodu, asanační a neutralizační prostředky a teoreticky přenosnou svítilnu nebo zde musí být zavedeno nouzové osvětlení [5,10].

V laboratoři pak musí být na viditelném a dobře dostupném místě provozní řád neboli řád laboratoře. Jedná se o vnitřní předpis zaměstnavatele, který musí odpovídat již zmíněné ČSN 01 8003. Měly by v něm být stanoveny podmínky práce, povinnosti zaměstnanců a žáků, a s nimi související příkazy a zákazy. Řád by měl být archivován po dobu 10 let a nesmí být vydáván zpětně [9,10].

Jako příklad laboratorního řádu zde uvádím řád učebny, který jsem sestavila ve škole, kde pracuji. Řád je poněkud specifický, protože ve škole nemáme oddělenou laboratoř od učebny. Vznikla tak odborná učebna, kde se v zadní části provádí pokusy a v přední části jsou rozmístěné lavice, jako v klasické učebně. Hlavní nevýhodu tohoto uspořádání vidím v nedostatku pracovních míst u laboratorních stolů (je jich zde jen 5), což způsobuje značné komplikace při experimentální výuce.

Odborná učebna CHEMIE, č. 43

- O přestávce se zdržuješ u svého místa, nevstupuješ do prostoru učitelského pracoviště.

- Po třídě neběháš, neskáčeš, nesedíš na parapetech a lavicích.
- Neodkládáš své věci na laboratorní stoly.
- Neničíš výzdobu a vybavení učebny, nebereš špendlíky a magnety z nástěnek.
- Nemanipuluješ s žádným zařízením učebny, jako jsou váhy, kahany, el. zásuvky, tabule, počítač, dataprojektor.
- Nemanipuluješ se žaluziemi a roletami bez povolení vyučujícího.
- Nevynášíš žádné pomůcky ven z učebny.
- Před odchodem urovnáš lavice a židle.
- Každé i sebemenší poranění hlásíš vyučujícímu.
- Škody způsobené nedbalostí nebo úmyslně budou nahlášeny rodičům a bude požadována náhrada škody.

Laboratorní řád

- Na práci v laboratoři se připravuješ podle pokynů vyučující.
- Před začátkem práce:
 - se důkladně seznámíš s návodem
 - oblečeš si laboratorní plášť a připravíš si ochranné pomůcky podle pokynů vyučující
 - máš-li dlouhé vlasy, sepneš si je
 - zkontroluješ si všechny pomůcky, závady a poškozené pomůcky okamžitě nahlásíš (i v průběhu práce)
- při práci:
 - nejíš a nepiješ
 - chemikálie neochutnáváš a nepiješ z chemického nádobí
 - přesně dodržíš návod a pokyny vyučující, pokud si nejsi jistý, zeptáš se
 - dbáš nejen o bezpečnost vlastní, ale i o bezpečnost spolužáků
 - udržuješ pořádek na pracovišti
 - pokud něco vyliješ, vysypeš nebo rozbiješ, nahlásíš to vyučující
 - šetříš chemikáliemi, plynem i elektrickou energií
- po práci:
 - umyješ použité nádobí a uklidíš ho do skřínky
 - pracovní místo opustíš až po kontrole, na pokyn vyučující

V Klášterci dne

2.2. Povinnosti učitele chemie

Jak již bylo napsáno dříve, učitel chemie je osoba odborně způsobilá. Vyplývá to z §44b odstavce 1 zákona č. 258/2000 Sb.: „*Za fyzické osoby odborně způsobilé pro nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými směsmi klasifikovanými jako vysoce toxické se považují a) absolventi vysokých škol, kteří 3. získali vysokoškolské vzdělání v oblasti skupiny učitelských oborů se zaměřením na chemii.*“ [6].

Učitel chemie tak má, kromě výuky chemie a dohledem nad žáky, další povinnosti vyplývající z titulu jeho odbornosti, tedy z dosaženého vzdělání. Musí tedy zajistit všechny zákonné povinnosti stanovené pro bezpečné zacházení s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi [5]. Mezi tyto povinnosti patří vypracování pravidel pro nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi (pokud není jiná osoba pověřena ředitelem školy, aby tento dokument vypracovala), zabezpečit řádné nakládání s vysoce toxickými látkami [9]. Jsou – li ve škole přítomny, vést knihu jedů a pravidelně (alespoň jednou měsíčně) zkontrolovat a zapsat skladované množství těchto látek [5]. Provádět pravidelná školení laboratorního personálu (v případě školy jsou to žáci) a dalších osob, které jsou oprávněné zacházet s nebezpečnými látkami a které s těmito látkami zachází [9] (uklízečky, kuchařky, školník, případně vedoucí skladu a ostatní učitelé, zejména učitelé fyziky a přírodopisu nebo biologie). Toto školení by mělo obsahovat informace o nebezpečnosti látek, o bezpečném zacházení s nimi, ochraně zdraví a životního prostředí, stručné informace jak řešit únik těchto látek (vysypání, rozlití) a pravidla první pomoci při kontaktu s těmito látkami (požití, zasažení očí nebo kůže, nadýchání). Dále osoba odborně způsobilá ověřuje plnění podmínek pro bezpečnou práci v laboratoři, kontroluje stav vybavení, a vykonává dohled nad činnostmi, které jsou spojeny s prací s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi (dále NCHLS) [9].

Další povinností osoby odborně způsobilé je nakládání s odpady, které vzniknou při práci s NCHLS [5], zde bych uvedla, že pokud jsou ve škole staré zásoby vysoce toxických látek, je lepší nechat tyto látky zlikvidovat odbornou firmou. Učitel je totiž z titulu svého vzdělání odpovědný nejen za své jednání, ale také za pochybení nebo nedbalost vzniklou při vykonávání svých povinností (řeší zákon č. 89/2012 Sb. § 5, odstavec 1). Z tohoto zákona vyplývá, že učitel chemie nese zodpovědnost za případnou materiální škodu nebo i škodu na zdraví vzniklou v důsledku nehody. Pokud dojde při nehodě ke zranění např. žáka, může toto být podle §147 nebo §148 zákona č. 40/2009 Sb. posuzováno jako trestný čin ublížení (nebo těžké ublížení) na zdraví z nedbalosti. Za takto

kvalifikovaný čin může osoba, v důsledku jejíž nedbalosti nebo zanedbáním jejích povinností, které souvisejí s výkonem jejího povolání, dostat trest odnětí svobody na 6 měsíců až 4 roky, případně peněžitý trest. Pokud by se zranilo více osob a bylo by to v důsledku hrubého porušení předpisů o bezpečnosti práce, může být trest dokonce v délce 2 až 8 let [5].

2.3. Značení nebezpečných chemických látek

Jak již bylo napsáno výše, žáci musí být seznámeni s bezpečným zacházením s nebezpečnými látkami, proto je potřeba, aby znali značení těchto látek. Zde je přesah i do běžného života, protože mimo školní laboratoř se s těmito látkami jistě potkají. Látky jsou nyní jednotně značeny pomocí Globálního harmonizovaného systému – GHS (v tuto chvíli tak musí být označeny i staré zásoby látek ve škole). Cílem seznámení není, aby žáci uměli definice jednotlivých typů nebezpečnosti, ale jak se chovat, když s látkou manipulují a pokud dojde k ohrožení zdraví, jak poskytnout první pomoc. Dále uvedu význam jednotlivých značek a u nejběžněji se vyskytujících typů obecné zásady první pomoci a manipulace s těmito látkami. Piktogramy pro značení dle GHS jsou uvedeny v příloze II.

Látky výbušné

Nařízení Evropské rady a parlamentu uvádí tuto definici výbušných látek: „*Výbušnou látkou nebo směsí se rozumí tuhá nebo kapalná látka či směs látek, která je sama o sobě schopna chemickou reakcí vytvořit plyn takové teploty a tlaku a takové rychlosti, které mohou poškodit okolí. Tato definice zahrnuje pyrotechnické látky, i když nevyvíjejí plyny.*“ [11].

Látky hořlavé

Nařízení č. 1272/2008 Evropského parlamentu definuje několik typů hořlavých látek, které se ale značí stejnou značkou GHS. Jako první uvádí definici hořlavých plynů: „*Hořlavým plynem se rozumí plyn nebo plynná směs, který má se vzduchem rozmezí hořlavosti při teplotě 20 °C a standardním tlaku 101,3 kPa*“ [11]. Definice hořlavé kapaliny je stejně jako u plynu založena na teplotě vzplanutí: „*Hořlavou kapalinou se rozumí kapalina s bodem vzplanutí nejvýše 60 °C* [11]. Dále je v nařízení definována hořlavá tuhá látka: „*Hořlavou tuhou látkou se rozumí tuhá látka, která se snadno zapaluje nebo může způsobit požár či k němu přispět třením*“ [11]. Zde je potřeba nedefinovat i pojem látka, která se snadno zapaluje, i zde je definice uvedena: „*Snadno zápalnou tuhou látkou se rozumí látka nebo směs ve formě prášku, granulí nebo pasty, která je nebezpečná, jestliže*

se může snadno vznítit při krátkém styku se zdrojem zapálení, například hořící zápalkou, a pokud se plamen šíří rychle“ [11]. Nařízení Evropského parlamentu také definuje samozápalné látky a to, takto: „Samozápalnou tuhou látkou se rozumí tuhá látka nebo směs, která se při styku se vzduchem i v malých množstvích zapálí do pěti minut“ [11].

Při práci s hořlavými látkami je potřeba dodržet několik základních pravidel jako na příklad eliminovat zdroje zapálení (nekouřit) a používat co nejmenší potřebné množství. Hořlaviny se vždy skladují v suchu a chladu v dobře větratelných prostorech. Látky se musí uchovávat v původních nepoškozených nádobách a ty vždy uzavírat. Při manipulaci je nutné používat osobní ochranné pracovní pomůcky. Dále je potřeba se seznámit s bezpečnostním listem, konkrétními pravidly co dělat pokud dojde k požáru, úniku a podobně [12].

Látky oxidující

Stejně jako u látek hořlavých, jsou v nařízení Evropského parlamentu a rady č. 1272/2008 definovány postupně oxidující plyny, kapaliny a tuhé látky. Oxidující plyny jsou definovány takto: „Oxidujícím plynem se rozumí plyn nebo plynná směs, které mohou obecně poskytováním kyslíku způsobit nebo podpořit hoření jiných látek účinněji než vzduch“ [11]. Definice oxidujících kapalin zní: „Oxidující kapalinou“ se rozumí látka nebo směs, která ačkoli sama není nutně vznětlivá, může obecně poskytováním kyslíku způsobit nebo podpořit hoření jiných látek“ [11]. „Oxidující tuhou látkou se rozumí tuhá látka nebo směs, která ačkoli sama není nutně vznětlivá, může obecně poskytováním kyslíku způsobit nebo podpořit hoření jiných látek“ [11]. Takto zní definice oxidujících tuhých látek.

Látky žíravé

Značka pro látky žíravé je používána pro více typů látek, první z nich jsou látky žíravé pro kůži, ty jsou definovány takto: „Žíravostí pro kůži se rozumí vyvolání nevratného poškození kůže, totiž viditelné nekrózy pokožky zasahující do šráry, po působení zkoušené látky po dobu až 4 hodin. Pro žíravost jsou typické vředy, krvácení, krvavé strupy a na konci 14-denního pozorování změna zbarvení v důsledku zblednutí kůže, místa postižená alopecií a jizvy. K posouzení podezřelých lézí se uváží histopatologie“ [11].

Stejnou značkou jako látky žíravé se označují látky dráždivé pro kůži, které jsou definovány pomocí dráždivosti: „*Dráždivostí pro kůži se rozumí vyvolání vratného poškození kůže po působení zkoušené látky po dobu až 4 hodin*“ [11].

Další látky označené tímto symbolem jsou látky, které způsobují vážné poškození očí nebo jejich podráždění. Definice látek způsobujících vážné poškození očí zní takto: „*Vážným poškozením očí se rozumí vyvolání poškození oční tkáně nebo zhoršení vidění po aplikaci zkoušené látky na povrch oka, které není plně vratné do 21 dnů po aplikaci*“ [11]. A pro látky, které mohou podráždit oči: „*Podrážděním očí se rozumí vyvolání změn v oku po aplikaci zkoušené látky na povrch oka, které jsou plně vratné do 21 dnů po aplikaci*“ [11].

Při používání je zapotřebí používat osobních ochranných pomůcek – ochranný oděv, brýle nebo obličejový štít, rukavice, aby se zabránilo styku látky s kůží případně zasažení oka.

První pomoc:

- při nadýchání
 - dopravit postiženého na čerstvý vzduch, vždy ale s ohledem na svou bezpečnost
 - vypláchnout ústa a nos vodou
 - pokud je potřísněn oděv, je potřeba ho odstranit
 - zajistit postiženého proti prochladnutí
 - podle potřeby zavolat záchrannou službu nebo zajistit lékařské ošetření
- při zasažení očí
 - ihned vypláchnout oči proudem vody, víčka otevřít i násilím, vyjmout kontaktní čočky
 - výplach provádět 10-30 minut, vždy od vnitřního koutku směrem k vnějšímu, aby nebylo zasaženo druhé oko
 - podle situace volat záchrannou službu
 - odborné lékařské ošetření zajistit vždy
- při styku s kůží
 - ihned svléknout zasažený oděv, před mytím nebo v průběhu mytí sundat náramky, prstýnky a podobně
 - postižená místa opláchnout proudem vody, nepoužívat kartáč a mýdlo
 - oplachovat 10 - 30 minut
 - poleptané části kůže sterilně překryjte

- dle situace volat záchrannou službu nebo zajistit lékařské ošetření
- při požití
 - nevyvolávejte zvracení
 - okamžitě vypláchněte dutinu ústní vlažnou vodou, dát vypít větší množství vody ale k pití nenutit
 - nepodávat žádné jídlo
 - podle situace volat záchrannou službu nebo zajistit co nejrychlejší lékařské ošetření [13]

Látky toxické

Znak pro toxické látky se vysvětluje jako látky akutně toxické. Definice akutní toxicity zní: „*Akutní toxicitou se rozumějí nepříznivé účinky, k nimž dojde po orální nebo dermální aplikaci jedné dávky látky nebo směsi či vícenásobných dávek podaných během 24 hodin nebo po inhalační expozici po dobu 4 hodin*“ [11].

První pomoc:

- při nadýchání
 - okamžitě přerušit expozici, dopravit postiženého na čerstvý vzduch, je potřeba odstranit kontaminovaný oděv
 - zajistit postiženého před prochlazením
 - podle situace zavolat záchrannou službu
 - vždy zajistit lékařské ošetření
- při styku s kůží
 - vysvléct potřísněný oděv
 - omýt postižené místo velkým množstvím vody
 - pokud nedošlo k poškození kůže lze použít mýdlo, mýdlový roztok případně šampon
 - podle situace volat záchrannou službu
 - vždy zajistit lékařské ošetření
- při zasažení oka
 - ihned oko vypláchnout, otevřít víčko i násilím, vyndat kontaktní čočky
 - oko vyplachovat alespoň 10 minut
 - volat záchrannou službu
- při požití
 - vyvolat zvracení

- nedávat pít
- podat 10 -20 rozdrcených tablet živočišného uhlí
- volat záchrannou službu
- v případě nejasností lze kontaktovat Toxikologické informační středisko tel: 224 919 293, 224 945 402 [14]

Látky dráždivé, karcinogenní

Znakem pro látky dráždivé se označují obecně látky, které mohou způsobit poškození zdraví. Patří sem například látky dráždivé pro dýchací cesty a dráždivé pro kůži, které jsou definovány tímto způsobem: „*Látkou senzibilizující dýchací cesty*“ se rozumí látka, která po vdechování vyvolává přecitlivělost dýchacích cest. *Látkou senzibilizující kůži*“ se rozumí látka, která po styku s kůží vyvolává alergickou odpověď“ [11].

Dále sem patří látky karcinogenní, které vyhláška Evropské rady a parlamentu č. 1272/2008 definuje pojmem karcinogen takto: „*Karcinogenem se rozumí látka nebo směs látek, které vyvolávají rakovinu nebo její větší výskyt. Látky, které vyvolaly benigní a maligní nádory v dobře provedených experimentálních studiích na zvířatech, se rovněž pokládají za látky, o nichž se předpokládá nebo u nichž existuje podezření, že jsou lidským karcinogenem, pokud neexistují přesvědčivé důkazy, že mechanismus tvorby nádoru není pro člověka relevantní*“ [11].

Další skupinou látek s touto značkou jsou látky toxické pro reprodukci, zákonná definice zní: „*Toxicita pro reprodukci zahrnuje nepříznivé účinky na sexuální funkci a plodnost u dospělých mužů a žen, jakož i vývojovou toxicitu u potomstva. Níže uvedené definice jsou upravené definice dohodnuté jako pracovní definice v dokumentu IPCS/EHC č. 225, Zásady hodnocení zdravotních rizik pro reprodukci spojených s expozicí chemickým látkám (Principles for Evaluating Health Risks to Reproduction Associated with Exposure to Chemicals). Pro účely klasifikace s prokázanými geneticky podmíněnými dědičnými účinky na potomstvo zabývá oddíl „Mutagenita v zárodečných buňkách“ (oddíl 3.5), jelikož v nynějším systému klasifikace se považuje za vhodnější zabývat se těmito účinky v rámci samostatné třídy nebezpečnosti týkající se mutagenity v zárodečných buňkách*“ [11].

„*Toxicitou pro specifické cílové orgány (po jednorázové expozici)*“ se rozumí specifická, neletální toxicita pro cílové orgány vyplývající z jednorázové expozice látky nebo směsi. Zahrnuty jsou všechny závažné účinky na zdraví, které mohou poškodit funkci, a to vratné i nevratné, okamžité nebo opožděné“ [11]. Kromě takto definovaných látek,

kteře jsou toxické po jednorázové expozici, patří do této skupiny i látky toxické pro specifické orgány po opakované expozici, ty jsou definovány podobně: „*Toxicitou pro cílové orgány (po opakované expozici)*“ se rozumí specifická toxicita pro cílové orgány vyplývající z opakované expozice látky nebo směsi. Zahrnuty jsou všechny závažné účinky na zdraví, které mohou poškodit funkci, a to vratné i nevratné, okamžité nebo opožděné“ [11].

Další významnou skupinou látek řadící se mezi látky označené tímto symbolem GHS jsou látky nebezpečné při vdechnutí, nejdříve je v nařízení definováno vdechnutí a na základě toho je pak definována nebezpečnost těchto látek: „*Vdechnutím se rozumí vniknutí kapaliny nebo tuhé látky či směsi do průdušnice a dolních cest dýchacích přímo ústní nebo nosní dutinou nebo nepřímo při dávení. Toxicita při vdechnutí zahrnuje vážné akutní účinky, například chemickou pneumonii, různé stupně poškození plic nebo smrt po vdechnutí. Vdechnutí začíná v okamžiku nádechu, v době potřebné pro jedno nadechnutí, jelikož daný materiál se usazuje v místě křížení horních dýchacích cest a zažívacího ústrojí v laryngofaryngeální oblasti*“ [11].

Při práci s nimi používáme všechny dostupné ochranné prostředky a přizpůsobíme jejich použití informacím v bezpečnostním listu. Především jsou to rukavice a ochranný oděv, abychom zabránili styku s kůží, v případě i rouška, jedná-li se o látky těkavé nebo dráždivé pro dýchací cesty.

První pomoc

- při nadýchání
 - okamžitě přerušete expozici, dopravte postiženého na čerstvý vzduch
 - zajistěte postiženého proti prochladnutí
 - pokud přetrvává dušnost nebo jiné příznaky zajistit lékařské ošetření
- při styku s kůží
 - odstraňte kontaminovaný oděv
 - omyjte postižené místo velkým množstvím vody
 - pokud nedošlo k poškození kůže, lze použít mýdlo nebo mýdlový roztok
 - pokud přetrvává podráždění kůže zajistit lékařské ošetření
- při zasažení oka
 - ihned vypláchnout proudem vody, víčka otevřít i násilím, vyjmout kontaktní čočky
 - vyplachovat minimálně 10 minut

- zajistit lékařské ošetření
- po požití
 - nevyvolávejte zvracení
 - podejte živočišné uhlí
 - u osoby bez příznaků kontaktujete toxikologické informační středisko
 - u osoby se zdravotními obtížemi zajistíte lékařské ošetření [15,16]

Látky nebezpečné pro vodní prostředí

Definice těchto látek je poměrně rozsáhlá, protože je potřeba nadefinovat některé dílčí pojmy: „*Akutní toxicitou pro vodní prostředí se rozumí vnitřní vlastnost látky být nebezpečnou pro organismus po krátkodobé expozici této látky.*

Dostupností látky se rozumí to, nakolik se tato látka stává rozpustnou nebo rozptýlenou. U kovů se dostupností rozumí to, nakolik se část kovových iontů kovové sloučeniny (M_o) může oddělit od zbytku sloučeniny (molekuly).

Biodostupností (nebo biologickou dostupností) se rozumí to, nakolik je látka absorbována organismem a distribuována do určité oblasti v organismu. To závisí na fyzikálně-chemických vlastnostech látky, anatomii a fyziologii organismu, farmakokinetice a cestě expozice. Dostupnost není podmínkou biodostupnosti.

Bioakumulací se rozumí čistý výsledek absorpce, transformace a vyloučení látky u organismu, a to s ohledem na všechny cesty expozice (např. vzduchem, vodou, sedimenty/půdou a potravou).

Biokoncentrací se rozumí čistý výsledek absorpce, transformace a vyloučení látky u organismu v důsledku expozice prostřednictvím vody.

Chronickou toxicitou pro vodní prostředí se rozumí vnitřní schopnost látky vyvolat nepříznivé účinky na vodní organismy během expozic, které jsou určeny životním cyklem organismu.

Rozložitelností se rozumí rozklad organických molekul na menší molekuly a nakonec na oxid uhličitý, vodu a soli“ [11].

Tyto látky se stávají ve školách komplikací při likvidaci odpadů. Takto je ale označeno i savo.

2.4. Látky použitelné při žákovských pokusech

Pro žáky základních škol jsou pravidla pro zacházení s chemickými látkami velmi striktní. Žáci do 15 let mohou pracovat pouze s *potravinami nebo běžně dostupnými přípravky, jejichž používání nebo prodej není nijak omezen* [5,9]. Dále mohou pracovat s výrobky, které nebezpečnou látku obsahují ve směsi, ale nejsou považovány za nebezpečné a může s nimi přijít do styku široká veřejnost. V praxi se jedná o kyselinu citronovou, citronovou šťávu, ocet, potravinářské oleje, cukr, sůl, soda a prášek do pečiva, škrob. Nově nesmí žáci mladší 15 let pracovat s vysoce a extrémně hořlavými látkami (nesmí se používat lihové kahany) a látkami senzibilujícími [5].

Na středních školách je důležitý věk studentů. Mladiství žáci, tedy studenti od 15 do 18 let mohou pracovat s NCHLS pouze pod soustavným dohledem odpovědné osoby. S vysoce toxickými látkami, s látkami s akutní toxicitou 1 a 2, specifickou toxicitou pro cílové orgány po jednorázové nebo opakované expozici kategorie 1 mohou pracovat po prokazatelném proškolení učitelem chemie (osobou odborně způsobilou) a pod jeho soustavným dohledem (podmínky upravuje vyhláška č. 180/2015 Sb.) [5].

Studenti středních škol starší 18 let a studenti škol vysokých mohou v laboratoři pracovat i s látkami nebezpečnými a to po prokazatelném proškolení osobou odborně způsobilou [9].

3. Analytické pokusy pro výuku

3.1. Separční metody

Většina látek se v přírodě vyskytuje ve směsích. Pokud chceme získat chemicky čisté látky, je potřeba jednotlivé složky směsí od sebe oddělit. Rozdělení látek probíhá na základě rozdílných fyzikálních nebo chemických vlastností [17].

Separční metody jsou jednou ze skupin instrumentálních metod a mají velké uplatnění v analytické chemii. Proces analýzy látek vždy začíná separací jednotlivých složek, teprve poté lze jednotlivé složky určovat [18].

Příkladem jednoduchých separčních metod je usazování, filtrace, destilace a krystalizace. Dalším způsobem je například chromatografie, kterou lze provést v jednoduchém provedení na křídě nebo papíru, ale také se složitým přístrojovým vybavením (např. plynová chromatografie) [17].

3.1.1. Měření rychlosti sedimentace

Jsou – li ve směsi vzájemně nerozpuštěné složky. Můžeme je oddělit na základě rozdílu hustot usazováním neboli sedimentací [19]. Jedná se o nejjednodušší metodu oddělování [17]. V praxi se usazování používá například při přípravě pitné vody ve vodárnách. Sedimentace se používá i při zpracování ropy, ropa se takto oddělí od vody a písku. V domácnosti se setkáme s usazováním třeba při přípravě turecké kávy, po zalití vodou se vyluhují látky zodpovědné za chuť kávy a mletá zrnka se usadí na dně hrnečku [19]. V přírodě se usazování podílí na vzniku sedimentárních hornin jako je třeba pískovec.

Sedimentace je zdlouhavý proces, který lze použít jen hrubých suspenzí. Pro usazování jemných částic lze použít odstředování [19–21]. Odstředování využívá účinku odstředivé síly při rotaci, zařízení na kterém se tato metoda provádí se jmenuje centrifuga. Odstředování se používá např. v biochemii k oddělení bílkovin z roztoku.

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - oddělování složek směsí
- SŠ: obecná chemie
 - soustavy látek a jejich složení

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní

- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip usazování. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití sedimentace v praxi. (KG)
- Žák měří čas. (PM)

Informace k provedení:

- křída sedimentuje velmi pomalu
- rychlejší sedimentace lze dosáhnout živočišným uhlím
- lze použít oboje, do části skupin dát křidu a do části živočišné uhlí
- foto příloha III

Pomůcky: vysoká zkumavka, držák, pravítko, třecí miska s tloučkem, lžička, kádinka

Chemikálie: křída nebo živočišné uhlí

Postup:

Ulomte kus křídly a rozetřete ho v třecí misce na prášek, pomocí lžičky přemístěte prášek z křídly do kádinky s vodou (cca 50-100 ml) a zamíchejte. Tuto směs přelijte do zkumavky, která je upevněna v držáku. Nechte v klidu stát. Po 2 minutách změřte výšku sedimentu ve zkumavce a hodnotu zapište do tabulky. Měřte po dobu 16 minut. Hodnoty z tabulky vynesete do grafu.

Pozorování:

Vlivem gravitace se křída postupně začne usazovat a vytvářet vrstvu na spodu zkumavky. Pokud necháte stát déle, usadí se všechna křída a nad sedimentem zůstane čistá voda.

Zpracováno podle [21]

3.1.2. Rychlost a účinnost filtrů

Dalším způsobem oddělení směsí, obsahující nerozpuštěnou pevnou látku v plynu nebo kapalině, je filtrace. V závislosti na velikosti zrn pevné látky se používají různé typy filtrů. Filtr působí jako síto [20]. Částice, které jsou větší než otvory ve filtru, se na něm zachytí, menší částice filtrem projdou. Lze tak provést několika stupňovou filtraci a oddělit od sebe složky různých velikostí částic. S filtrací se běžně setkáváme v domácnosti, ať již při přípravě překapávané kávy, kde používáme papírový filtr, tak při vaření těstovin. Zde je

dobré demonstrovat, že je dobré vždy číst důkladně návod na pokus, občas potřebujeme k dalšímu pokračování filtrát a občas částice látky zachycené na filtru. Jako příklad z praxe lze použít vaření těstovin (chceme si nechat částice na filtru) a vaření vývaru (potřebujeme filtrát).

Pro větší částice lze použít pouhý smotek vaty umístěný ve filtrační nálevce. Výhodou je rychlost, roztok tak nestihne vychladnout, což může být při některých experimentech nežádoucí. Jemné částičky sraženin nebo například aktivní uhlí je potřeba filtrovat přes filtrační papír. Filtrace trvá déle, ale je účinnější [22].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - oddělování složek směsí
- SŠ: obecná chemie
 - soustavy látek a jejich složení

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip filtrace. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití filtrace v praxi. (KG)
- Žák porovná na základě měření účinnost filtrů. (KG)
- Žák měří čas. (PM)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení pokusu:

- k provedení pokusu za vyučovací hodinu je lepší dát do skupiny maximálně 2 filtry a výsledky porovnat v celé třídě
- písek by měl být jemný, čím hrubší je, tím méně je účinný
- křída je velmi jemná, projde i hrubším pískem
- nejdéle trvá filtrace na papírovém filtru cca 5 minut, při celkovém objemu směsi 150 ml
- jako gázu schovávat prošlé steriluxy z lékárníček
- foto příloha IV

Pomůcky: kádinky (8x), 3 filtrační nálevky, stojany, lžička, skleněná tyčinka, gumička, písek (jemný), vata, gáza, filtrační papír

Chemikálie: křída nebo živočišné uhlí

Postup:

Připravte 3 filtrační aparatury s nálevkami. Do spodu jedné nálevky umístěte smotek vaty, do druhé dejte papírový filtr a do třetí dejte malý kousek vaty, tak abyste ucpali odtok a nasypete cca 3 cm vysokou vrstvu písku. Na větší kádinku natáhněte několikrát přeloženou gázu (nebo více vrstev) a zajistěte ji gumičkou.

Rozdrtěte křidu na prášek. Pomocí lžičky přemístěte prášek do 4 kádinek, tak aby v každé bylo přibližně stejné množství a zalijte 100 ml vody. Postupně přefiltrujte takto připravené směsi na jednotlivých filtrech. Kádinku vždy vypláchněte 50 ml vody a opět přefiltrujte. Do tabulky zaznamenejte čas, za který dojde k přefiltrování celého objemu směsi. Porovnejte účinnost jednotlivých filtrů podle čistoty filtrátu, do hodnocení zahrňte i čas filtrace.

Pozorování:

Křída i živočišné uhlí mají velmi jemné částice, přes vatu a gázu projdou. Filtrace na těchto filtrech bude velmi rychlá ale neúčinná.

Zpracováno podle [20]

3.1.3. Porovnání pískového a papírového filtru

Filtrace je také součástí úpravy pitné vody. Pitná voda se získává buď z povrchových nebo podzemních zdrojů [19] a podle třídy kvality se řídí její další úprava, která může být v závislosti na kvalitě různě technologicky náročná. Nejjednodušší je vodu pouze dezinfikovat, ale takových zdrojů je jen velmi málo. Dezinfekce se provádí například chlorem nebo jeho sloučeninami (chlornan sodný), ozónem nebo UV zářením. Dezinfekcí se usmrcují ve vodě přítomné bakterie a choroboplodné zárodky [23].

Dále se při zpracování vody upravují její organoleptické vlastnosti. Jedná se o vlastnosti ovlivňující smyslové vjemy – barva, zápach, chuť, teplota a zákal. Častým problémem u povrchových zdrojů pitné vody bývá barva. Tu můžeme rozdělit na barvu zdánlivou, kterou lze odstranit filtrací (způsobuje jí vznášející se sediment) a barvu skutečnou, kterou filtrací odstranit nelze [24].

Úprava pitné vody probíhá ve vodárnách, kde se nejdříve z vody odstraní pevné látky usazováním (drobná zrnka písku apod.). V následujícím kroku se k vodě přidá látka, která chemickou reakcí vysráží nečistoty a vzniknou vločky, ty klesají ke dnu. Dále se voda filtruje přes pískový filtr, odstraní se vločky nečistot. Následně se voda dezinfikuje.

Následující pokus demonstruje účinnost pískového filtru a porovná jí s účinností filtračního papíru.

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi, voda
 - oddělování složek směsí
 - pitná voda, čistota vody
- SŠ: obecná chemie, anorganická chemie
 - soustavy látek a jejich složení
 - sloučeniny vodíku

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip filtrace. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití filtrace v praxi. (KG)
- Žák porovná na základě měření účinnost filtrů. (KG)
- Žák měří čas. (PM)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení

- písek musí být jemný
- místo zeminy lze použít i mletou kávu

Pomůcky: filtrační nálevka 2x, kádinka 4x, vata, písek, filtrační papír, voda znečištěná např. zeminou

Postup:

Připravte 2 filtrační aparatury. Do jedné vložte filtrační papír. Do druhé dejte na dno filtrační nálevky malý smotek vaty a nasypete cca 3 cm písku. Do 2 kádinek odměřte

stejné množství znečištěné vody. Vodu přefiltrujte. Do tabulky zaznamenejte čas potřebný pro filtraci na jednotlivých filtrech. Na závěr porovnejte čas, za který se daný objem přefiltroval, a čistotu filtrátu.

Pozorování:

Pokud je písek dostatečně jemný, bude účinnost filtrů, tedy čistota filtrátu, stejná. Podobný bude i čas potřebný k filtraci. Výsledkem by tedy mělo být zjištění, že pro filtraci vody ve vodárnách lze použít oba typy filtrů. Používá se pískový, protože je to ekonomicky výhodnější. Další výhodou je, že se jedná o naprosto přirozený způsob filtrace vody, který je běžný v přírodě.

Zpracováno dle [20]

3.1.4. Filtrace malého objemu kapalin

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - oddělování složek směsí
- SŠ: obecná chemie
 - soustavy látek a jejich složení

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip filtrace. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití filtrace v praxi. (KG)
- Žák správně provede filtraci. (PM)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení:

- směs připravit předem, prevence dotazů typu: „proč to míchám, když to pak budu oddělovat „
- připojit k dalším pokusům s filtrací, samostatně trvá cca 10 min
- ukázat velikost smotku vaty

Pomůcky: kapkovací destička, kapátko, vata

Chemikálie: směs vody a živočišného uhlí

Postup:

Směs promíchejte. Část přemístěte do kapkovací destičky. Do prohlubně kapkovací destičky umístěte velmi malý kousek vaty a kapátkem odsajte tekutinu přes smotek vaty.

Pozorování:

Částečky živočišného uhlí se zachytí na vláknech vaty a kapátkem nasajete čistou kapalinu.

Zpracováno dle [25]

3.1.5. Oddělení směsi oxidu křemičitého, železa a chloridu sodného

Při provedení tohoto experimentu se využívá specifických vlastností látek, které jsou obsaženy ve směsi. Lze tedy prakticky spojit znalosti vlastností konkrétních látek (rozpuštěnost a magnetismus) s jejich využitím při oddělování směsí.

Oxid křemičitý

Oxid křemičitý se v přírodě vyskytuje jako nerost – křemen, a je součástí mnoha hornin např. žuly. Z oxidu křemičitého jsou schránky rozsivek, z nahromaděných schránek vzniká křemelina [26].

Čistý je bezbarvý nebo bílý, je to krystalická látka. V přírodě se může vyskytovat i zbarvený, to je způsobeno příměsmi dalších látek, zbarvené křemeny se nazývají ku příkladu citrín (žluté), ametysty (fialové). Významnou vlastností křemene je jeho tvrdost, na Mohsově stupnici tvrdosti má hodnotu sedm. Dále je chemicky velmi odolný, ze známých kyselin na něj působí jen kyselina fluorovodíková, ve vodě se téměř nerozpouští. Přes svou tvrdost a chemickou odolnost je to ale materiál velmi křehký [26].

Oxid křemičitý se těží v podobě písku a dále se chemicky a fyzikálně zpracovává pro další využití. Tato látka se používá při výrobě betonu a malt. Dále se z něj vyrábí různé druhy skel a používá se jako abrazivo v zubních pastách. Jako E551 se přidává do potravin jako protispékavá látka a k pohlcování vlhkosti. K pohlcování vlhkosti se používá i ve formě silikagelu [27].

Chlorid sodný

Jedná se o bílou krystalickou látku, která je dobře rozpustná ve vodě. Rozpuštěnost při 20°C je zhruba 36 g na 100 ml, v alkoholu se téměř nerozpouští. Chlorid sodný je

klasifikovaný jako látka, která není nebezpečná. Krystalizuje v krychlové soustavě [26], což demonstruje i následující pokus. Při údržbě silnic v zimě se využívá toho, že vodný roztok soli má nižší teplotu tání než čistá voda, sůl je účinná do -20°C . Při tuhých zimách se v České republice spotřebuje okolo 150 tisíc tun chloridu sodného.

Chlorid sodný se získává z ložisek, které vznikly na místech, kde bylo původně moře. Jeho vyschnutím vznikly obrovská ložiska soli např. u Salzburgu. Největším zdrojem soli je ale přímo mořská voda. Průměrně je možné získat odpařením 1 litru mořské vody až 27 g soli [26].

Sůl se používá nejen jako posypový materiál na zmrzlé silnice, ale také jako konzervační látka a dochucovadlo. Pro fungování lidského těla jeho potřeba přijmout mezi 2 až 4 g, v České republice obecně lidé přijímají soli mnohem více. To může vést ke zvýšení krevního tlaku a rozvoji onemocnění oběhové soustavy. Chlorid sodný je i výchozí surovinou pro výrobu kyseliny chlorovodíkové, hydroxidu sodného, uhličitanu sodného a hydrogenuhličitanu sodného. Jedná se tedy o významnou surovinu chemického průmyslu. Používá se i při výrobě kovového sodíku a chloru [26].

Železo

Železo bylo v minulosti velmi vzácné, vyskytuje se v přírodě jen velmi vzácně čisté. Výroba čistého železa je velmi náročný proces, proto proběhla v minulosti nejdříve doba bronzová a až potom doba železná (asi 1200 let př. n. l.). Na zdokonalování výroby a úpravy železa se podílelo mnoho techniků a chemiků. Příkladem může být Henry Bessemer, který je autorem kyslíkového konvektoru na úpravu surového železa [27].

Surové železo se také nazývá litina, obsahuje velké množství uhlíku, který ovlivňuje jeho vlastnosti. Litina se používá k výrobě topných těles. Další formou železa je ocel, v té je obsah uhlíku mnohem nižší. Nevýhodou železa je jeho náchylnost ke korozi, naopak výhodou je pevnost. Železo je součástí různých slitin, jmenujme např. nerezová ocel (s niklem a chromem) nebo rychlořeznou ocel (s wolframem). Používá se k výrobě různých strojů, součástek a železobetonu [27].

Zajímavé jsou i některé sloučeniny železa. Pentahydrát síranu železnatého (zelená skalice) se používal k výrobě inkoustu z duběnek a konzervaci dřeva. Ke konzervaci dřeva se používal i volská krev (povypráví o tom např. na Kozinově statku v Újezdu u Domažlic), která železo obsahuje také. K výrobě permanentních magnetů se používají ferrity [27].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi, částicové složení látek, anorganické sloučeniny
 - oddělování složek směsí
 - prvky – vlastnosti a použití
 - soli bezkyslíkaté – vlastnosti vybraných halogenidů
- SŠ: obecná chemie, anorganická chemie
 - soustavy látek a jejich složení
 - p – prvky a jejich sloučeniny

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip filtrace. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití filtrace v praxi. (KG)
- Žák na základě pozorování odvodí vlastnosti železa, oxidu křemičitého a chloridu sodného potřebné k jejich oddělení ze směsi. (KG)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení:

- zdůraznit, že magnetem se přejíždí po spodní straně papíru
- zdůraznit, že železné piliny je potřeba odevzdat
- písek lze použít opakovaně
- chlorid sodný po krystalizaci lze použít znovu
- návod příloha V

Pomůcky: magnet, kancelářský papír, kádinka 2x, filtrační aparatura, filtrační papír, hodinové sklo, skleněná tyčinka, krystalizační miska

Chemikálie: směs chloridu sodného, oxidu křemičitého (písek), železných pilin

Postup:

Směs nasypete na okraj kancelářského papíru. Po spodní straně papíru opatrně přejíždějte magnetem k volnému okraji, železné piliny opustí hromádku. Piliny smetěte na hodinové sklo a odevzdejte. Zbytek směsi nasypete do kádinky a zalijte 20 ml vody.

Rozmíchejte skleněnou tyčinkou a nechte stát. Připravte filtrační aparaturu. Směs znovu zamíchejte a po skleněné tyčince ji nalijte na filtrační papír, nechte přefiltrovat. Směs na filtru propláchněte dalšími 20 ml vody a nechte přefiltrovat. Filtrát přelijte do krystalizační misky a roztok nechte volně krystalizovat. Filtrační papír rozložte a přeneste na hodinové sklo, odevzdejte. V závěru uveďte jaké vlastnosti látek jste použili k jejich oddělení.

Pozorování:

Lehké železné piliny se pomocí magnetu vytřídí ze směsi. Chlorid sodný je rozpustný ve vodě, po zalití vodou se tedy rozpustí. Oxid křemičitý je ve vodě téměř nerozpustný a proto se dá ze vzniklého roztoku chloridu sodného oddělit filtrací. Při volné krystalizaci se z roztoku chloridu sodného vytvoří různě velké krychlové krystaly.

Zpracováno dle [28]

3.1.6. Adsorpce barviva a filtrace

Tento pokus lze použít nejen při probírání směsí, ale také při demonstraci vlastností uhlíku.

Uhlík

Uhlík spolu s vodíkem tvoří nejvíce sloučenin, v současnosti je jich uváděno jen v organické chemii asi 13 miliónů, ve skutečnosti je počet těchto sloučenin nekonečný. Atomy uhlíku se mohou neomezeně řetězit a vytvářet různě složité cyklické sloučeniny [27].

Uhlík je v různých podobách známý už od pravěku. Nejdříve se člověk seznámil s dřevěným uhlím a sazemí. Později byl objeven diamant, jako jedna z přírodních forem, druhou přírodní formu, grafit, považovali vědci dlouhou dobu za nějaký sulfid. Na objasnění složení těchto látek mají zásluhu Antoine Lavoisier a Carl Wilhelm Scheele. Největší užití mělo a stále má uhlí. Používá se při výrobě kovů (uhlík slouží jako redukční činidlo) a jako palivo (asi do 14. stol.). Uhlí je i významnou surovinou pro chemický průmysl. Při karbonizaci vzniká koks, černouhelný dehet a svítiplyn. Koks je redukční činidlo při výrobě kovů, dehet je zdrojem aromatických sloučenin a svítiplyn se používal jako palivo nejen v domácnostech, ale také při osvětlení ulic [27]. Dnes se již nevyužívá protože je jedovatý, dokonce je o něm i píseň Trouba Lucie Bílé.

Diamant je ceněný pro své vlastnosti jako šperkový kámen. Výjimečná je i jeho tvrdost, na Mohsově stupnici má hodnotu 10. Toho se využívá při výrobě vrtáků, řezáků a brusných materiálů [27].

Saze se používají při výrobě pneumatik a barev do tiskárny. Jsou i složkou potravin, např. jsou obsaženy v lékovkách, označeny jsou jako E153. Aktivní neboli živočišné uhlí se vyrábí z koksových skořápek. Jedná se o účinný prostředek při průjmových onemocněních a používá se jako protijed při otravě většinou látek. Účinek je čistě fyzikální. Aktivní uhlí má obrovský povrch, na který se navážou škodliviny a spolu s uhlím opustí tělo. Této vlastnosti, adsorpce, se využívá i při výrobě plynových masek, pohlcovačů zápachu [27].

Poměrně novou formou uhlíku jsou fullereny a grafen. Fullereny jsou prostorové molekuly uhlíku ve tvaru podobném fotbalovému míči, grafen je tvořen pouze jedinou vrstvou uhlíkových atomů. Oba materiály vynikají svojí vodivostí. Za objev těchto forem byly uděleny Nobelovy ceny [27].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi, částicové složení látek
 - oddělování složek směsí
 - prvky – vlastnosti a použití
- SŠ: obecná chemie, anorganická chemie
 - soustavy látek a jejich složení
 - p – prvky a jejich sloučeniny

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip filtrace. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití filtrace v praxi. (KG)
- Žák na základě pozorování odvodí a vlastními slovy vysvětlí význam slova adsorpce. (KG)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení:

- důkladně vysvětlit odlití kontrolního vzorku, většina žáků to neudělá
- lze použít organická barviva jako methyloranž, na ZŠ použijte barevný inkoust
- do 1 l vody stačí pár kapek inkoustu

- do skupiny stačí 100 ml roztoku a půl tablety živočišného uhlí
- protokol příloha VI

Pomůcky: kádinka, filtrační nálevka, stojan, kruh, klema, třecí miska s tloučkem, lžička, skleněná tyčinka, filtrační papír

Chemikálie: živočišné uhlí, roztok inkoustu a vody

Postup:

Roztok rozlij do dvou kádinek, jedna bude kontrolní. V třecí misce rozetři tabletu živočišného uhlí a prášek lžičkou přendej do jedné kádinky s roztokem. Směs pečlivě rozmíchej a nech stát. Sestav filtrační aparaturu a vystříhni filtrační papír. Směs znovu zamíchej a po skleněné tyčince nalij na filtr. Pozoruj barvu filtrátu.

Pozorování:

Filtrát je průzračně čistý. Aktivní neboli živočišné uhlí na sebe váže různé látky (plyny, barviva) a z roztoku je tak odstraní, po filtraci zůstanou částičky uhlí na filtračním papíru. Této vlastnosti se používá např. při výrobě filtrů do plynových masek a pohlcovačů zápachů třeba do lednice, při úpravě vody.

3.1.7. Plavení

K oddělení pevné a kapalné složky suspenze je někdy nutné použít opakovanou sedimentaci. Suspenze se nechá usadit a následně se opatrně odlije vrchní část kapaliny (dekantace), sediment se následně překryje větším množstvím kapaliny, zamíchá a opět nechá usadit. Postup se dá urychlit tak, že se do soustavy jednou stranou voda přivádí a druhou odvádí pryč. Tato metoda se nazývá plavení. Opět se jedná o metodu dělení směsí založenou na rozdílné hustotě látek [21].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - oddělování složek směsí
- SŠ: obecná chemie
 - soustavy látek a jejich složení

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip vyplavování. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití vyplavování v praxi. (KG)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení:

- k provedení lze použít zbytek pískového filtru po pokusu „porovnání účinnosti pískového a papírového filtru“
- další možnost je smíchat písek s mletou kávou
- pokus je náročný na spotřebu vody

Pomůcky: písek s nečistotami, vysoký odměrný válec, hadice

Postup:

Do válce nasypete písek s nečistotami (asi do jedné třetiny výšky). Na dno zaveďte hadici, která bude napojená na vodovodní kohoutek. Pomalým proudem pusťte vodu. Nechte písek promývat, dokud se nevyplaví všechny nečistoty.

Pozorování:

Voda postupně vyplaví částičky s menší hustotou a dojde tak k oddělení látek.

Zpracováno dle [21]

3.1.8. Oddělení vody a oleje

Smícháme – li dvě nemísitelné kapaliny vznikne směs která se nazývá emulze [21]. K oddělení látek takovéto směsi se používá dělicí nálevka. Směs se přelije do dělicí nálevky a nechá se v klidu stát několik minut. Kapaliny se postupně rozdělí podle svojí hustoty [22]. Kapalina s vyšší hustotou se nashromáždí ve spodní části nálevky [21]. Spodní kapalina se odpustí kohoutkem tak, aby rozhraní kapalin zůstalo v kohoutku. Druhá kapalina se vylije hrdlem, aby nedošlo k její kontaminaci [22].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi, organické látky
 - oddělování složek směsí
 - přírodní látky – vlastnosti tuků
- SŠ: obecná chemie, biochemie
 - soustavy látek a jejich složení

- vlastnosti tuků

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip oddělení dvou nemísitelných kapalin. (KG)
- Žák pracuje správně s dělicí nálevkou. (PM)

Informace k provedení:

- pro větší efekt je dobré vodu obarvit, stačí vodová barva (vodovka) nebo potravinářské barvivo
- foto příloha VII

Pomůcky: dělicí nálevka, 50ml kádinka, skleněná tyčinka, vodové barvy nebo potravinářské barvivo

Chemikálie: stojní olej, voda

Postup:

Do kádinky nalijte vodu (asi do poloviny) a obarvěte ji. Přilijte olej a směs rozmíchejte skleněnou tyčinkou. Nalijte do dělicí nálevky, nechte odstát a oddělte obarvenou vodu od oleje.

Pozorování:

Při zamíchání vznikne emulze, tedy směs dvou nemísitelných kapalin, které se po čase opět oddělí na dvě vrstvy. Spodní vrstvu tvoří kapalina s vyšší hustotou.

3.1.9. Vytřepávání (extrakce)

Dělení dvou nemísitelných kapalin lze také využít při metodě nazývané extrakce. Jedná se o převedení rozpuštěné látky z jednoho rozpouštědla do druhého. Nejčastěji se jedná o vodu a jiného rozpouštědla, které s vodou nemísí. Látka rozpuštěná v jednom rozpouštědle přechází do druhého rozpouštědla a to do ustanovení rovnováhy [22]. Tato rovnováha je dána podílem rovnovážných analytických koncentrací látky v jednom a druhém rozpouštědle a dá se vyjádřit rovnicí 1:

Rovnice 1: Distribuční koeficient

$$D = \frac{c(X)_1}{c(X)_2},$$

kde D je distribuční neboli rozdělovací poměr, $c(X)_1$ je rovnovážná analytická koncentrace látky X v rozpouštědle 1 a $c(X)_2$ je rovnovážná analytická koncentrace látky X v rozpouštědla 2. Čím je D vyšší, tím více látky X přejde z rozpouštědla 2 do rozpouštědla 1 [18].

Při vytřepávání je nutné obě rozpouštědla promíchat, s dělicí nálevkou se tedy třepe, odtud název metody. Jde o to aby se co nejvíce zvětšil povrch styku obou rozpouštědel, extrakce tak probíhá rychleji. Extrakci je lepší provádět opakovaně s menším množstvím rozpouštědla než s jedním sumárním množstvím, extrakce je tak mnohem účinnější. Vždy totiž dojde k ustanovení rozdělovací rovnováhy [22].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi, organická chemie
 - oddělování složek směsí
 - přírodní látky - vlastnosti
- SŠ: obecná chemie, biochemie
 - soustavy látek a jejich složení
 - vlastnosti a použití přírodních látek

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip vytřepávání. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití vytřepávání v praxi. (KG)
- Žák vlastními slovy vysvětlí výhody opakovaného použití malého objemu vytřepávací kapaliny oproti jednomu velkému množství. (KG)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení:

- na ZŠ spíše demonstrační pokus, terpentýn je klasifikován jako žíravina (přesto s ním žáci pracují např. v ZUŠ)

- je potřeba řádně větrat
- pozor, ne všechny barvy na sklo jsou ředitelné terpentýnem, existují i barvy ředěné vodou
- lze upravit na důkaz, že je lepší opakovat protřepávání s menším objemem terpentýnu, než použít celý objem najednou
- foto příloha VIII

Pomůcky: kádinka 3x, dělicí nálevka, barvy na sklo, štětec

Chemikálie: terpentýnový olej

Postup:

Do kádinky nalijte asi 30 ml vody. Pomocí štětce přeneste trochu barvy do vody a směs rozmíchejte. Směs přelijte do dělicí nálevky a převrstvěte malým množstvím terpentýnu. Uzavřete špuntem a protřepete. Odstraňte špunt, vypusťte do kádinky vodu, terpentýn přelijte do jiné kádinky. Vodu opět nalijte do dělicí nálevky a postup opakujte ještě dvakrát.

Pozorování:

Barvy na sklo jsou rozpustné v terpentýnu a ne ve vodě. Ve vodě se tedy sráží. Pokud přidáme terpentýn a protřepeme, barvy se začnou rozpouštět v terpentýnu a z vody postupně vymizí.

Zpracováno dle [21]

3.1.10. Chromatografie na papíře – fixy na vodní bázi

Chromatografie byla objevena na konci 19. Století. Poprvé ji použil ruský botanik M. Cvěta, který pomocí kolony naplněné uhličitanem vápenatým izoloval barviva z rostlinných extraktů. Název pochází z řeckých slov pro barvu a psát. Metoda byla velmi účinná, nicméně byla na několik desítek let zapomenuta. Znovu ji objevili až v roce 1941 Syng a Martin. Ti dali položili teoretické základy procesu separace a za svou práci získali v roce 1952 Nobelovu cenu [18].

Podstatou separace je opakované ustanovení rozdělovacích rovnováh látky mezi dvěma fázemi. Jedna fáze je stacionární a druhá mobilní. Mobilní fáze unáší vzorek a stacionární fáze tvoří náplň separačního prostoru. Tím jak vzorek prochází přes rozdělovací prostor, dochází k opakované interakci mezi vzorkem a stacionární fází.

Molekuly vzorku se v prostoru selektivně brzděny. Míra závisí na síle vazebné interakce mezi stacionární fází a molekulami vzorku [18].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - oddělování složek směsí
- SŠ: obecná chemie
 - soustavy látek a jejich složení

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip chromatografie. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití chromatografie v praxi. (KG)
- Žák na základě chromatogramu popíše složení barev použitých fix. (KG)
- Žák odměří předepsaný objem kapaliny. (PM)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení:

- pokud není chromatografický papír lze použít filtrační papír
- nejlépe vychází chromatogram pro zelenou, oranžovou, hnědou modrou fixu
- lze udělat v mnoha obměnách, fantazii se meze nekladou
- foto příloha IX

Pomůcky: filtrační papír, vysoká kádinka, kancelářská sponka, nůžky, pravítko, tužka, petriho miska, různě barevné fixy

Chemikálie: chlorid sodný, voda

Postup A:

Ustříhnete pruh papíru 5 x 10 cm. Odměřte 2 cm od konce a naznačte čarou start. Na start udělejte tečky barevnými fixami v rozmezí 1 cm. Papír stočte po kratší straně do ruličky a zajistěte kancelářskou sponkou. Připravte roztok soli z 50 ml vody a 1 lžičky chloridu sodného. Do vysoké kádinky nalijte roztok soli do výšky 1 cm. Do roztoku

postavte ruličku papíru a nechte nasáknout roztokem, tak aby na koci zůstal tak 1 cm suchého papíru.

Postup B:

Z filtračního papíru vystříhnete kolečko o průměru větším než je průměr petriho misky. Kolečko rozdělte na výseče podle toho, kolik máte barev. Do každé výseče udělejte pruh barvy ve vzdálenosti asi 1 cm od středu. Uprostřed kolečka udělejte díрку a protáhněte jí smotek filtračního papíru jako knot. Do petriho misky nalijte roztok soli připravený z 50 ml vody a jedné lžičky chloridu sodného. Na misku položte papírové kolečko tak, aby knot zasahoval do roztoku. Pozorujte.

Pozorování:

Tím jak roztok postupuje, unáší postupně barevné molekuly, ty se na ploše papíru rozdělí podle své velikosti. Na chromatogramu se tak zobrazí barevné složení původně jednobarevné fixy.

Zpracováno dle [28]

3.1.11. Chromatografie na křídě – fixy na vodní bázi

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - oddělování složek směsí
- SŠ: obecná chemie
 - soustavy látek a jejich složení

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip chromatografie. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití chromatografie v praxi. (KG)
- Žák na základě chromatogramu popíše složení barev použitých fix. (KG)
- Žák odměří předepsaný objem kapaliny. (PM)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení:

- nejlépe vychází chromatogram pro zelenou, oranžovou, modrou nebo černou fixu
- foto příloha X

Pomůcky: křída, petriho miska, nůžky, pravítko, různě barevné fixy

Chemikálie: chlorid sodný, voda

Postup:

Připravte vodný roztok chloridu sodného, připraveného z 50 ml vody a 1 lžičky chloridu sodného. Na křídu zhruba 2 cm od okraje udělejte nůžkami mělkou rýhu, do rýhy naneste barvu fixy. Roztok nalijte do petriho misky a postavte do něj křídu fixou dolů.

Pozorujte.

Pozorování:

Tím jak roztok postupuje, unáší postupně barevné molekuly, ty se na křídě rozdělí podle své velikosti. Na chromatogramu se tak zobrazí barevné složení původně jednobarevné fixy.

Zpracováno dle [17,28]

3.1.12. Chromatografie na křídě – fixy na lihové bázi

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - oddělování složek směsí
- SŠ: obecná chemie
 - soustavy látek a jejich složení

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip chromatografie. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití chromatografie v praxi. (KG)
- Žák na základě chromatogramu popíše složení barev použitých fix. (KG)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení:

- nejlépe vychází chromatogram pro tmavé fixy např. pro černou fixu
- na ZŠ použít místo lihu alpu

Pomůcky: křída, petriho miska, nůžky, pravítko, různě barevné lihové fixy

Chemikálie: ethanol

Postup:

Na křídu zhruba 2 cm od okraje udělejte nůžkami mělkou rýhu, do rýhy naneste barvu fixy. Do petriho misky nalijte ethanol a postavte do něj křídu fixou dolů. Pozorujte.

Pozorování:

Tím jak ethanol postupuje, unáší postupně barevné molekuly, ty se na křídě rozdělí podle své velikosti. Na chromatogramu se tak zobrazí barevné složení původně jednobarevné fixy.

Zpracováno dle [17]

3.1.13. Chromatografie- přírodní barviva

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi, organická chemie
 - oddělování složek směsí
 - přírodní látky - vlastnosti
- SŠ: obecná chemie, biochemie
 - soustavy látek a jejich složení
 - vlastnosti přírodních látek

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip chromatografie. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití chromatografie v praxi. (KG)
- Žák na základě chromatogramu popíše složení přírodních barviv. (KG)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení:

- nejlepší pro provedení jsou výrazná barviva z řepy, ostružin borůvek
- na ZŠ místo lihu používat alpu nebo lihový výluh připravit a nechat nasáknout do křídý předem
- pokus je časově náročný, zařadit do dvouhodinových praktik a spojit např. s dalším pokusem, dlouho se čeká při přípravě výluhu, lze připravit předem a tím ušetřit čas

Pomůcky: křída, petriho miska, třecí miska s tloučkem, nůž, ostružiny, borůvky, řepa, písek, filtrační aparatura, filtrační papír

Chemikálie: ethanol nebo alpa

Postup:

Připravte výluh. Ovoce a zeleninu nakrájejte na malé kousky a v třecí misce rozetřete na kaši pomocí písku. Zalijte lihem a nechte 30 min stát. Po té výluh přefiltrujte. Filtrát nalijte do petriho misky a nechte křídu nasáknout barvivem do výšky cca 1 cm. Po té křídu postavte do petriho misky s čistým lihem. Pozorujte.

Pozorování:

Tím jak líh postupuje, unáší postupně barevné molekuly, ty se na křídě rozdělí podle své velikosti. Na chromatogramu se tak zobrazí barevné složení původní jednodílné barvy.

Zpracováno dle [17]

3.1.14. Chromatografie na křídě - chlorofyl

Chlorofyly slouží většině fototrofních organismů jako zachycovač sluneční energie (fotoreceptor). V rostlinách se vyskytují hlavně dva typy chlorofylu označované jako a a b. Chlorofyly jsou v sušině zastoupeny asi 1% hmotnosti zelených částí. Jejich struktura byla popsána v roce 1940. Základem struktury jsou substituované tetrapyrroly, které se podobají hemu. Místo koordinačně navázaného iontu železa ale v sobě obsahují ion hořčíku a mají jiné substituenty [29].

Chlorofyly a a b mají mírně posunutá absorpční spektra, umožňují tak rostlinám využít širší světelné spektrum. Chlorofyl a je modrozelený a chlorofyl b zelenožlutý. Absorpční spektrum se pohybuje mezi 400 – 700 nm, zde se také nachází maximum slunečního záření dopadajícího na Zemi [29]. Při chromatografii vytvoří chlorofyl b spodní linii, nad ním pak bude umístěn pás chlorofylu a, je zde patrný již zmíněný rozdíl mezi

barvami těchto typů chlorofylu [17]. Dále se na chromatogramu mohou objevit karotenoidy, ty se podílejí na absorpci světla v zelené oblasti [29].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi, organická chemie
 - oddělování složek směsí
 - přírodní látky - vlastnosti
- SŠ: obecná chemie, biochemie
 - soustavy látek a jejich složení
 - vlastnosti přírodních látek

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování vlastními slovy vysvětlí princip chromatografie. (KG)
- Žák vyjmenuje možnosti použití chromatografie v praxi. (KG)
- Žák na základě chromatogramu rozliší jednotlivé typy chlorofylu. (KG)
- Žák dodržuje postup. (AF)

Informace k provedení:

- nejlepší pro provedení jsou listy pelargoníí, dá se použít i kopřiva a pampeliška, ale výsledek není tak výrazný
- lze použít i zbarvené listy do červena, zde se oddělí i karotenoidy
- na ZŠ místo lihu používat alpu nebo lihový výluh připravit a nechat nasáknout do křídý předem
- pokus je časově náročný, zařadit do dvouhodinových praktik a spojit např. s dalším pokusem, dlouho se čeká při přípravě výluhu, lze připravit předem a tím ušetřit čas

Pomůcky: křída, petriho miska, třecí miska s tloučkem, nůž, listy pelargonie, filtrační aparatura, filtrační papír

Chemikálie: ethanol nebo alpa

Postup:

Připravte výluh. Listy nakrájejte na malé kousky a v třecí misce rozetřete s pískem na kaši. Zalijte lihem a nechte 30 min stát. Po odstátí výluh přefiltrujte. Filtrát nalijte do petriho misky a nechte křidu nasáknout chlorofylem do výšky cca 1 cm. Po té křidu postavte do petriho misky s čistým lihem. Pozorujte.

Pozorování:

Tím jak líh postupuje, unáší postupně molekuly chlorofylu, které se liší svou velikostí, podle velikosti se rozdělí na ploše křidy. Podle chromatogramu lze rozlišit jednotlivé typy chlorofylu obsažené v listech.

Zpracováno dle [17]

3.2.Kvalitativní analýza

3.2.1. Plamenná zkouška

Plamennou zkoušku lze provést u prvků, jejichž ionty zbarvují nesvítivou část plamene. Vzorek se do plamene vnese na nejlépe platinovém drátku [18], lze ale použít i kovovou lžičku, kopistku nebo tuhu do verzatilky. Nejlépe se plamen zbarví po namočení nástroje do kyseliny chlorovodíkové, protože chloridy jsou nejvíce těkavé. Po vložení do plamene se pozorují jeho změny [18].

Nejvýraznější je charakteristické zbarvení solemi některých kovů, zde uvádím zkoušku lithia, sodíku, draslíku a vápníku. Lithné ionty zbarvují plamen na karmínově červenou, sodík poskytuje výraznou žlutooranžovou barvu, draslík barví do fialova a vápník na cihlově červenou [18]. Těchto vlastností solí se používá nejen k důkazu přítomnosti těchto kovů, ale na příklad při výrobě zábavní pyrotechniky.

Vlastnosti s – prvků

Jako s- prvky označujeme prvky 1. A 2. Skupiny periodické tabulky. Kromě vodíku a helia se jedná o kovy s typickými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Ve valenční vrstvě mají jeden nebo dva elektrony. Jsou velmi reaktivní, mají totiž velké atomové poloměry a nízkou ionizační energii, snadno tedy uvolní valenční elektrony. Tyto elektrony pak mohou přijmout jiné atomy, proto jsou s-prvky silná redukční činidla. V přírodě se vyskytují pouze ve sloučeninách [30].

Do skupiny I. A zařazujeme vodík a alkalické kovy – lithium, sodík, draslík, rubidium, cesium a francium. Tyto prvky mají jeden valenční elektron, elektronová

konfigurace valenčních elektronů je ns^1 . Ve skupině s rostoucím Z rostou atomové poloměry, reaktivita a hustota. Jedná se o stříbrolesklé měkké kovy [30]. Jsou tak měkké, že se dají krájet nožem jako máslo. Mají nízkou teplotu tání a hustotu, první tři (lithium, sodík, draslík) dokonce plavou na vodě [17]. Jsou to velmi dobré vodiče tepla a elektrického proudu. Přímou reagují se vzdušným kyslíkem, halogeny, sírou a vodíkem. S vodou reagují velmi bouřlivě až explozí. Kvůli vysoké reaktivitě se uchovávají pod vrstvou petroleje. Obecně se používají při organických syntézách. Hlavním zdrojem je mořská voda, solná jezera, solná ložiska a minerální vody [30].

Ve skupině II.A najdeme beryllium, hořčík a kovy alkalických zemin. Elektronová konfigurace valenčních elektronů je ns^2 . Mají menší atomové poloměry a dvojnásobné množství valenčních elektronů než I.A skupina. Z toho vyplývá, že mají vyšší teplotu tání a hustotu a jsou méně reaktivní. Jsou tvrdší, ale křehké. Vyrábí se elektrolýzou taveniny chloridů. V přírodě jsou složkou nerostů a hornin. Vápník a hořčík nalezneme například v dolomitu $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, nebo v kalcitu CaCO_3 . Dále je vápník i hořčík přítomen v živých organismech, jedná se tedy o biogenní prvky. Soli hořčíku jsou hojně rozpuštěny v mořské vodě [30].

Lithium

Lithium objevil Johan August Arfvedson spolu se svým učitelem Jönsenem Jacobem Berzeliiem. Protože na rozdíl od ostatních alkálií nebyl izolován z popela, ale z nerostu, byl původně pojmenován lithon, později bylo jméno upraveno na lithium, původ názvu je v řeckém výrazu pro kámen – lithos [27].

Lithium se kvůli jeho složité výrobě dlouho nevyužívalo. Po druhé světové válce se ale stalo strategickou surovinou. Pomocí něj se vyrábí tritium, tedy radioaktivní vodík s dvěma neutrony, ze kterého se vyrábí vodíková bomba [27].

V dnešní době má lithium největší uplatnění v lithium – iontových akumulátorech, jedná se o baterie do mobilních telefonů, digitálních fotoaparátů a podobně. Ty na trh uvedla poprvé v roce 1991 firma Sony. V budoucnosti najdou tyto baterie pravděpodobně uplatnění v elektromobilech a poptávka po lithiu tedy ještě vzroste. Část zásob se nachází i v České republice, uvádí se, že se jedná asi o 1% celosvětového výskytu [27].

Další uplatnění má lithium v jaderné energetice, používá se jako chladící medium v jaderných reaktorech, v reaktorech budoucnosti bude i součástí paliva. Dále se používá při výrobě skel do jaderných zařízení, ale i pro hvězdařské dalekohledy [27].

Významnou sloučeninou lithia je hydroxid lithný, který se používá v raketoplánech a v ponorkách k odstranění vydechovaného oxidu uhličitého. Dále se používá při výrobě lithného mýdla, které slouží jako mazivo pro ložiska, toto mazivo je velmi odolné vodě a nízkým teplotám (asi -20°C). Uhličitan lithný se používá jako součást léků proti depresím. Slitiny lithia jsou velmi lehké a odolné, využívají se na příklad při stavbě raketoplánů [27].

Sodík

Protože je sodík velmi reaktivní, vyskytuje se v přírodě pouze vázaný a to v mnoha sloučeninách. Některé z jeho sloučenin používá lidstvo již velmi dlouho. Příkladem může být například chlorid sodný, neboli sůl kamenná, která se používá jako pochutina a dříve bylo její použití jednou z mála možností jak uchovat některé potraviny, např. maso (druhá možnost byla maso usušit). Dokonce ve vnitrozemí byla tato sloučenina tak vzácná, že se používala jako platidlo. Další sloučeninou sodíku, která je lidstvu známá již velmi dlouho je uhličitan sodný, neboli nátron. Uhličitan sodný znali již staří Egyptané, byl pravděpodobně obsažen ve směsi, která se používala k mumifikaci. Byl také používán při výrobě skla. Od 19. století byl hojně používán dusičnan draselný, známý pod názvem chilský ledek, je to jedna ze složek střelného prachu [27].

Samotný sodík objevil sir Humphry Davy až v roce 1807 pomocí elektrolýzy. Vyrábět se začal až asi o padesát let později z uhličitanu sodného, výroba elektrolýzou byla patentována v roce 1924 [27].

Kvůli velké reaktivitě má sodík jiné uplatnění než jiné kovy. Čistý se používá při výrobě sodíkových výbojek, které jsou velmi úsporné a výkonné, poskytují velmi dobrou viditelnost za ranních oparů a v mlze. Využití tedy najdou při osvětlení silnic, tunelů a plavebních komor. Dále se čistý sodík používá jako chladící medium v množících reaktorech a při výrobě azidu sodného, což je výbušnina v airbagu [27].

Jak již bylo napsáno, sodík tvoří velké množství sloučenin. S mnoha z nich se setkáváme denně v domácnostech. Všichni mají doma jistě chlorid sodný nebo také kuchyňskou sůl, která přidává do pokrmů kvůli lepší chuti, nebo ji mají v podobě technické soli, jí se v zimě sypou chodníky, protože roztok soli má nižší teplotu tání než samotná voda. Dále v kuchyni najdeme hydrogenuhličitan sodný, kterému se také říká jedlá nebo užívací soda. Je součástí prášku do pečiva, používá se při výrobě šumivých bonbónů a šumivých nápojů v prášku. V pracím prášku pak nalezneme krystalovou sodu, chemicky dekahydrát uhličitanu sodného, která v pracím prášku zajišťuje snížení tvrdosti vody. Mezi

čisticími prostředky můžeme najít i hydroxid sodný, který se často prodává pod názvem krtek a slouží k čištění ucpaných odpadů. Hydroxid sodný lze ale také použít k odstranění starých nátěrů a v pivovarech ho používají při vymývání lahví. Organickou sloučeninou sodíku běžně dostupnou v domácnostech je palmitan sodný a to v podobě mýdla. Vzniká vařením hovězího tuku s hydroxidem nebo uhličitanem sodným, tento proces se nazývá zmýdelňování [27].

Draslík

Draslík je velmi reaktivní kov, který se v přírodě nachází pouze v podobě sloučenin. Je to 6. Nejrozšířenější prvek zemské kůry. Velké množství draselných iontů se nachází v banánech. Stejně jako sodík, objevil draslík sir Humphry Davy. Při elektrolýze popela se na elektrodě začaly objevovat kapičky kovu, které po chvíli s výbuchem vzplály. Latinský název kalium vznikl z Al Qaly, což znamená látky z popela. V dalších jazycích se draslík nazývá např. potassium, protože je obsažen v potaši [27].

Potaš je jedna z dlouho známých sloučenin draslíku, používá se při výrobě skla, mýdla, papíru, textilu a hnojiv. Vyráběla se z dřevěného popela, který se luhoval, zařízení na výrobu potaše se nazývalo flusárna. V minulosti byl znám i dusičnan sodný, který byl označován jako sanytr. Sanytr vzniká přirozeně tlením výměšků a zbytků potravy dobytka na podlaze a stěnách stájí. Vzniklý sanytr ze stěn oškrabával sanytrník. Sanytr byl velmi cennou látkou. V době míru se používal jako hnojivo a v době válek se přidával do střelného prachu [27].

V současnosti se sloučeniny draslíku stále používají při výrobě skla – potaš, neboli uhličitan draselný, a dusičnan draselný v pyrotechnice jako okysličovadlo.

Vápník

Vápník je dalším prvkem, o jehož objev se zasloužil sir Humphry Davy. Vápník objevil pomocí elektrolýzy amalgámu vápníku v roce 1808. Sloučeniny vápníku jsou ale známy několik tisíc let, patří sem totiž různé typy malt [27].

Vápenná malta se vyrábí z uhličitanu vápenatého, který se tzv. vypálí ve vápence. Pálením se myslí termický rozklad, který probíhá podle rovnice: Pálením vznikne pálené vápno, neboli oxid vápenatý, ten se dále nechá reagovat s vodou a vznikne hašené vápno, tedy hydroxid vápenatý. Ten se při přípravě malty smíchá s vodou a pískem. Při tvrdnutí malty reaguje hydroxid vápenatý se vzdušným hydroxidem vápenatým a vznikne opět uhličitan vápenatý. Podobným způsobem vzniká sádra, což je pálený sádrovec (síran

vápenatý). Při stavbě egyptských pyramid byla používána malty s vysokým obsahem sádry [27].

Ionty vápníku spolu s ionty hořčíku způsobují tvrdost vody a jsou tedy obsaženy ve vodním kameni. Ionty vápníku jsou obsaženy i v mléce a právě díky nim se může z mléka vyrábět sýr. Někdy se do mléka před sýřením přidává chlorid vápenatý. V potravinářství se používají i další sloučeniny vápníku. Na příklad uhličitan vápenatý je označen jako E170 a slouží jako stabilizátor. Citronan vápenatý, který se používá k úpravě kyselosti má označení E333. Suspenze hydroxidu vápenatého se používá při výrobě cukru z řepy [27].

Uhličitan vápenatý se používá nejen při přípravě vápna ale také v papírenství jako plnidlo, aby papír nebyl tolik průsvitný. Původně z něj byly vyráběny i školní křídly, ty jsou dnes ale většinou ze síranu vápenatého [27].

Jako prvek má vápník jen omezené použití. Používá se např. při výrobě zirkonia a thoria jako redukční činidlo. Dále lze vápník použít při legování olova a železa, z takto legovaných kovů se vyrábějí hybridní baterie, které se rychle nabíjí a mají menší riziko samovybití [27].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: částicové složení látek a chemické prvky
 - prvky – vlastnosti a použití vybraných prvků
- SŠ: anorganická chemie
 - využívá znalosti kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii
 - s- prvky jejich sloučeniny

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák rozpozná na základě změny barvy plamene složení neznámého vzorku. (KG)
- Žák odvodí a vlastními slovy popíše použití sloučenin alkalických kovů a kovů alkalických zemin při výrobě zábavní pyrotechniky. (KG)
- Žák bezpečně zachází s kahanem. (AF)

- Žák zachází ekonomicky s chemikáliemi. (AF)
- Žák správně zachází s chemickým nádobím a pomůckami. (PM)
- Žák dodržuje pracovní postup. (AF)

Informace k provedení:

- poučít žáky o bezpečné práci s kahanem.
- na základní škole se nesmí použít lihový kahan
- po ukončení práce zkontrolovat, že jsou kahany vypnuté, žáci je občas jen sfouknou
- pozor na barevné tuhy do verzatílek, jsou umělohmotné a v plamenu se taví
- počítat s tím, že žákům se pokus velice líbí, chtějí si ho fotit, změnu barvy plamene zkouší opakovaně
- neznáme vzorky připravit 2

Pomůcky: zkumavky, kopistka (tuha do verzatilky), plynový kahan, hodinová skla

Chemikálie: chlorid sodný (roztok 2 g/l), chlorid lithný (roztok 2 g/l), chlorid draselný (2 g/l), chlorid vápenatý (roztok 2 g/l)

Postup A (ZŠ):

Kopistku (tuhu) smočte v roztoku a vložte špičku do nesvítivé části plamene. Pozorujte změnu barvy plamene a zaznamenejte ji do tabulky. Před dalším vzorkem kopistku opláchněte a vyžíhejte. Stejně postupujte u neznámých vzorků, pomocí tabulky určete, ionty kterého kovu byly v neznámém roztoku.

Postup B (SŠ):

Kopistku vyžíhejte v plamenu, špičku namočte ve vodě a naberte na ni malé množství vzorku. Vneste toto množství do nesvítivé části plamene a pozorujte změnu barvy. Barvu pak zaznamenejte do tabulky. Po té špičku opláchněte a vyžíhejte a postup opakujte. Stejně postupujte i s neznámými vzorky. Na základě barvy plamene určete přítomnost kationtů kovů v daném vzorku.

Pozorování:

Ionty jednotlivých kovů zbarvují plamen různými barvami, lithium karmínově červeně, draslík fialově, sodík žlutooranžově a vápník cihlově červeně, na základě této

barevné změny se dá určit, ionty kterého kovu jsou v roztoku přítomny.

Zpracováno dle [17,20,28]

3.2.2. Rozlišení typu vod podle odparku

Voda je nejrozšířenější sloučenina vodíku. Pokrývá téměř 75 procent povrchu naší planety. Slané vody je 97,2%, zbytek, tedy 2,7%, tvoří voda sladká. V lidském těle je asi 50 – 72% vody a denně člověk potřebuje asi 2 – 3 l této tekutiny [30].

Voda má velmi specifické fyzikální vlastnosti, tyto vlastnosti úzce souvisí se vznikem života na Zemi. Příčinou těchto vlastností je složení molekuly ze dvou atomů vodíku a jednoho atomu kyslíku. Díky tomu je molekula vody polární a tvoří vodíkové můstky, které způsobují její kapalně skupenství za normální teploty. Protože má voda polární molekuly jedná se o polární rozpouštědlo, velmi dobře se v ní rozpouští látky se stejnými vlastnostmi. Nejvyšší hustotu má voda při 4°C naopak led má hustotu menší a proto na ní plave. Proto mohou v zimě přežívat vodní organismy [26].

Voda se v přírodě téměř nikdy nevyskytuje jako čistá látka. Vždy jsou v ní rozpuštěné soli a plyny. V mořské vodě jsou rozpuštěny hlavně soli sodíku a hořčíku, hmotnostní zlomek se pohybuje kolem 0,035 [30]. Pro technické účely se voda v upravuje destilací, zbavuje se rozpuštěných látek, které by mohly způsobit technologické problémy tvorbou vodního kamene. Velké nároky se kladou na pitnou vodu. Ta se upravuje ve vodárnách. Proces úpravy pitné vody zahrnuje usazování, filtraci přes pískové filtry a dezinfekci např. chlórem nebo jeho sloučeninami [26].

Dalším typem vody jsou minerální prameny, jedná se většinou o podzemní zdroje vody, které jsou významné obsahem rozpuštěných minerálů.

Při následujícím experimentu dojde k odpaření rozpouštědla – vody a vysrážení rozpuštěných solí. Na základě velikosti odparku lze tak rozlišit vodu destilovanou, pitnou a minerální.

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - voda – rozliší různé typy vody, uvede příklad jejich výskytu a použití
- SŠ: obecná chemie, anorganická chemie
 - soustavy látek a jejich složení
 - vodík a jeho sloučeniny

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě odparku rozliší destilovanou, pitnou a minerální vodu. (KG)
- Žák vlastními slovy vysvětlí rozdíl v odparku. (KG)
- Žák vysvětlí nevýhody plnění pitného režimu pouze pomocí minerálních vod. (AF)
- Žák pracuje opatrně a bezpečně s plynovým kahanem. (PM)
- Žák dodržuje pracovní postup. (AF)

Informace k provedení:

- při provedení varianty A lze dát každé skupině všechny vzorky
- při provedení varianty B je časově výhodnější, dělá – li každá skupina jen jeden vzorek a výsledky pak společně porovnávají
- nezapomenout poučit o bezpečnosti práce s kahanem
- důsledně používat kleště na držení sklíček a sundání hodinových skel z kádinek
- protokol příloha XI

Pomůcky: podložní sklíčko 3x, kleště, kapátko, kahan, kádinka, hodinová skla, trojnožka, síťka

Chemikálie: vodovodní voda destilovaná voda, minerálka

Postup A:

Na podložní sklíčko kápněte vzorek vody, sklíčko uchopte do kleští a zahřívejte nad plamenem do sucha. Opakujte se všemi vzorky. Porovnejte odparky a posuďte, čím se liší jednotlivé typy vody.

Postup B:

Do kádinky nalijte vodu, asi do poloviny. Umístěte ji na síťku na trojnožce. Na hodinové sklo nalijte 5 ml vzorku vody. Hodinové sklo položte na kádinku a začněte zahřívat, zahřívejte tak dlouho až se voda vypaří a sklo uschne. Porovnejte odparky a posuďte, čím se liší jednotlivé typy vody.

Pozorování:

Po odpaření vodovodní a minerální vody zůstávají na sklech odparky, jedná se o vykrystalizované minerály, které byly ve vodě původně rozpuštěné. Na skle, kde byla destilovaná voda, odparek nezůstane, destilovaná voda minerály neobsahuje. Největší odparek bude mít voda minerální, protože ta naopak obsahuje minerálů nejvíce.

Zpracováno dle [19,28]

3.2.3. Rozlišení typu vody mýdlovým roztokem

Rozlišení typů vody mýdlovým roztokem je založena na tom, že vápník a hořčík s mýdlovým roztokem tvoří nerozpustná mýdla. Ve vodě se tvoří sraženina tak dlouho, dokud se nespotebují všechny ionty vápníku a hořčíku, teprve potom se začne tvořit pěna. Platí tedy, že čím více solí je ve vodě rozpuštěno tím větší je spotřeba mýdlového roztoku k vytvoření pěny. Destilovaná voda tak bude mít spotřebu nejmenší, minerálka naopak největší [31].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - voda – rozliší různé typy vody, uvede příklad jejich výskytu a použití
- SŠ: obecná chemie, anorganická chemie
 - soustavy látek a jejich složení
 - vodík a jeho sloučeniny

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě spotřeby mýdlového roztoku rozliší destilovanou, pitnou a minerální vodu. (KG)
- Žák vlastními slovy vysvětlí rozdíl v obsahu minerálních látek v jednotlivých typech vody. (KG)
- Na základě pozorování žák vysvětlí nutnost změkčit tvrdou vodu pro praní s mýdlem. (AF)
- Na základě pozorování žák odvodí způsob vzniku zašednutí bílého prádla při praní v tvrdé vodě. (AF)

- Žák dodržuje pracovní postup. (AF)
- Žák dodržuje bezpečnost práce. (AF)

Informace k provedení:

- k výrobě mýdlového roztoku je potřeba použít prací mýdlo (velmi dobře funguje Jelen), nastroumat asi 10 g a zalít 200 ml horké vody nebo viz stanovení tvrdosti vody mýdlovým roztokem
- pokud je vodovodní voda tvrdá, je potřeba zvolit jako minerální vodu, takovou aby měla vysoký obsah minerálů (Bílinská kyselka, Zaječická hořká a podobně)
- pozor na „létající“ zábrusové špunty ke skleněným lahvím, je potřeba připomenout a ukázat, že při protřepávání se musí špunt držet

Pomůcky: kapátko, skleněná/ plastová průhledná lahev s víčkem

Chemikálie: destilovaná voda, vodovodní voda, minerálka, mýdlový roztok

Postup:

Do lahví odměřte 100 ml vzorku vody. Postupně kapátkem přidávejte malé množství mýdlového roztoku. Pozorujte změny ve vzorku. Poté lahví třepte 2-3 minuty a pozorujte pěnu, pokud se pěna ztrácí, přidejte zhruba stejné množství mýdlového roztoku a postup opakujte, zapište si počet přídavků. Odvoďte rozdíly v typech vody podle množství přídavků mýdla k jednotlivým typům.

Pozorování:

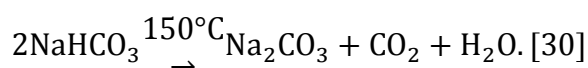
V lahvi s destilovanou vodou vzniká pěna velmi rychle, hned po prvním přídavku mýdla. Do vodovodní vody je potřeba ke stabilizaci pěny přidat mýdlového roztoku více. V minerální vodě se mýdlo po prvních přídavcích sráží, teprve po spotřebování všech kationtů solí, které jsou v minerální vodě obsaženy, se začne tvořit pěna.

[31,32]

3.2.4. Důkaz přítomnosti uhličitanu a hydrogenuhličitanu

Jedlá nebo také žaživací soda má vzorec NaHCO_3 , jde tedy o hydrogenuhličitan sodný. Používá se při výrobě prášku do pečiva, protože při jejím zahřívání se uvolňuje oxid uhličitý, který pečivo „nafoukne“, reakce probíhá podle rovnice 2:

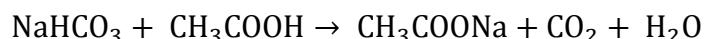
Rovnice 2: Reakce termického rozkladu hydrogenuhličitanu sodného



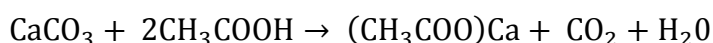
Uhličitan vápenatý je ve vodě nerozpustná látka. V přírodě se vyskytuje v podobě vápence nebo kalcitu. Dále jsou z něj vytvořeny schránky měkkýšů. Z vápence se původně vyráběly školní křídly. Ty se dnes ale vyrábí ze síranu vápenatého [26].

K důkazu přítomnosti hydrogenuhličitanu sodného a uhličitanu vápenatého se dá použít jejich reakce s kyselinou. Při této reakci vzniká oxid uhličitý, který bublá. Reakce probíhá dle rovnice 3 a 4:

Rovnice 3: Reakce hydrogenuhličitanu sodného s octem



Rovnice 4: Reakce uhličitanu vápenatého s octem



Zařazení do učiva:

- ZŠ: anorganické sloučeniny
 - soli kyslíkaté a nekyslíkaté – vlastnosti, použití vybraných solí
- SŠ: anorganická chemie
 - předvádí průběh typických reakcí anorganických sloučenin
 - s – prvky a jejich sloučeniny, p – prvky a jejich sloučeniny

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování určí, které látky obsahují hydrogenuhličitan a uhličitan. (KG)
- Žák odvodí jaký plyn se při reakci uvolňuje. (KG)
- Žák správně pracuje s třecí miskou a tloučkem. (PS)
- Žák dodržuje pracovní postup. (AF)
- Žák dodržuje bezpečnost práce s kyselinami. (AF)

Informace k provedení:

- na SŠ nebo pokud bude provedeno jako demonstrační pokus, lze použít tradiční kyselinu chlorovodíkovou, reakce je výraznější

- s octem nefunguje pokud je kalcit a ulita vcelku, je potřeba rozbít na menší části až prášek

Pomůcky: petriho misky nebo hodinová skla, třecí miska s tloučkem, kapátko, vzorek kalcitu, kladivo, hlemýždí ulita nebo jiná schránka měkkýše, školní křída, křemelina, prášek do pečiva

Chemikálie: ocet, jedlá soda

Postup:

Z ulity ulomte malý kousek a rozetřete ho v třecí misce, prášek vysypte na označené hodinové sklo. Z kalcitu odlomte menší kus a rozdrťte jej kladivem, částičky přeneste na jiné označené hodinové sklo. Odsypte část jedlé sody, nezapomeňte si hodinové sklo označit a odlomte část školní křída. Na každý vzorek kápněte ocet a pozorujte reakci.

Pozorování:

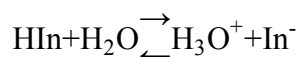
Při reakci kyseliny s uhličitánem nebo hydrogenuhlíčanem se uvolňuje oxid uhličitý, při reakci tedy vznikají bublinky a ozývá se slabé šumění. Pozitivní reakce tedy bude s jedlou sodou, ulitou a kalcitem, negativně vyjde pokus s křemelinou, kdy rozsvivky tvoří schránky z oxidu křemičitého. U školní křída záleží z čeho je vyrobena, většina dnešních kříd je ale ze síranu vápenatého, reakce bude tedy negativní.

Zpracováno dle [26,27]

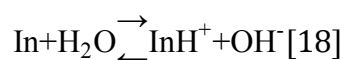
3.2.5. Reakce přírodních indikátorů s kyselinou a zásadou

Indikátory jsou látky, které můžeme použít např. pro vizuální indikaci konce acidobazické titrace. Většinou se jedná o slabé organické kyseliny nebo zásady, které se ve své disociované a nedisociované formě liší barvou. Reakci lze zapsat rovnicí 5 a 6, kde In je indikátor:

Rovnice 5: Disociace slabé kyseliny jako indikátoru



Rovnice 6: Disociace slabé zásady jako indikátoru



Látky obsažené v červeném zelí, borůvkách nebo ostružinách lze použít jako takovéto indikátory.

Zařazení do učiva:

- ZŠ: pozorování, pokus a bezpečnost práce, anorganické sloučeniny
 - vlastnosti látek
 - kyseliny a hydroxidy
- SŠ: obecná chemie, organická chemie
 - chemické reakce, vlastnosti látek
 - barviva

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák vlastními slovy na základě pozorování vysvětlí pojem indikátor. (KG)
- Žák rozliší kyselé a zásadité látky. (KG)
- Žák se orientuje na stupnici pH. (KG)
- Žák efektivně plánuje svou práci. (AF)
- Žák správně manipuluje s chemickým nádobím. (PM)

Informace k provedení:

- pokud budou výluhy připravovat žáci, dát jim jen 2
- žákům je dobré dát jeden, který reaguje hodně výrazně, aby neměli dva, které nereagují průkazně, ztratí motivaci
- pokud budou výluhy připraveny předem lze je konzervovat lihem, naředěním 1:1
- lze použít i kanadské borůvky, lépe ale reagují naše, mohou být mražené
- foto příloha XII

Pomůcky: kádinky, lžičky, zkumavky a stojan, lihový fix, nůž, prkénko, rychlovarná konvice, filtrační aparatura nebo cedník, kapátko, borůvky, ostružiny, červené zelí, rajčata případně rajský protlak, červená paprika

Chemikálie: ocet, jedlá soda, univerzální pH papírky

Postup:

Borůvky dejte do kádinky a rozmačkejte lžičkou, do další kádinky připravte stejným způsobem ostružiny. Rajčata, papriku a zelí nakrájejte na malé kousky a každou zeleninu dejte do zvláštní kádinky. Vroucí vodou zalijte ovoce a zeleninu v kádinkách, ponechte luhovat, mezi tím si připravte zásobní roztok octa naředěním 1:1 a zásobní roztok jedlé sody, do 150 ml vody nasypete lžičku jedlé sody a dobře promíchejte. Ve stojanu si označte zkumavky, tak abyste věděli, o jaké se jedná ovoce či zeleninu a zda reagovaly s octem či jedlou sodou. Určete pomocí univerzálních papírků pH roztoku octa a jedlé sody. Zfiltrujte nebo přeced'te vyluhované vzorky.

Do zkumavek rozlijte zásobní roztoky octa a jedlé sody. Do příslušných zkumavek přidejte pár kapek výluhu z ovoce nebo zeleniny a pozorujte změnu zbarvení.

Pozorování:

Výluhy zelí, borůvek a ostružin při reakci s kyselým octem změni barvu více k červené, naopak při reakci se zásaditým roztokem jedlé sody změni barvu do modra. Výluh z rajčat a papriky nereaguje průkazně.

Zpracováno dle [17]

3.2.6. Kyselé a zásadité potraviny a běžné látky v domácnosti

V soustavách kde dochází k předávání protonů se ustanovují tzv. protolytické rovnováhy. Příkladem může být disociace kyselin a zásad, kde dochází k předávání vodíkového kationtu, jako například u kyseliny octové (rovnice 7):

Rovnice 7: Disociace kyseliny octové ve vodě



S protolytickými reakcemi souvisí pH. Pojem pH je poměrně složitý na vysvětlení obzvláště na základní škole. Zde stačí uvést, že se jedná o veličinu, která určuje zda jsou látky kyselé nebo zásadité. Pokud je jejich pH nižší než 7 jedná se o látky kyselé, pH vyšší než 7 mají látky zásadité [26].

Na střední škole již lze k definici použít iontová součin vody a odvodit z něj vodíkový exponent tedy pH. pH je definováno jako záporně vzatý dekadický logaritmus aktivity noniových kationtů, matematický zápis vypadá takto (rovnice 8):

Rovnice 8: Matematický zápis definice vodíkového exponentu

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

Zařazení do učiva:

- ZŠ: pozorování, pokus a bezpečnost práce, anorganické sloučeniny
 - vlastnosti látek
 - kyseliny a hydroxidy
- SŠ: obecná chemie
 - chemické reakce, vlastnosti látek

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák rozliší kyselé a zásadité látky. (KG)
- Žák se orientuje na stupnici pH. (KG)
- Žák efektivně plánuje svou práci. (AF)
- Žák změří pH univerzálním pH papírkem. (PM)

Informace k provedení:

- včas zadat aby si žáci donesli vzorky z domácnosti
- počítat s tím, že zapomenou a připravit si své vzorky a nebo jinou práci
- pozor savo je žiravina, žáci na ZŠ by s ním neměli přijít do styku
- lze použít pH metr

Pomůcky: zkumavky, kádinky, hodinová skla, vzorky potravin – např. pomerančový džus, citron, coca-cola, mýdlo, jar a podobně

Chemikálie: univerzální pH papírky

Postup:

Tekuté potraviny nalijte do zkumavek, zeleninu nebo ovoce nakrojte a položte na hodinová skla. Pevné mýdlo navlhčete. Malé kousky univerzálního papírku namáčejte do tekutin nebo obtiskněte na řezu. Podle zbarvení určete pH jednotlivých vzorků a rozdělte na kyselé a zásadité.

Pozorování:

U některých potravin je zcela jasné, že budou mít kyselou reakci. Zásaditá je na příklad brokolice. Zajímavá je zde například reakce mýdla, kdy v reklamě je řečeno, že pH

mýdla je neutrální, ale podle reakce s univerzálním pH papírkem je mírně kyselé. Je to způsobeno, že pH mýdla je neutrální ke kůži, která je slabě kyselá. Je to z důvodu obrany před bakteriemi, protože většina z nich nesnáší kyselé prostředí, kyselá reakce kůže je tedy součástí imunitního systému.

Zpracováno dle [20]

3.2.7. Změní se pH pokud přidáme cukr stejně jako chuť?

Zařazení do učiva:

- ZŠ: pozorování, pokus a bezpečnost práce, anorganické sloučeniny
 - vlastnosti látek
 - kyseliny a hydroxidy
- SŠ: obecná chemie, organická chemie
 - chemické reakce, vlastnosti látek
 - barviva

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák rozliší kyselé a zásadité látky. (KG)
- Žák se orientuje na stupnici pH. (KG)
- Na základě pozorování žák vysvětlí nebezpečí spočívající v pravidelném pití velkého množství coca-coly. (AF)
- Žák změří univerzálním pH papírkem pH. (PM)

Informace k provedení:

- důsledně použít kelímek a kádinku – pravidla práce v laboratoři, z chemického nádobí se nejí a nepije
- lze použít i pH metr

Pomůcky: kelímek, kádinka, citron (pomeranč, grep, citronka)

Chemikálie: univerzální pH papírek

Postup:

Z citronu vymačkejte šťávu a rozdělte ji do kelímku a do kádinky na stejné množství. Z kelímku ochutnejte a v kádince změřte pH. Do kádinky i do kelímku přidejte stejné množství cukru a zamíchejte. Opět z kelímku ochutnejte a v kádince změřte pH.

Pozorování:

Přestože se chuť po přidání cukru změnila na méně kyselou až sladkou, podle množství cukru, které jste přidali. Hodnota pH se ale nezměnila, cukr neovlivní množství vodíkových kationtů, které jsou ve šťávě přítomny. Rozlišovat tedy látky na kyselé a zásadité podle chuti není možné. Stejně je to s coca-colou, obsahuje velké množství cukru a stejně má pH výrazně kyselé.

[33]

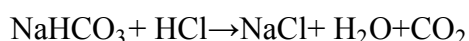
3.2.8. Neutralizace žaludeční kyseliny

Žaludek je vakovitý orgán, který slouží jako zásobník přijaté potravy. Dále se v něm mění tato potrava na tráveninu. Potrava je v žaludku díky pohybům stěn promíchávána a mechanicky zpracovávána. Důležitou součástí je i působení chemických látek na potravu v žaludku. Žaludeční žlázy vylučují tzv. žaludeční šťávu, ta obsahuje pepsinogen a kyselinu chlorovodíkovou o koncentraci 170 mmol/l. Za den vyloučí žaludeční žlázy asi 2,5 l této tekutiny [34].

Kyselina chlorovodíková má v žaludku několik funkcí. Vy tváří kyselé prostředí, díky kterému se inaktivní pepsinogen mění na aktivní pepsin. Má antibakteriální účinky a napomáhá rozrušovat strukturu některých potravin a tím tak usnadňuje trávení [34].

Vlivem např. nesprávné stravy může dojít k tzv. pálení žáhy neboli překyselení žaludku. Žaludeční šťávy se dostanou do oblasti jícnu, kde dráždí sliznice. Snadnou pomocí je požití jedlé sody, která kyselinu neutralizuje, tato reakce probíhá podle rovnice 9:

Rovnice 9: Reakce neutralizace kyseliny chlorovodíkové jedlou sodou



Zařazení do učiva:

- ZŠ: pozorování, pokus a bezpečnost práce, anorganické sloučeniny
 - vlastnosti látek
 - kyseliny a hydroxidy
- SŠ: obecná chemie, anorganická chemie
 - chemické reakce, vlastnosti látek

- p – prvky a jejich sloučenin

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák rozliší kyselé a zásadité látky. (KG)
- Žák se orientuje na stupnici pH. (KG)
- Žák vlastními slovy popíše funkci kyseliny chlorovodíkové v žaludku. (KG)
- Na základě pozorování popíše princip neutralizace žaludečních kyselin. (KG)
- Na základě výsledků zhodnotí účinnost léků a prostředků lidové medicíny na překyselení žaludku. (AF)
- Žák změří univerzálním pH papírkem pH. (PM)

Informace k provedení:

- zadat dostatečně dluho dopředu, aby žáci donesli z domova běžně dostupné léky proti pálení žáhy
- ne všechny tyto léky jsou na neutralizaci kyseliny, některé se používají jako blokátory tvorby kyseliny v žaludku, pH tedy nesníží, námět na diskuzi se žáky
- lze použít i „babské“ rady proti pálení žáhy
- lze použít i pH metr
- pro ZŠ jako demonstrační

Pomůcky: zkumavky, třecí miska s tloučkem, léky na pálení žáhy, jedlá soda, banán, jablko, mléko, bílý jogurt apod.

Chemikálie: univerzální pH papírek, 0,01 mol roztok kyseliny chlorovodíkové

Postup:

Změřte pH roztoku kyseliny. Malé množství roztoku kyseliny rozlijte do zkumavek. Jsou-li léky v podobě tablety, rozdrťte je a vsypte do zkumavky s kyselinou. Jedná-li se o tobolky, vsypte její obsah do zkumavky. Do dalších zkumavek přidejte malé množství jedlé sody, kousek banánu, trochu jogurtu případně nalijte trochu mléka. Ve všech zkumavkách změřte pH a porovnejte s původním pH kyseliny. Na základě výsledků zhodnoťte účinnost.

Pozorování:

Při podání léků na pálení žáhy by mělo dojít ke zvýšení pH směrem k neutrální hodnotě. Např. při podání jedlé sody se podle použitého množství lze dostat až do zásaditých hodnot. Některé léky ale nepůsobí na neutralizaci kyseliny, jedná se o blokátory vzniku kyseliny chlorovodíkové v žaludku. Jejich účinek na pH bude tedy velmi malý nebo nulový. Mléko se v kyselině srazí a pH zůstane stejné, stejný nulový účinek má banán a podobně.

Zpracováno dle [35]

3.2.9. Důkaz složení uhlovodíků

Organické sloučeniny můžeme rozdělit na dvě skupiny. Sloučeniny tvořené pouze uhlíkem a vodíkem se nazývají uhlovodíky a deriváty uhlovodíků, které obsahují ještě další prvek (prvky). Atomy uhlíku mají neomezenou schopnost řetězení a vytvářejí tak obrovskou škálu sloučenin [30].

Uhlovodíky dále rozdělit podle tvaru řetězce na acyklické neboli otevřené a cyklické, tedy kruhové [30].

Parafin, ze kterého se vyrábí svíčky, je bílá až nažloutlá amorfnní látka. Je složen z alkanů. Vyrábí se destilací ropy [36].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: organické sloučeniny
 - uhlovodíky
- SŠ: organická chemie
 - uhlovodíky a jejich klasifikace

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování popíše složení uhlovodíků. (KG)
- Žák správně manipuluje s chemickým nádobím. (PS)

Informace k provedení:

- pokus vyzkoušet s danou svíčkou předem, ne všechny svíčky jsou parafínové

Pomůcky: parafinová svíčka, velká kádinka nebo sklenice, hodinové sklo, sirky, bílý porcelánový talířek nebo střep

Postup:

Do kádinky umístěte parafinovou svíčku a zapalte ji. Nad plamen umístěte porcelánový střep. Pozorujte spodní část střepu. Po té kádinku zakryjte hodinovým sklem, pozorujte stěny kádinky.

Pozorování:

Porcelánový střep se pokryje sazemi, tím je dokázáno, že parafín, tedy uhlovodík, obsahuje uhlík. Stěna kádinky se orosí, což je důkaz, že v uhlovodících je obsažen i vodík, který při reakci s kyslíkem poskytuje právě vodu.

Zpracováno dle [19]

3.2.10. Důkaz hořlavé složky ve víně

Alkoholy jsou kyslíkaté deriváty. V alkoholech není na rozdíl od fenolů –OH skupina napojena na aromatický kruh [30]. Ethanol je příjemně vonící kapalina, je bezbarvý a hořlavý. Vzniká při etanolovém kvašení cukrů, čehož se využívá při výrobě alkoholických nápojů. Ethanol se používá jako palivo a rozpouštědlo [19]. Teplota varu ethanolu je 78 °C [30].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: organické sloučeniny
 - deriváty uhlovodíků
- SŠ: organická chemie
 - deriváty uhlovodíků a jejich klasifikace

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování odvodí vlastnosti ethanolu. (KG)
- Žák správně manipuluje s chemickým nádobím. (PS)
- Žák pracuje bezpečně s hořlavými látkami. (AF)

Informace k provedení:

- stačí obyčejné krabicové ovocné víno
- obal odnést domů, některé věci prostě nevysvětlíte
- na ZŠ pouze jako demonstrační pokus

Pomůcky: kulatá baňka, špunt s dírou, skleněná trubice, stojan, kahan, sirky

Chemikálie: víno

Postup:

Do kulaté baňky nalijte víno, asi do poloviny kulaté části, vložte varné kamínky. Baňku uzavřete špuntem, kterým je protažená skleněná trubice, ta musí zůstat nad hladinou vína. Baňku umístěte do stojanu a začněte zahřívat. Až začne víno vřít, zapalte páry vycházející ze skleněné trubice.

Pozorování:

Páry vycházející z baňky se zapálí, vypařuje se látka, která je hořlavá tedy alkohol – etanol.

Zpracováno dle [19]

3.2.11. Důkaz škrobu

Důkaz škrobu se provádí roztokem jodu. Jod není rozpustný ve vodě ale v roztoku jodidu draselného. Tento jev objevil francouzský lékař Lugol, po kterém je toto činidlo pojmenováno Lugolův roztok. Důkaz spočívá v tom, že při styku jodu se škrobem se původní barva roztoku změní z hnědé na tmavě modrou až černou (temně fialovou) [26].

Škrob je bílá krystalická látka, kterou můžeme zařadit do skupiny sacharidů. Najdeme ji v různých částech rostlin, kde má zásobní funkci. Z rostlin se škrob také získává, v obchodech se můžeme setkat se škrobem bramborovým nebo třeba kukuřičným. Je významnou součástí jídelníčku [19].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: organické sloučeniny
 - přírodní látky
- SŠ: biochemie
 - sacharidy

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování popíše vlastními slovy důkazovou reakci jodu a škrobu. (KG)
- Žák správně manipuluje s chemickým nádobím. (PS)

Informace k provedení:

- schovávat prošlé jodové dezinfekce ze školních lékárniček – musí být ale ve skříni s chemikáliemi

Důkaz škrobu

Pomůcky: petriho miska, kapátko

Chemikálie: škrob, betadine nebo jodisol, Lugolův roztok (SŠ)

Postup:

Na petriho misku dejte malé množství škrobu. Na škrob přikápněte betainu (Lugolův roztok) nebo ho postříkejte jodisolem. Pozorujte změnu zbarvení roztoku.

Pozorování:

Po kápnutí jodového roztoku na škrob se změní barva roztoku po reakci z jódem na modrou až fialovou.

Zpracováno dle [19]

3.2.12. Důkaz škrobu v potravinách

Zařazení do učiva:

- ZŠ: organické sloučeniny
 - přírodní látky
- SŠ: biochemie
 - sacharidy

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování popíše vlastními slovy důkazovou reakci jodu a škrobu. (KG)
- Žák na základě pozorování rozdělí potraviny podle obsahu škrobu. (KG)
- Žák určí, zda daná potravina škrob obsahovat má, své tvrzení zdůvodní. (AF)
- Žák dodržuje postup práce. (AF)

Informace k provedení:

- zadat včas aby si žáci donesli vzorky potravin
- upozornit, aby je nenasypali do jednoho sáčku z důvodu „kontaminace“ vzorků
- počítat s tím, že žáci zapomenou – přinést vlastní vzorky nebo připravit i jinou práci
- zjistit si základní složení běžných potravin

Pomůcky: petriho misky nebo hodinová skla, nůž, kapátko, vzorky potravin, škrob

Chemikálie: pro ZŠ betadine nebo jodisol, pro SŠ Lugolův roztok

Postup:

Na první hodinové sklo nasype malé množství škrobu, na další umístěte malé vzorky potravin. Na každý vzorek potravin kápněte betadinu (Lugolův roztok) a pozorujte změnu zbarvení roztoku, změnu porovnejte se změnou barvy na vzorku škrobu. Rozhodněte zda daná potravina obsahuje škrob a výsledky uveďte do tabulky. Porovnejte výsledky se složením potravin uvedeným na obalu, případně dohledejte na internetu přibližné složení daného výrobku, do tabulky uveďte, zda v dané potravine škrob má být či nikoliv.

Pozorování:

Pokud potravina obsahuje škrob, změni jodový roztok po reakci se škrobem barvu na modrou až tmavě fialovou.

Zpracováno dle [28]

3.2.13. Důkaz škrobu – kouzelné písmo

Zařazení do učiva:

- ZŠ: organické sloučeniny
 - přírodní látky

- SŠ: biochemie
 - sacharidy

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování popíše vlastními slovy důkazovou reakci jodu a škrobu. (KG)
- Žák správně manipuluje s chemickým nádobím. (PS)

Informace k provedení

- nutný filtrační papír, u kancelářského se používá jako plnidlo škrob, papír tedy zmodrá celý
- lepší je jodisol, je to sprej, betadine se musí roztírat štětcem a rozetřou se i nápisy
- nutné upozornit žáky, že se zviditelní vše a nemají tedy psát vulgarismy a malovat vulgární symboly
- Lugolův roztok je lepší nalít do rozprašovače, stejný problém jako u betadine
- foto příloha XIII a XIV

Pomůcky: kádinka, štětec, filtrační papír, rozprašovač

Chemikálie: jodisol nebo betadine, pro SŠ Lugolův roztok

Postup:

Vytvořte roztok škrobu, do kádinky nasypete asi lžičku škrobu a zalijte 100 ml teplé vody, pořádně rozmíchejte (máte – li možnost, zalijte škrob studenou vodou, rozmíchejte a zahřejte v mikrovlnné troubě). V roztoku namáchejte štětec a na filtrační papír napište vzkaz nebo namalujte obrázek. Výtvořte nechte zaschnout a poté přestříkejte nebo přetřete jodisolem. Pozorujte změnu.

Pozorování:

Po přetření papíru dojde k reakci škrobu a jodového roztoku a místa se škrobem se zviditelní, změní barvu na modrou až fialovou.

Zpracováno dle [19,28]

3.2.14. Důkaz vzniku oxidu uhličitého při kvašení

Při ethanolovém kvašení neboli etanolové fermentaci dochází k přeměně cukru na pyruvát a následně přes acetaldehyd na ethanol. Tento způsob odbourávání sacharidů používají hlavně kvasinky.

Tento postup je asi nejdéle známá technologie. Nejvíce se používá k výrobě ethanolu pro potravinářské a lékařské účely, ale může proběhnout i spontánně v cukernatých hmotách. Dále se s ním setkáváme při kynutí pečiva, kdy kvasnice produkují kromě ethanolu i oxid uhličitý. Ethanolové kvašení probíhá podle rovnice 10:

Rovnice 10: Rovnice alkoholového kvašení



Zařazení do učiva:

- ZŠ: anorganické sloučeniny, organické sloučeniny
 - oxidy
 - přírodní látky
- SŠ: anorganická chemie, organická chemie, biochemie
 - p – prvky a jejich sloučeniny
 - deriváty uhlovodíků
 - sacharidy

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování odvodí vznik plynu při kvašení. (KG)
- Žák na základě pozorování odvodí vlastnosti oxidu uhličitého. (KG)
- Žák definuje nebezpečí hrozící při výrobě burčáku. (AF)

Informace k provedení:

- pozor na velikost lahve, aby droždí „nevyběhlo“ až do balónku
- pokud balónek špatně drží na lahvi, je třeba ho zajistit gumičkou
- při vypouštění plynu ke svíčce pozor na sfouknutí svíčky proudem plynu
- lze použít i při výuce přírodopisu, třeba jen jako důkaz vzniku plynu

- foto příloha XVI

Pomůcky: větší kádinka, malá kádinka 2x, nebo 1x skleněná miska, lahev (od sirupu, vína), balónek, lžička, droždí, cukr

Postup:

Ohřejte si vodu v rychlovarné konvici, smíchejte ji se studenou, tak aby vás přes sklo voda nepálila do prstů. Do lahve nasypete dvě lžičky cukru a přidejte půl kostky droždí, zalijte teplou vodou. Na hrdlo lahve navlékněte balónek. Lahev umístěte do větší kádinky, do které nalijte teplou vodu. Vytvoříte tím improvizovaný inkubátor. Nechte stát, balónek se začne nafukovat. Zatím si do další menší kádinky připravte svíčku a zapalte ji. Až bude balónek dostatečně nafouknutý, zatočte jeho spodní část, tak aby vám plyn neunikl. Balónek sejměte z lahve. Plyn opatrně vypusťte do kádinky a pozorujte.

Pozorování:

Po vypuštění plynu svíčka zhasla. Je to způsobeno tím, že při kvašení vzniká oxid uhličitý, který nepodporuje hoření. Této vlastnosti se využívá v hasicích přístrojích. Je těžší než vzduch, proto zhasne svíčku na dně sklenice.

Zpracováno dle [19]

3.2.15. Důkaz funkce amylázy

V ústech se přijatá potrava zpracovává mechanicky zuby a mísí se slinami, které začínají chemické trávení přijaté potravy. Slinné žlázy produkují enzym ptyalin neboli amylázu. Tento enzym katalyzuje štěpení škrobu na disacharid maltózu. Enzymatická reakce probíhá na α -glykosidové vazbě mezi jednotkami škrobu a glykogenu. Amyláza neštěpí β -glykosidové vazby v celulóze, proto je pro člověka nestravitelná [34].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: organické sloučeniny
 - přírodní látky
- SŠ: biochemie
 - sacharidy
 - enzymy

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní

- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák na základě pozorování popíše vlastními slovy důkazovou reakci jodu a škrobu. (KG)
- Žák na základě pozorování odvodí funkci amylázy. (KG)

Informace k provedení:

- nejlepší je obyčejná bílá houska nebo rohlík
- nepočítat s tím, že si donesou žáci, stačí 3 housky na třídu (i s rezervou, protože půlku spolknou)
- housku je potřeba opravdu pořádně rozkousat, aby se promíchala se slinami

Pomůcky: petriho miska nebo hodinové sklo, kapátko, houska

Chemikálie: betadine nebo jodisol (ZŠ), Lugolův roztok (SŠ)

Postup:

Vezměte si dva kousky housky, jeden položte na hodinové sklo. Druhý vložte do úst a pečlivě rozkousejte. Po rozkousání vložte kousek na hodinové sklo. Na oba kousky přikápněte jodový roztok a pozorujte změnu zbarvení.

Pozorování:

Nerokousaný kousek housky obsahuje škrob, proto jodový roztok vykazuje pozitivní reakci na škrob – zmodrá. Na kousek v ústech působila amyláza a škrob v něm obsažený rozložila na jednodušší cukry, reakce s jodem tak nemůže proběhnout a jodový roztok tak barvu nezmění.

Zpracováno dle [28]

3.3.Kvantitativní analýza

3.3.1. Kolorimetrie

Tato metoda je založena na podobném principu jako spektrofotometrie. Čím koncentrovanější roztok látky je, tím je jeho barva výraznější, tmavší. Z toho vyplývá, že ji lze použít pouze u barevných látek. Vyhodnocení probíhá „okometricky“. Přibližné složení roztoku určíme shodou barevné škály vzorku se standardními roztoky známého složení [37].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - koncentrace roztoku, koncentrovanější a zředěný roztok
- SŠ: obecná chemie
 - veličiny a výpočty v chemii, soustavy látek a jejich složení

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák připraví roztoky podle návodu. (PM)
- Žák správně pipetuje. (PM)
- Žák porovná na základě pozorování neznámý vzorek se standardními roztoky. (KG)
- Žák vypočte složení roztoku. (KG)
- Žák vysvětlí vlastními slovy princip kolorimetrie. (KG)

Informace k provedení

- na SŠ lze použít barevné chemické látky např. pentahydrát síranu měďnatého
- na ZŠ lze použít inkoust případně razítkovou barvu
- pozor razítková barva jde velmi špatně umýt a vyprat, je lepší použít rukavice
- zásobní roztok připravit z 5 g barvy na razítka a 250 ml vody
- jako neznámý vzorek použít koncentraci jednoho ze standardních roztoků
- foto příloha XV

Pomůcky: dělená pipeta, zkumavky, stojan, bílý papír

Chemikálie: zásobní roztok barviva, voda, neznámý vzorek

Postup:

Podle tabulky 1 připravte standardní roztoky. Pozorujte změnu barvy se změnou koncentrace roztoku. Porovnejte neznámý vzorek se standardy a spočítejte jeho koncentraci. Pro lepší porovnání použijte jako podklad za zkumavky bílý papír.

Tabulka 1: Příprava standardních roztoků pro kolorimetrii

roztok č.	1	2	3	4	5	6
zásobní roztok (ml)	10	8	6	4	2	0
voda (ml)	0	2	4	6	8	10

Pozorování:

Standardní roztoky mění svou barvu s koncentrací, čím koncentrovanější roztok je, tím tmavší je jeho barva. Porovnáním se standardy se dá určit koncentrace neznámého roztoku. Na podobném principu funguje moderní spektrometrie.

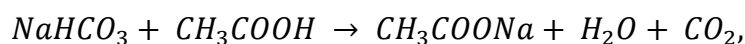
Zpracováno dle [38]

3.3.2. Stanovení obsahu hydrogenuhličitanu sodného

Tato reakce probíhá jako acidobazická titrace. Při ní se využívá neutralizační reakce kyseliny a zásady. V tomto případě se jedná o acidimetrii, tedy o stanovení zásady odměrným roztokem kyseliny. Pro standardní titraci se používají silné kyseliny jako kyselina chlorovodíková, kyselina sírová nebo kyselina chloristá [18].

Reakce, která bude probíhat při tomto stanovení, se dá zapsat takto (rovnice číslo 11):

Rovnice 11: Reakce titrace hydrogenuhličitanu sodného octem



Z rovnice vyplývá že na neutralizaci jedné molekuly hydrogenuhličitanu sodného je potřeba jedna molekula kyseliny octové. Pro výpočet tedy budeme vycházet z toho, že látkové množství hydrogenuhličitanu sodného v prášku do pečiva se rovná spotřebovanému látkovému množství kyseliny octové.

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - koncentrace roztoku, koncentrovanější a zředěný roztok
 - pitná voda
- SŠ: obecná chemie, anorganická chemie
 - veličiny a výpočty v chemii, soustavy látek a jejich složení
 - vodík a jeho sloučeniny

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní

- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák správně provede titraci. (PM)
- Žák správně odměří použité množství octa. (PM)
- Žák měří pH. (PM)
- Žák vypočte obsah hydrogenuhličitanu sodného v prášku do pečiva. (KG)
- Žák vysvětlí vlastními slovy princip průběhu důkazové reakce. (KG)
- Žák vytvoří graf z naměřených hodnot. (KG)

Informace k provedení:

- ocet lze považovat díky přísným potravinářským normám za standardizovaný roztok
- pro ZŠ je lepší použít pH metr
- na ZŠ určete inflexní bod společně
- na ZŠ je časově výhodnější spočítat obsah hydrogenuhličitanu společně
- na SŠ lze použít jako indikátor fenolftalein (titrace do odbarvení) nebo methyloranž (ze žlutého do cibulového zbarvení)

Pomůcky: byreta, titrační baňka, váha, hodinové sklo, lžička

Chemikálie: prášek do pečiva, ocet, methyloranž nebo fenolftalein

Postup:

Navažte přibližně přesně 1,00 g prášku do pečiva. Rozpusťte ho v 50 ml vody. Změřte pH a zaznamenejte hodnotu do tabulky. Roztok titrujte octem. Po každém přidavku 0,5 ml octa změřte pH, hodnoty zaznamenejte do tabulky. Titrujte do spotřeby 10 ml octa. Naměřené hodnoty vynesete do grafu a určete inflexní bod. Spočítejte obsah hydrogenuhličitanu sodného v prášku do pečiva.

Pozorování:

Roztok prášku do pečiva má zásadité pH, při přidavcích octa se hodnota pH bude měnit směrem ke kyselým hodnotám.

3.3.3. Stanovení tvrdosti vody pomocí mýdlového roztoku

Princip této úlohy se shoduje s principem v úloze „rozlišení typů vody mýdlovým roztokem“. Při reakci mýdlového roztoku s ionty vápníku a hořčíku vznikají nerozpustná mýdla, nemůže se tak vytvořit pěna, dokud se všechny tyto ionty nevysráží. Jediným rozdílem oproti zmíněné úloze je, že je potřeba provést standardizaci roztoku mýdla na chlorid vápenatý [31].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - koncentrace roztoku, koncentrovanější a zředěný roztok
 - pitná voda
- SŠ: obecná chemie, anorganická chemie
 - veličiny a výpočty v chemii, soustavy látek a jejich složení
 - vodík a jeho sloučeniny

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák správně provede titraci. (PM)
- Žák správně odměří použité množství titračního činidla. (PM)
- Žák vypočte tvrdost vody. (KG)
- Žák vysvětlí vlastními slovy princip průběh důkazové reakce. (KG)
- Žák vlastními slovy objasní pojem tvrdost vody. (KG)
- Žák vysvětlí nebezpečí tvrdé vody pro domácí spotřebiče. (AF)

Informace k provedení:

- mýdlový roztok připravit z 10 g nastrohaného mýdla a 160 g lihu, tuto směs povařit 5 minut, dolít 100 ml destilované vody, pokud zůstane nerozpuštěné mýdlo přefiltrovat
- standardizace roztoku na chlorid vápenatý
- pro ZŠ titrační roztok připravit předem
- pro ZŠ přepočítat objem mýdla na např. německé stupně tvrdosti (1 mmol/l Ca odpovídá 5,6°N)

- pokus i se standardizací časově náročný
- vzorek pitné vody bude mít spotřebu kolem 4 ml, podzemní voda kolem 8 ml

Pomůcky: byreta, sklenice se zátkou, odměrný válec

Chemikálie: mýdlový roztok, vzorek pitné vody

Postup:

Odměrným válcem odměřte 100 ml vzorku vody a přelijte do sklenice. Vzorek titrujte. Po každém přidavku mýdla intenzivně třepejte sklenicí několik minut. Pokud se nevytvoří pěna přidejte titrační roztok. Pokud se pěna vytvoří otevřete sklenici a proveďte sluchovou zkoušku. Pokud pěna praská přidejte další titrační činidlo. Postup opakujte dokud se nevytvoří stabilní pěna, která vydrží alespoň 5 minut a je asi 1 cm vysoká.

Pozorování:

Dokud se ve vodě nachází volné ionty solí, mýdlo se sráží. Pěna se začíná tvořit až s ubývajícími minerály, stabilní pěna vznikne až jsou-li všechny soli vysrážené.

Zpracováno dle [31].

3.3.4. Spektroskopické stanovení obsahu chininu v toniku

Spektrofotometrie je kvantitativní analytická metoda, kterou lze použít ke stanovení různých anorganických a organických látek. Pro stanovování se používá světlo ve viditelné a ultrafialové oblasti (VIS/UV). Pokud analyzovaná látka sama světlo v této oblasti neabsorbuje, nechá se nejdříve reagovat s vhodným činidlem, tak aby vznikl přesně definovaný barevný produkt. Intenzita zabarvení roztoku je přímo úměrná hodnotě koncentrace analyzované látky v roztoku. Absorbance je přímo úměrná koncentraci látky v roztoku, což vyjadřuje Lambertův – Beerův zákon (rovnice 12):

Rovnice 12: Lambertův – Beerův zákon

$$A_{\lambda} = \varepsilon_{\lambda} \cdot d \cdot c,$$

kde A_{λ} je absorbance při určité vlnové délce λ , ε_{λ} je molární absorpční koeficient v jednotce $\text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, d je délka kyvety v cm a c je molární koncentrace v mol/dm^3 . V praxi ale molární absorpční koeficient neznáme. Používá se tedy metoda kalibrační křivky, kdy se proměří řada standardních roztoků o přené koncentraci, z naměřených hodnot se sestaví graf kalibrační křivky. Protože se jedná o lineární závislost bude závislost absorbance na koncentraci vyjádřena vztahem (rovnice 13):

Rovnice 13: Vztah pro lineární závislost absorbance na koncentraci

$$A = a + b \cdot c,$$

proložením přímkou zjistíme hodnoty a a b . Po změření absorbance vzorku s neznámou koncentrací dosadíme hodnotu do rovnice a spočítáme neznámou koncentraci vzorku [39].

Zařazení do učiva:

- ZŠ: směsi
 - koncentrace roztoku, koncentrovanější a zředěný roztok
- SŠ: obecná chemie
 - veličiny a výpočty v chemii, soustavy látek a jejich složení

Klíčové kompetence

- ZŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- SŠ – k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Cíle:

- Žák vlastními slovy objasní princip spektrofotometrie. (KG)
- Žák stanoví naředění vzorku toniku. (KG)
- Žák odměří správně předepsaný objem kapaliny. (PM)

Informace k provedení:

- chinin emituje pod UV světlem světlo o vlnové délce přibližně 450 nm
- intenzita emitovaného světla při čistém toniku je asi 0,8, při naředění 1:1 klesá na 0,6
- pokus je spíše demonstrační kvůli přístrojovému vybavení
- podle obsahu chininu v toniku lze přepočítat i na koncentraci

Pomůcky: zkumavky, pipeta, spektrofotometr, tonik

Postup:

Podle tabulky 2 připravte sadu standardních roztoků a proměřte jejich absorbance. Naměřené hodnoty vynesete do grafu. Změřte absorbanci neznámého vzorku a pomocí grafu určete jeho ředění.

Tabulka 2: Příprava standardních roztoků pro spektrofotometrii toniku

standard č.	1	2	3	4	5	6
tonik (ml)	25	20	15	10	5	0
voda (ml)	0	5	10	15	20	25

Pozorování:

Při měření se projeví lineární závislost absorbance na koncentraci, čím menší bude koncentrace tím nižší bude absorbance.

Zpracováno dle [40].

Závěr

Cílem práce bylo sestavit soubor pokusů s tematikou analytické chemie, tak aby byly uskutečnitelné ve výuce na základní případně střední škole. Těmito pokusy se zabývá kapitola 3, která obsahuje celkem 33 pokusů. Tyto pokusy pokrývají učivo základní a střední školy, tak aby podpořily převod abstraktních znalostí ke konkrétním zkušenostem. Většina pokusů je velmi nenáročná na chemikálie a přístrojové vybavení. Toto řešení vyplynulo z dotazníkového šetření, které ukázalo, že učitelé považují za překážku při experimentální výuce vybavenost školy chemikáliemi a chemickým nádobím a přístroji.

Součástí každého pokusu jsou informace k provedení, které vyplynuly při zkoušení návodů se žáky. Informace by měly upozornit na krizová místa experimentu a usnadnit tak práci učitelů.

V první kapitole jsou uvedeny didaktické podklady k provedení pokusů a ukotvení experimentální výuky v kurikulárních dokumentech. Z této kapitoly vyplývá, že nelze experimentální výuku vynechat a musí být ve školách zachována.

Druhá kapitola uvádí povinnosti, které jsou spojeny s prováděním pokusů a uchováváním chemikálií. Jsou zde uvedeny povinné dokumenty, které je potřeba zpracovat, aby byly dodrženy legislativní podmínky. Důležitou informací je zde, že škola je povinna žákům poskytnout osobní ochranné pracovní pomůcky.

Závěrem mohu napsat, že zachování experimentální výuky při dodržení stávající legislativy je možné. Pokusy žáky velmi baví a motivují je k dalšímu studiu chemie, což je rozhodně pozitivní jev.

Resumé

In recent years (2015 -2017), there were approved many legislative changes which have limited pupils' and students' work with chemicals. This diploma thesis deals with these legislative rules and students' possibilities mainly to carry out students' experiments during lessons of Chemistry.

The aim of the thesis was to find experiments of analytic Chemistry which can be carried out by students in accordance with all these legislative limits. The thesis contains didactical explanation of necessity to preserve experimental teaching of Chemistry at Primary and Secondary schools. There was used older literature with instructions for laboratory work and these instructions of experiments were modified in accordance with contemporary rules.

The thesis contains instructions for 33 experiments of analytic Chemistry to implement whole the curriculum of Chemistry at Primary and Secondary schools. Inside the thesis, there is described where to use each experiment, that means which curriculum it can be used for, to support a conversion from an abstract knowledge to the concrete practice. There is the information about an experiment and the results of experimental instructions tested with students.

Zdroje:

- [1] Skalková, Jarmila, *Obecná didaktika*, 2, rozšířené a aktualizované vydání, Grada Publishing, a. s., Praha, 2008.
- [2] Balada, Jan, *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, Pomůcka na pomoc učitelům (aktuální znění k 1 9 2010)*, (2010).
- [3] J. Balada, *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G*, Výzkumný ústav pedagogický v Praze, Praha, 2007.
- [4] P.A.S. Jakub Marek, Petr Kožmín Marcela Skřehotová, *Nová právní úprava pro nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými směsmi*, 2016 (2016) 517–523.
- [5] Petr A. Skřehot, Jakub Marek, Marcela Skřehotová, František Houser, Ján Pila, *Požadavky na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví žáků při používání nebezpečných chemických látek během praktické výuky chemie*, Chem. Listy, 2016 (2016) 947 – 952.
- [6] *Zákon č 258/2000 Sb o ochraně veřejného zdraví, ve znění poslední úpravy zákonem č 267/2015 Sb*, 2015.
- [7] *Zákon č 262/2006 Sb Zákoník práce (ve znění pozdějších předpisů)*, 2006.
- [8] *Pravidla pro nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a přípravky*, (2017).
- [9] S.M. Skřehot Petr A., *Nové standardy pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v laboratořích*, in: Brno, 2018.
- [10] *ČSN 01 8003 Zásady pro bezpečnou práci v chemických laboratořích*, 2018.
- [11] *NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č 1272/2008 ze dne 16 prosince 2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení (ES) č 1907/2006*, 2008.
- [12] *Základní pravidla bezpečné práce s hořlavými a vysoce hořlavými látkami*, (2018).
- [13] *První pomoc při zasažení žíravinami a dalšími látkami, vyvolávajícími otok plic*, (2018).
- [14] *První pomoc při zasažení látkami, klasifikovanými jako toxické a vysoce toxické*, (2018).
- [15] *První pomoc při zasažení látkami, klasifikovanými jako zdraví škodlivé*, (2018).
- [16] *První pomoc při zasažení látkami, klasifikovanými jako dráždivé*, (2018).
- [17] J. Škoda, P. Doulík, J. Pánek, *Chemie 8: pro základní školy a víceletá gymnázia*, Fraus, Plzeň, 2006.
- [18] F. Opekar, *Základní analytická chemie pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavním studijním oborem*, Karolinum, Praha, 2002.
- [19] Pumpr, Václav, Beneš, Pavel, *Chemie pro základní a občanskou školu*, Kvarta, Praha, 1996.
- [20] Adamkovič, Emil, Beneš, Pavel, Pumpr, Václav, Šramko, Tibor, Tomeček Otto, *Chemie: Pro 7 ročník základní školy*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1990.
- [21] Pachmann, Eduard, Branýr, Jiří, Beneš, Pavel, Dostál, Petr, Holada, Karel, *Chemicko-biologická praktika pro 7 ročník experimentálních základních škol*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1979.
- [22] J. Kotek, *Univerzita Karlova, Laboratorní technika*, Karolinum, Praha, 2007.
- [23] *Když se řekne úprava vody*, (2018).
- [24] M. Horáková, *Analytika vody, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze*, Praha, 2003.
- [25] *nedohledán, Karty s žakovskými pokusy*, (n.d.).
- [26] M. Bárta, *Chemické sloučeniny kolem nás: anorganika*, 2017.

- [27] M. Bárta, Chemické prvky kolem nás: [pro úspěšný start studia chemie, Edika, Brno, 2012.
- [28] M. Klečková, P. Los, Seminář a praktikum z chemie pro 2 stupeň základní školy, SPN - pedagogické nakladatelství, Praha, 2003.
- [29] Z. Vodrážka, Biochemie 3, 3, Academia, Praha, 1993.
- [30] J. Vacík, Přehled středoškolské chemie, SPN-pedagogické nakladatelství, Praha, 1999.
- [31] Dr. Tomíček Oldřich, Odměrna analyza, Československá chemická společnost pro vědu a průmysl, Praha, 1949.
- [32] Knor, Luděk, Knorová, Eva, Pokusy v chemii I díl soubor námětů a návodů žákovských prací na ZDŠ, Komenium, Praha, 1974.
- [33] Böhm Pavel, Přírodovědný Inspiromat, (2016).
- [34] I. Novotný, M. Hruška, Biologie člověka: pro gymnázia, Fortuna, Praha, 2002.
- [35] Bílek, Neutralizace žaludeční kyseliny, (2018).
- [36] Parafín, (2018).
- [37] Kolorimetrie, (2018).
- [38] Kolorimetrie - návod, (2018).
- [39] Základní praktika z analytické chemie, Přírodovědecká fakulta UK, Katedra analytické chemie, Praha, 2011.
- [40] Böhm, Pavel, Přírodovědný Inspiromat - Teplice, (2018).

Seznam chemikálií

ethanol
fenolftalein
hydrogenuhličitan sodný - jedlá soda
chlorid draselný
chlorid lithný
chlorid sodný
chlorid vápenatý
inkoust
jodisol
kyselina chlorovodíková 0,01mol
kyselina octová 8% roztok - ocet
Lugolův roztok
methylořanž
minerální voda
prací mýdlo
stolní olej
terpentýnový olej
univerzální pH papírky
víno
vodovodní voda

Seznam tabulek

Tabulka 1: Příprava standardních roztoků pro kolorimetrii	83
Tabulka 2: Příprava standardních roztoků pro spektrofotometrii toniku	88

Seznam grafů

graf 1: Rozložení respondentů podle typů škol, na kterých učí.....	12
graf 2: Rozložení respondentů z hlediska délky jejich pedagogické praxe.....	12
graf 3: Provádění demonstračních pokusů a jejich četnost.....	13
graf 4: Provádění žákovských pokusů a jejich četnost.....	13
graf 5: Graf závislosti provádění demonstračních pokusů na délce praxe, přepočítáno na procentuální zastoupení v rámci délky praxe.....	14
graf 6: Graf závislosti provádění žákovských pokusů na délce praxe, přepočteno na procentuální zastoupení v rámci délky praxe.....	14
graf 7: Překážky pro provádění demonstračních pokusů ve výuce chemie.....	15

graf 8: Překážky pro provádění žákovských pokusů ve výuce chemie (pole nedostatečné informace o možnostech použití chemikálií).....	15
graf 9: Výsledky otázky: Množství a dostupnost ověřených návodů na chemické pokusy považujete za (ohodnoťte jako ve škole).....	16
graf 10: Výsledky otázky: Dostupnost informací o změnách příslušných norem, zákonů a nařízení považujete za (ohodnoťte jako ve škole).....	17
graf 11: Výsledky otázky: Dostupnost informací o povinnostech učitele chemie, jako je vedení knihy jedů, vedení seznamu o chemických látkách i mimo laboratoř, zajištění likvidace nebezpečných odpadů a podobně, považujete za (ohodnoťte jako ve škole)	17
graf 12: Výsledky otázky: Dostupnost informací o možnosti použití chemických látek a směsí pro žákovské pokusy považujete za (ohodnoťte jako ve škole)	18
graf 13: Výsledky otázky: Žákům během žákovských pokusů poskytujete tyto ochranné pomůcky.	21
graf 14: Poskytované pomůcky v závislosti na typu škol.....	22

Seznam rovnic

Rovnice 1: Distribuční koeficient.....	47
Rovnice 2: Reakce termického rozkladu hydrogenuhličitanu sodného.....	64
Rovnice 3: Reakce hydrogenuhličitanu sodného s octem	65
Rovnice 4: Reakce uhličitanu vápenatého s octem	65
Rovnice 5: Disociace slabé kyseliny jako indikátoru.....	66
Rovnice 6: Disociace slabé zásady jako indikátoru.....	66
Rovnice 7: Disociace kyseliny octové ve vodě	68
Rovnice 8: Matematický zápis definice vodíkového exponentu	68
Rovnice 9: Reakce neutralizace kyseliny chlorovodíkové jedlou sodou	71
Rovnice 10: Rovnice alkoholového kvašení	79
Rovnice 11: Reakce titrace hydrogenuhličitanu sodného octem.....	83
Rovnice 12: Lambertův –Beerův zákon	86
Rovnice 13: Vztah pro lineární závislost absorbance na koncentraci	87

Seznam příloh

Příloha I: Ukázka pravidel pro zacházení s nebezpečnými látkami a směsmi	I
Příloha II: Piktogramy GHS pro značení NCHLS.....	VII
Příloha III: Měření rychlosti sedimentace	VIII
Příloha IV: Měření rychlosti a účinnosti filtrů	VIII
Příloha V: Návod na pokus „Oddělení směsi oxidu křemičitého, železných pilin a chloridu sodného“	IX
Příloha VI: Protokol k pokusu „Adsorpce barviva a filtrace“	X
Příloha VII: Oddělení vody a oleje.....	XI
Příloha VIII: Extrakce	XI
Příloha IX: Chromatografie na papíře	XII
Příloha X: Chromatografie na křídě	XII
Příloha XI: Protokol k pokusu „Rozlišení vody podle odparku“	XIII
Příloha XII: Přírodní indikátory	XIV
Příloha XIII: Kouzelné písmo 1	XIV
Příloha XIV: Kouzelné písmo 2	XV
Příloha XV: Kolorimetrie	XV
Příloha XVI: Důkaz vzniku oxidu uhličitého při kvašení	XVI

Přílohy

Příloha I: Ukázka pravidel pro zacházení s nebezpečnými látkami a směsmi

Pravidla pro nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi

ZŠ Klášterec nad Ohří, Krátká 676, okr. Chomutov

pracoviště: Strojovna bazénu

Používané látky a přípravky:

- kyselina sírová 96%
 - skladování: ve strojovně bazénu (místnost číslo 221), těsný uzavřený obal, na suchém místě
 - použití: automatické dávkování do systému bazénu
 - ochranné pomůcky: rukavice, ochranný oděv, obličejový štít
 - zacházení: při manipulaci vždy používat ochranné pomůcky viz výše, dodržovat zásady hygieny
 - první pomoc:
 - při vdechnutí: vynést postižené na čerstvý vzduch, nenechat ho chodit, dle situace zabezpečit lékařskou pomoc
 - při styku s kůží: odstranit potřísněný oděv a obuv, zasažené místo omýt velkým množstvím vlažné vody, místo omývat 10 – 30 min, během mytí ze zasažených míst sundat prstýnky a podobně, zasažené místo sterilně překrýt, dle situace volat záchrannou službu nebo zajistit lékařské ošetření
 - při zasažení oka: otevřené oko vyplachovat proudem čisté vody 10- 30 min, pokud má postižený kontaktní čočky ihned je vyjmout, dle situace zavolat záchrannou službu, vždy zajistit odborné lékařské ošetření
 - při požití: vypláchnout ústa vlažnou vodou, vypít větší množství vody (lepší je chladná), postiženého ale pít nenutit, nevyvolávat zvracení, dle situace volat záchrannou službu nebo zajistit okamžité lékařské ošetření
 - při úniku (rozlití):
 - použít ochranné osobní pomůcky, zamezit kontaktu s látkou, nevdechovat výpary, zajistit přívod čerstvého vzduchu
 - nesmí se dostat do kanalizace, dojde-li k úniku do kanalizace nebo půdy – kontaktovat odbor na ochranu životního prostředí
 - uniklou kapalinu posypat zeminou nebo pískem, materiál pak nashromáždit do kryté nádoby a nechat odborně zlikvidovat

Důležitá telefonní čísla:

- záchranná služba: 155
- hasiči: 150
- IZS: 112

- Toxikologické informační středisko: 224 919 293, 224 915 402

Pravidla pro nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi

ZŠ Klášterec nad Ohří, Krátká 676, okr. Chomutov

pracoviště: Sklad čisticích prostředků, toalety, třídy, kabinety, kuchyně

Používané látky a přípravky

- hydroxid sodný
 - skladování: ve skladu čisticích prostředku (místnost číslo: 208), těsný obal, na suchém místě
 - použití: čištění ucpaných odpadů umývadel na toaletách a ve třídách
 - ochranné pomůcky: rukavice, ochranný oděv, obličejový štít/ ochranné brýle
 - zacházení: při použití vždy použít ochranné pomůcky viz výše, dodržet návod na obalu přípravku, dodržovat zásady hygieny
 - první pomoc:
 - při vdechnutí: postiženého vynést na čerstvý vzduch, uložit do polohy na bok, při zvracení zabránit vdechnutí zvratků, okamžitě zajistit lékařskou pomoc
 - při styku s kůží: odstranit potřísněné části oděvu, zasažené místo omývat 10- 30 min proudem vody, při přetrvávajících potížích zajistit lékařskou pomoc
 - při zasažení oka: vypláchnout otevřené oko proudem vody, pokud má postižený kontaktní čočky ihned vyjmout, zajistit vždy odborné lékařské ošetření
 - při požití: vypláchnout ústa vodou, vypít větší množství vody, nevyvolávat zvracení, ihned zajistit lékařskou pomoc
 - při úniku (rozsypání):
 - použít osobní ochranné pomůcky, zamezit kontaktu s látkou, nevdechovat prach, zajistit přívod čerstvého vzduchu
 - rozsypaný prostředek zamést, uložit do uzavíratelné nádoby a nechat odborně zlikvidovat
- mefisto kuchyně
 - skladování: ve skladu čisticích prostředků (místnost číslo 208), v originálním obalu, nikdy nepřelévat do kovové nádoby
 - použití: čištění sporáků a glazovaných povrchů ve školní kuchyni
 - ochranné pomůcky: rukavice, ochranné brýle / obličejový štít

- zacházení: nevděchovat aerosoly, zajistit přiměřené větrání, vždy používat osobní ochranné pomůcky, dodržovat návod na obalu, dodržovat základy hygieny
 - první pomoc:
 - při nadýchání: při těžkostech vynést postiženého na čerstvý vzduch, dojde-li k podráždění dýchacích orgánů, malátnosti, nevolnosti nebo ztrátě vědomí vyhledejte lékařskou pomoc
 - při styku s kůží: odstraňte potřísněný oděv, místo opláchněte velkým množstvím vody a mýdlovým roztokem, pokud přetrvává podráždění pokožky, vyhledejte lékařskou pomoc
 - při zasažení oka: vypláchnout otevřené oko proudem vody, pokud má postižený kontaktní čočky ihned vyjmout, zajistit vždy odborné lékařské ošetření
 - při požití: vypláchnout ústa vodou, vypít větší množství vody, zvracení nevyvolávat, zajistit ihned lékařskou pomoc

- při úniku:
 - použít osobní ochranné pomůcky, zajistit přívod čerstvého vzduchu
 - při úniku do kanalizace naředit větším množstvím vody
 - velké množství kapaliny nechat vsáknout do písku, ten uzavřít do nádoby a nechat odborně zlikvidovat

- sturafacile
 - skladování: sklad čisticích prostředků (místnost číslo 208), v těsném původním obalu
 - použití: uvolnění odpadu toalet
 - ochranné pomůcky: rukavice, ochranné brýle/ obličejový štít
 - zacházení: nikdy nemíchat s jinými přípravky, dodržovat pokyny na obalu, vždy použít osobní ochranné pomůcky, viz výše, dodržet zásady hygieny
 - první pomoc:
 - při vdechnutí: zajistit přívod čerstvého vzduchu, v případě potíží vyhledat lékařskou pomoc
 - při styku s pokožkou: odstranit potřísněný oděv, zasažená místa opláchnout velkým množstvím vody, nedošlo-li k poranění kůže mýdlovým roztokem, zajistit lékařské ošetření

- při zasažení oka: otevřené oko vypláchnout tekoucí vodou, má-li postižený kontaktní čočky okamžitě vyjmout, vždy zajistit odborné ošetření
- při úniku:
 - použít ochranné osobní pomůcky, zajistit přívod čerstvého vzduchu
 - nechat vsáknout do písku, ten uzavřít do nádoby a nechat odborně zlikvidovat
 - kontaminovanou plochu opláchnout vodou

Důležitá telefonní čísla:

- záchranná služba: 155
- hasiči: 150
- IZS: 112
- Toxikologické informační středisko: 224 919 293, 224 915 402

Pravidla pro nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi

ZŠ Klášterec nad Ohří, Krátká 676, okr. Chomutov

pracoviště: Přípravná chemie (45), učebna chemie (43)

- hydroxid sodný
 - skladování: přípravná chemie (místnost číslo: 45), v uzamčené skříni, těsný obal, na suchém místě
 - použití: čištění ucpaných odpadů umývadel na toaletách a ve třídách
 - ochranné pomůcky: rukavice, ochranný oděv, obličejový štít/ ochranné brýle
 - zacházení: při použití vždy použít ochranné pomůcky viz výše, dodržet návod na obalu přípravku, dodržovat zásady hygieny
 - první pomoc:
 - při vdechnutí: postiženého vynést na čerstvý vzduch, uložit do polohy na bok, při zvracení zabránit vdechnutí zvratků, okamžitě zajistit lékařskou pomoc
 - při styku s kůží: odstranit potřísněné části oděvu, zasažené místo omývat 10- 30 min proudem vody, při přetrvávajících potížích zajistit lékařskou pomoc
 - při zasažení oka: vypláchnout otevřené oko proudem vody, pokud má postižený kontaktní čočky ihned vyjmout, zajistit vždy odborné lékařské ošetření
 - při požití: vypláchnout ústa vodou, vypít větší množství vody, nevyvolávat zvracení, ihned zajistit lékařskou pomoc
 - při úniku (rozsypaní):











- použít osobní ochranné pomůcky, zamezit kontaktu s látkou, nevdechovat prach, zajistit přívod čerstvého vzduchu
 - rozsypaný prostředek zamést, uložit do uzavíratelné nádoby a nechat odborně zlikvidovat
- hydroxid draselný
 - skladování: v přípravně chemie (místnost číslo: 45), v uzamčené skříni, těsný obal, na suchém místě
 - použití: čištění ucpaných odpadů umývadel na toaletách a ve třídách
 - ochranné pomůcky: rukavice, ochranný oděv, obličejový štít/ ochranné brýle
 - zacházení: při použití vždy použít ochranné pomůcky viz výše, dodržet návod na obalu přípravku, dodržovat zásady hygieny
 - první pomoc:
 - při vdechnutí: postiženého vynést na čerstvý vzduch, uložit do polohy na bok, při zvracení zabránit vdechnutí zvratků, okamžitě zajistit lékařskou pomoc
 - při styku s kůží: odstranit potřísněné části oděvu, zasažené místo omývat 10- 30 min proudem vody, při přetrvávajících potížích zajistit lékařskou pomoc
 - při zasažení oka: vypláchnout otevřené oko proudem vody, pokud má postižený kontaktní čočky ihned vyjmout, zajistit vždy odborné lékařské ošetření
 - při požití: vypláchnout ústa vodou, vypít větší množství vody, nevyvolávat zvracení, ihned zajistit lékařskou pomoc
 - při úniku (rozsypaní):
 - použít osobní ochranné pomůcky, zamezit kontaktu s látkou, nevdechovat prach, zajistit přívod čerstvého vzduchu
 - rozsypaný prostředek zamést, uložit do uzavíratelné nádoby a nechat odborně zlikvidovat
- kyselina chlorovodíková
 - skladování: v přípravně chemie (místnost číslo 45), v uzamčené skříni, v těsném obalu, na suchém místě
 - použití: demonstrační pokusy při výuce chemie
 - ochranné pomůcky: rukavice, ochranný oděv, ochranné brýle
 - zacházení: vždy používat ochranné pomůcky, nenechávat kyselinu mimo skříň, dodržovat postup daného pokusu
 - první pomoc:
 - při vdechnutí: vynést postiženého na čerstvý vzduch, nenechat ho chodit, dle situace zabezpečit lékařskou pomoc

- při styku s kůží: odstranit potřísněný oděv a obuv, zasažené místo omýt velkým množstvím vlažné vody, místo omývat 10 – 30 min, během mytí ze zasažených míst sundat prstýnky a podobně, zasažené místo sterilně překrýt, dle situace volat záchrannou službu nebo zajistit lékařské ošetření
- při zasažení oka: otevřené oko vyplachovat proudem čisté vody 10- 30 min, pokud má postižený kontaktní čočky ihned je vyjmout, dle situace zavolat záchrannou službu, vždy zajistit odborné lékařské ošetření
- při požití: vypláchnout ústa vlažnou vodou, vypít větší množství vody (lepší je chladná), postiženého ale pít nenutit, nevyvolávat zvracení, dle situace volat záchrannou službu nebo zajistit okamžité lékařské ošetření
- při úniku:
 - použít osobní ochranné pomůcky, zamezit kontaktu s látkou, nevdechovat páry, zajistit přívod čerstvého vzduchu
 - uniklou kapalinu posypat zeminou nebo pískem, materiál pak nashromáždit do kryté nádoby a nechat odborně zlikvidovat

Důležitá telefonní čísla:

- záchranná služba: 155
- hasiči: 150
- IZS: 112
- Toxikologické informační středisko: 224 919 293, 224 915 402

Příloha II: Piktogramy GHS pro značení NCHLS

	Exploding bomb (for explosion or reactivity hazards)		Flame (for fire hazards)		Flame over circle (for oxidizing hazards)
	Gas cylinder (for gases under pressure)		Corrosion (for corrosive damage to metals, as well as skin, eyes)		Skull and Crossbones (can cause death or toxicity with short exposure to small amounts)
	Health hazard (may cause or suspected of causing serious health effects)		Exclamation mark (may cause less serious health effects or damage the ozone layer*)		Environment* (may cause damage to the aquatic environment)
	Biohazardous Infectious Materials (for organisms or toxins that can cause diseases in people or animals)				

* The GHS system also defines an Environmental hazards group. This group (and its classes) was not adopted in WHMIS 2015. However, you may see the environmental classes listed on labels and Safety Data Sheets (SDSs). Including information about environmental hazards is allowed by WHMIS 2015.

Zdroj: http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/whmis_ghs/pictograms.html

Příloha III: Měření rychlosti sedimentace



Zdroj: vlastní foto

Příloha IV: Měření rychlosti a účinnosti filtrů



Zdroj: vlastní foto

Laboratorní práce č. Oddělení oxidu křemičitého, železných pilin a chloridu sodného ze směsi

Pomůcky: 2 x kádinka, 2 x hodinové sklo, odpařovací miska, filtrační nálevka, skleněná tyčinka, stojan, kruh, magnet, list hladkého papíru, filtrační papír, nůžky

Chemikálie: směs oxidu křemičitého, železných pilin a chloridu sodného

Postup:

- směs nasyp na okraj hladkého papíru a rozprostři do pásu cca. 5x2cm
- po spodní straně papíru přejížděj magnetem k volnému okraji papíru (částičky železa opouštějí hromádku)
- několikrát opakuj
- nakonec smet' železné piliny na hodinové sklo a odevzdej
- zbylou směs nasyp do kádinky a přelij 20 ml vody pořádně rozmíchej
- připrav si filtrační aparaturu
- směs nalij přes tyčinku opatrně na filtr a proved' filtraci celého objemu
- směs několikrát propláchni vodou
- filtrační papír přenes na hodinové sklo a odevzdej
- filtrát přelij do odpařovací misky a odevzdej

Pozorování: (doplň tabulku, ve 3. a 4. sloupci doplňuješ ano/ne)

látka	vzorec/značka	rozpustnost ve vodě	magnetismus
železo			
oxid křemičitý			
chlorid sodný			

Závěr: Odpověz na otázky

- Kterou vlastnost železa jsme využili pro jeho oddělení ze směsi? Kde se v praxi tento postup používá?
- Kterou vlastnost oxidu křemičitého jsme využili k jeho oddělení ze směsi?
- Kterým českým slovem lze nahradit slovo filtrace?
- Používá se někde odpařování vody ke získání soli?

Protokol: Laboratorní práce č. - Adsorpční vlastnosti aktivního uhlí

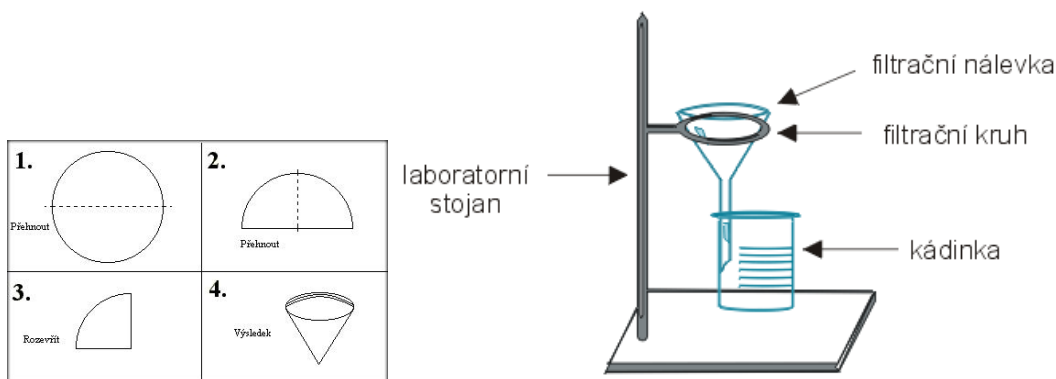
Datum: Jméno:

Pomůcky: 3 kádinky, filtrační nálevka, skleněná tyčinka, filtrační papír, nůžky, stojan, kruh, klema, lžička, třecí miska s tloučkem

Chemikálie: živočišné uhlí, barvivo, voda

Postup

- Barevný roztok jsme rozdělili na dva díly (jeden byl kontrolní).
- V třecí misce jsme rozetřeli tabletu živočišného uhlí.
- Rozetřené uhlí jsme přidali do kádinky pomocí lžičky a rozmíchali ho skleněnou tyčinkou.
- Sestavili jsme filtrační aparaturu dle obrázku.
- Po tyčince jsme nalévali na filtr směs vody, barviva a živočišného uhlí.
- Porovnali jsme barvu filtrátu s barvou původního vzorku.



Zdroj: <http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/labtech/images/operace/filtrak1.jpg>

Zdroj: <http://www.zschemie.euweb.cz/smesi/aparatura1.gif>

Pozorování:

Závěr:

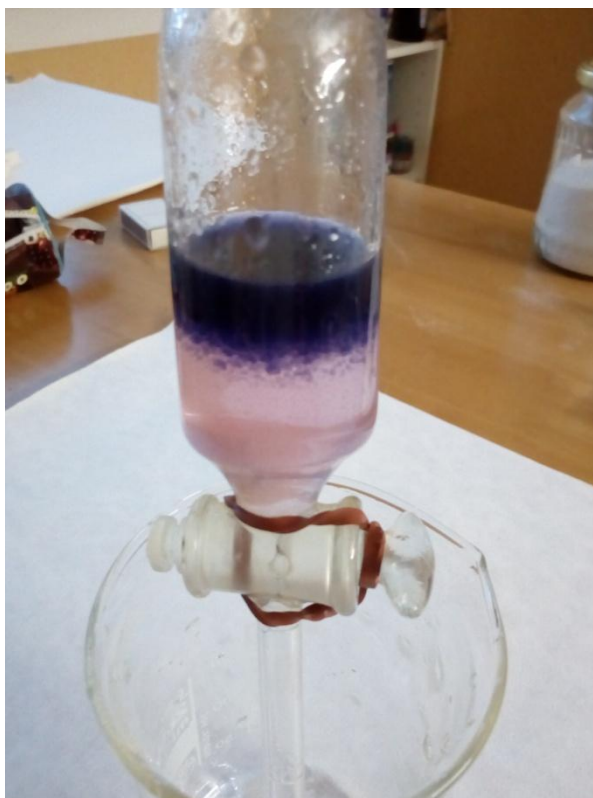
Uhlík má značku, latinsky se jmenuje, jeho relativní atomová hmotnost je a protonové číslo je..... V přírodě se vyskytuje ve dvou modifikacích a vede elektrický proud a je nejtvrdší nerost. Uměle se vyrábí v podobě nebo Aktivní (= živočišné uhlí) má schopnost na sebe vázat např. organická barviva a plyny, tato schopnost se nazývá..... a využívá se třeba v

Příloha VII: Oddělení vody a oleje



Zdroj: Vlastní foto

Příloha VIII: Extrakce



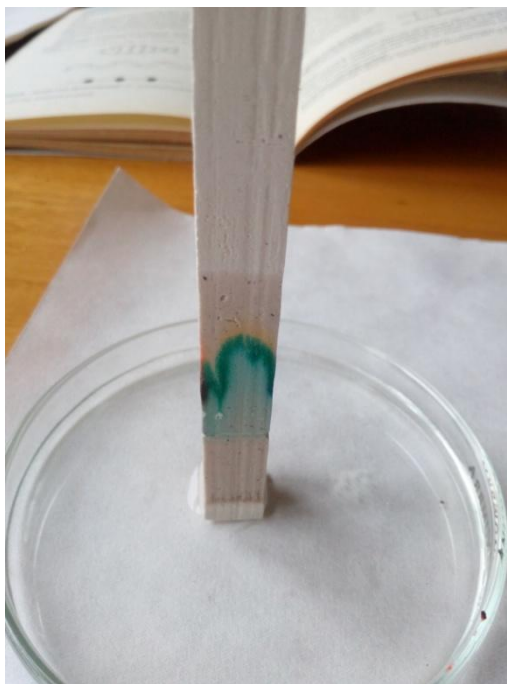
Zdroj: Vlastní foto

Příloha IX: Chromatografie na papíře



Zdroj: Vlastní foto

Příloha X: Chromatografie na křídě



Zdroj: Vlastní foto

Příloha XI: Protokol k pokusu „Rozlišení vody podle odparu“

Protokol: Laboratorní práce č. - Rozlišení vodovodní, minerální a destilované vody

Datum: Jméno:

Pomůcky: odměrný válec, hodinové sklo, kádinka, kleště, trojnožka, síťka

Chemikálie: vzorek minerální/ destilované/ vodovodní vody

Postup:

Na hodinové sklo jsme nalili asi 5 ml vzorku, to jsme položili na kádinku s 50 ml vody a zahřívali. Po vypaření vody, jsme ještě chvíli zahřívali, aby se hodinové sklo vysušilo. Na skle zůstaly látky původně rozpuštěné ve vodě neboli odparek.

Nákres aparatury:

Pozorování: (porovnej odparek minerální, vodovodní a destilované vody)

Závěr:

Největší odparek má voda....., protože.....

Nejmenší odparek má voda.....protože.....

Ve vodovodní vodětolik minerálů jako v minerálce, ale je zde minerálů než v destilované vodě, proto je odparek

.....

Příloha XII: Přírodní indikátory



Zdroj: Vlastní foto

Příloha XIII: Kouzelné písmo 1



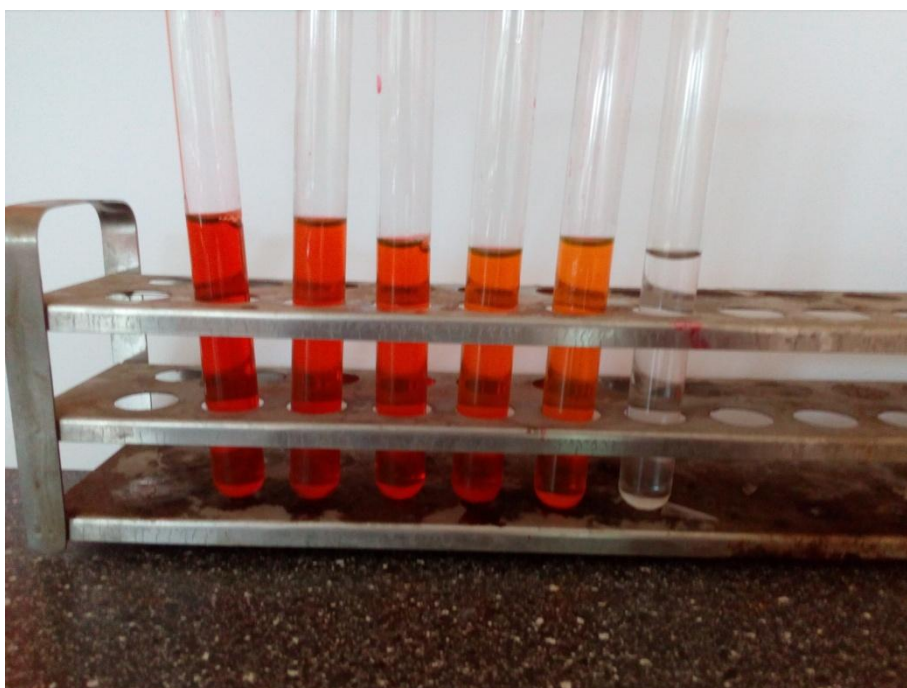
Zdroj: Vlastní foto

Příloha XIV: Kouzelné písmo 2



Zdroj: Vlastní foto

Příloha XV: Kolorimetrie



Zdroj: Vlastní foto

Příloha XVI: Důkaz vzniku oxidu uhličitého při kvašení



Zdroj: Vlastní foto