

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra anorganické chemie



**CHEMICKÉ EXPERIMENTY S PODPOROU  
MODERNÍCH VÝUKOVÝCH PROSTŘEDKŮ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2016

Autor práce: Bc. Petra Novotná

Studijní obor: Chemie - biologie

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Alena Klanicová, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Aleny Klanicové, Ph.D. a všechny literární prameny a informace, které jsem v práci použila, jsou v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne .....

.....  
Vlastnoruční podpis

## Poděkování

Děkuji vedoucí své diplomové práce paní Mgr. Aleně Klanicové, Ph.D. za odborné vedení a cenné připomínky, které mi poskytla při vypracování této práce.

## **BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE**

Jméno a příjmení autora: Bc. Petra Novotná

Název práce: Chemické experimenty s podporou moderních výukových prostředků

Typ práce: Diplomová práce

Pracoviště: Katedra anorganické chemie

Vedoucí práce: Mgr. Alena Klanicová, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2016

Abstrakt: Cílem předkládané diplomové práce byla inovace vybraných chemických experimentů, pořízení jejich videonahrávek, zpracování kartotéčních listů k těmto experimentům a v neposlední řadě příprava prezentací pro interaktivní tabuli Smartboard, kde byly některé videosekvence použity.

Klíčová slova: Chemické experimenty, moderní technologie

Počet stran: 90

Počet příloh: 1

Jazyk: Čeština

## **BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION**

Author's first name and surname: Bc. Petra Novotná

Title: Chemical experiments using modern teaching tools

Type of thesis: Diploma

Department: Department of Inorganic Chemistry

Supervisor: Mgr. Alena Klanicová, Ph.D.

The year of presentation: 2016

Abstract: The submitted thesis set the following objectives - innovation of selected chemical experiments, making video recordings of the experiments, formation of worksheets for the experiments and also preparation of Smartboard interactive board presentations, in which some of the video recordings would be used.

Key words: Chemical experiments, modern technology

Number of pages: 90

Number of appendices: 1

Language: Czech

## OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>7</b>
<b>2. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>9</b>
2.1 Chemie.....	9
2.2 Historie výuky chemie a využití chemického experimentu .....	9
2.3 Chemický experiment.....	10
2.3.1 Význam chemického experimentu ve výuce chemie .....	11
2.3.2 Struktura chemického experimentu .....	12
2.3.3 Realizace chemického experimentu .....	13
2.3.4 Odlišnosti experimentu výukového a vědeckého .....	14
2.3.5 Kartotéka chemických pokusů .....	15
2.3.6 Bezpečnost při školních chemických experimentech .....	17
2.3.7 Problematika dnešní doby týkající se chemických experimentů.....	18
<b>3. PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>21</b>
3.1 Výběr chemických experimentů a jejich natáčení.....	21
3.2 Kartotéka vybraných chemických experimentů.....	22
3.3 Seznam experimentů v následující kartotéce .....	23
<b>4. DISKUZE .....</b>	<b>82</b>
4.1 Dotazník .....	82
<b>5. ZÁVĚR.....</b>	<b>87</b>
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>88</b>
<b>7. PŘÍLOHY .....</b>	<b>90</b>

## 1. ÚVOD

*„Představivost je důležitější než vědomosti.“*

Albert Einstein

Chemie, jakožto povinný předmět na základní škole a většině středních škol, se v dnešní době jeví jako ne příliš oblíbený předmět. Úkolem pedagogů je, aby se pokusili žáky vhodným způsobem přesvědčit, že chemie je věda budoucnosti a bude se jim v životě hodit. Důležité je, aby žáci pochopili, že chemie má smysl, že je o životě a pro život. Žáci se většinou chemii učí jen pro to, aby uspěli a splnili předmět. Učitel se musí pokusit o to, aby se žáci chemii učili ne proto, že musí, ale proto, že je to velmi zajímavý obor, který v sobě ukrývá mnoho tajů a zajímavostí. Učitelé se pokouší žáky vhodně motivovat k tomu, aby se o chemii zajímali, aby je bavila. Jedna z metod, které na žáky v hodině chemie určitě a vždy platí, je experiment. Experiment je pro žáky zajímavý a zábavný. Při experimentu si mohou žáci představovat, co se asi stane, jak experiment dopadne a co vznikne. Proto je v dnešní době brán velký zřetel na používání experimentů nejen v hodinách laboratorních cvičení. Podle RVP je velice důležité osvojování klíčových kompetencí, ne jen vědomostí. Proto se usiluje o zavádění experimentů a jiných moderních technologií do hodin běžného typu.

Pomocí školního experimentu lze nejen zvýšit názornost výuky, ale také vzbudit u žáků zájem o tento nepříliš populární předmět. Pomocí chemického experimentu můžeme dokázat, že chemie není pouze teorie, ale jedná se zejména o praktickou vědu. Žáci si díky němu mohou uvědomit, že většina procesů, které mohou pozorovat každý den, jsou chemickými reakcemi.

Chemický experiment seznamuje žáky se základními metodami a postupy získávání nových poznatků. Podporuje metodické dovednosti žáků, nutí je pracovat samostatně nebo v týmu, pracovat pečlivě a přesně a být za svůj výsledek zodpovědnými. Tyto dovednosti jsou velice důležité pro jejich další profesní i osobní rozvoj.

Název této diplomové práce je Chemické experimenty s podporou moderních výukových prostředků. Zabývám se experimenty, které si myslím, že jsou zajímavé jak pro žáka, tak pro učitele. Jsou nepříliš složité a vizuálně působivé a zahrnují všechny

chemické obory - chemii obecnou, anorganickou, organickou i biochemii. Většina těchto experimentů je natočena na videokameru a videosekvence jsou přiložené na CD. Videosekvence mají sloužit učitelům jako pomůcka do hodin chemie v případě, že nemají chemikálie k uskutečnění pokusu, čas na přípravu pokusu nebo je experiment příliš nebezpečný.



## 2. TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Chemie

Definice pojmu „chemie“ se mění podle konkrétní náplně a teoretického třídění faktů, přičemž prudký rozvoj vědeckého bádání přináší stále nové objevy a teorie. Za jeden z charakteristických znaků moderního přírodovědného bádání lze považovat exaktní přístup k problémům na podkladě experimentálního ověření každého jevu v konkrétních podmínkách. Právě v chemii je pak velmi důležité najít správný poměr mezi teoretickými úvahami a experimentálním bádáním. /1/

Jedna z definic říká: „*Chemie je soustava disciplín, jejichž předmětem je zkoumání chemických prvků a sloučenin, stejně jako vzájemných souvislostí chemických změn s jinými změnami.*“ /2/ Další definice říká: „*Chemie, jedna ze základních přírodních věd, se zabývá složením a vnitřní stavbou látek. Zkoumá chemické reakce, při kterých nové látky vznikají a původní zanikají. Chemie studuje všechny látky od nejjednodušších až po velmi složité a to jak látky přírodní, tak látky připravené syntézou. Mimořádnou pozornost věnuje otázkám složení a stavby látek, na kterých závisí vlastnosti těchto látek.*“ /3/

Moderní chemie se dělí na řadu disciplín základních, aplikovaných a hraničních s jinými vědami. Možnost zahrnutí všech těchto disciplín mezi chemické je důsledkem obecné platnosti zákonitostí stavby látek vyplývající především z jejich atomové struktury a elektronové podstaty chemické vazby mezi atomy. Mezi základní disciplíny patří obecná, anorganická a organická chemie, mezi aplikované disciplíny patří chemie analytická a chemická technologie a mezi disciplíny hraniční patří fyzikální chemie a biochemie. /4/ Tyto, i další neuvedené obory chemie, spolu souvisejí a podílí se na řešení celosvětových problémů (hledání nových surovin, nových zdrojů energie, zajištění výživy obyvatelstva, apod.). /3/

### 2.2 Historie výuky chemie a využití chemického experimentu

Chemie, jakožto jeden z přírodovědných předmětů, má v českém školství téměř dvoustoletou tradici. V 1. polovině 19. století byla výuka chemie ještě značně omezena, ale ve 2. polovině 19. století byla již společně s fyzikou součástí výuky přírodopisu na měšťanských a středních školách a reálných gymnáziích, kde se postupně stávala

samostatným předmětem. Po roce 1918, resp. vzniku samostatné Československé republiky, došlo k reformě školského systému, díky níž se chemie stala samostatným předmětem i na klasických gymnáziích. Po 2. světové válce se chemie společně s přírodopisem a zeměpisem stala jedním z povinných předmětů na všech typech všeobecně vzdělávacích škol. Ve výuce se jednalo především o popis systému anorganických a organických sloučenin.

Experimentální a výzkumná činnost se v oboru chemie začala projevovat již na konci 19. století, do školní výuky však začaly chemické pokusy pronikat až mnohem později. I tehdy však byly používány především k tomu, aby dokázaly postupně od obecných pojmů, zákonů a pravidel přejít k jejich aplikaci na konkrétní příklady. Deduktivní způsob výuky byl u nás běžný až do 60.–70. let 20. století. Protože však teoretická forma výuky, v níž byly experimenty pouze demonstrací prezentovaných zákonitostí, přestala vyhovovat, dochází postupně v chemii ke změnám deduktivního způsobu výuky na induktivní. /5/

Jak již bylo zmíněno v úvodu, chemie není v dnešní době příliš populární a oblíbený předmět. Mezi studenty je brána spíše jako předmět nesrozumitelný, nepochopitelný a nudný. Těmto nepříznivým vlastnostem může pomoci aktivita studentů při řešení experimentálních úkolů. Experimenty mohou usnadnit pochopení chemických principů a zákonitostí, které by jen díky teoretické výuce chápali obtížněji. Podle Mokřejšové by měla tedy moderní výuka chemie splňovat tato kritéria:

- *orientovat se na využití chemie v běžném životě*
- *zaměřit se na uplatňování zdravého životního stylu jedince i společnosti*
- *využívat experimentální činnost jako základní východisko poznání*
- *používat různorodé způsoby a prostředky výuky, aby tak lépe odpovídala různorodým potřebám a schopnostem žáků. /6/*

### **2.3 Chemický experiment**

Existuje velké množství definic, které popisují co to vlastně chemický pokus neboli experiment je. Z těchto definic byla vybrána jedna charakteristika:

*„Školní chemický pokus můžeme definovat jako plánovitou a cílevědomou duševní i fyzickou činnost prováděnou společně učitelem a žáky, jejímž obsahem je studium přírodních jevů za známých, vymezených a obměňovaných podmínek. Jeho cílem je získávání poznatků, které vedou k hlubšímu a obecnému chemickému poznání.“ /7/*

Převážná část probíraného učiva nemá pro žáky a studenty v hodinách chemie příliš velký smysl. Proto je zásadním úkolem pedagoga, aby zvýšil smysluplnost učiva a dal učivu praktický význam pro život. Ukáže-li se, že učivo má praktický význam může se navodit i motivace u žáků. Chemický experiment je pro ukázkou praktičnosti chemie velice vhodný. /8/

Existují didaktické zásady, které musí chemický experiment i chemie jako předmět svojí formou a obsahem splňovat, aby byly naplněny výchovné a didaktické cíle (získávání nových dovedností a vědomostí, seznamování žáků s chemickými výzkumnými metodami, učení žáků trpělivosti a přesnosti, osvojování základů týmové práce, atd.), které jsou uvedeny v RVP.

Mezi hlavní didaktické zásady patří:

1. Zásada vědeckosti (učivo respektuje základy současné vědy)
2. Zásada spojení teorie s praxí (význam získaných poznatků pro praxi a běžný život)
3. Zásada názornosti (používání modelů, grafů, experimentů při výuce)
4. Zásada přiměřenosti učiva (respektování věku žáků a náročnosti učiva)
5. Zásada individuálního přístupu (přístup k odlišně nadaným žákům)
6. Zásada uvědomělosti a aktivity (pozitivní motivace k učivu)
7. Zásada mezipředmětových vztahů (spojení poznatků s ostatními přírodovědnými předměty)
8. Zásada dodržování hygieny a bezpečnosti práce /9/, /10/

### **2.3.1 Význam chemického experimentu ve výuce chemie**

Z pedagogicko-didaktického hlediska je školní chemický experiment velmi důležitou součástí didaktiky chemie. Tvoří nedílnou součást tzv. hodin základního typu, laboratorních cvičení, chemických praktik i zájmových kroužků. /7/

Chemický experiment je neodmyslitelnou součástí chemie a je ve výuce velice důležitý. Díky němu mohou žáci vidět, že chemie není pouze teorie, ale že jde hlavně o praktickou vědu. Své teoretické poznatky mohou zakomponovat do praxe a tím si tak uvědomit, že převážná část běžných dějů v životě je v podstatě chemický experiment. Chemickým experimentem se může zvýšit u žáků i zájem o samotný obor chemie. Pedagogům slouží experiment z velké části k tomu, aby žákům vysvětlily podstatu chemického pojmu na základě jevové stránky. Chemický experiment napomáhá ke splnění dvou didaktických zásad: zásady názornosti a zásady propojení teorie s praxí.

Chemický experiment umožňuje žákům získávat a upevňovat motorické dovednosti (přesnost, pečlivost při práci s chemikáliemi, atd.). Taktéž učí žáky trpělivosti a bezpečnému zacházení s běžnými chemikáliemi. Při provádění například kvantitativních experimentů se prohlubují i intelektové dovednosti žáků. Rovněž se žák učí pracovat v týmu, což je v dnešní době velice důležitá schopnost pro profesní rozvoj. Chemický experiment může také posloužit k estetické a ekologické výchově žáků a studentů. /11/

Velice vhodné je používání chemického experimentu na základní škole či nižším gymnáziu a to z důvodu lepšího pochopení vysvětlovaných chemických pojmů. Žáci nemají ještě tolik vyvinuté abstraktní myšlení a chemie jako předmět je pro ně novinkou a teprve ji objevují. U žáků může experiment zvýšit názornost výuky chemie.

Ve výuce chemie však není úplně nejlepší získávat nové poznatky pouze prostřednictvím chemického experimentu. Neustálé provádění a opakování chemického experimentu má v konečném důsledku pro žáky spíše nemotivační charakter. Proto je vhodné střídat teorii s praxí, tedy teoretickou výuku s praktickým cvičením. /12/

### **2.3.2 Struktura chemického experimentu**

Chemický experiment a jeho struktura velmi souvisí s přípravou, provedením experimentu, získáním zkušeností a s jejich rozumným vyhodnocením.

První fázi struktury chemického experimentu můžeme nazvat jako fází přípravnou. Přípravnou fází můžeme rozdělit na nemateriální a materiální. Nemateriální příprava zahrnuje připravenost žáků daný experiment záměrně pozorovat, porozumět mu nebo jej například i provést. Materiální přípravou rozumíme zabezpečení chemického

experimentu. Patří sem chemické nádoby, správně připravená chemická aparatura, navážení chemikálií nebo příprava roztoků.

Druhá fáze struktury chemického experimentu bývá označována jako vlastní provedení chemického experimentu. V této fázi žáci získávají nebo upevňují původní sensorické a motorické dovednosti.

Ve třetí fázi struktury chemického experimentu žáci získávají empirické údaje díky senzomotorickým dovednostem získaných při vlastním provedení chemického experimentu.

Do čtvrté fáze řadíme zpracování získaných údajů na základě pozorování nebo provedení chemického experimentu. Toto zpracování vede k získávání zkušeností. /13/

### **2.3.3 Realizace chemického experimentu**

Před vlastní realizací experimentu ve výuce chemie je velice důležitá jeho příprava. Podstatnou součástí je i závěrečné zhodnocení experimentu.

*V přípravné fázi* musí pedagog splnit několik podmínek:

1. Vybrat vhodné provedení experimentu, které vyžaduje ne příliš složité podmínky, jednoduchou přípravu a má jednoznačný průběh.
2. Vybrat experiment vzhledem k věku žáků (pro mladší žáky vybrat jednodušší experimenty), materiálnímu vybavení školy a vlastním zkušenostem.
3. Zvolit vhodné pomůcky k tomu, aby experiment byl zřetelný pro každého, bez ohledu na umístění jeho lavice (vhodné osvětlení, projektor).
4. Nezapomenout na bezpečnost práce a i jednoduchý experiment si předem vyzkoušet.

Při *realizaci* by se měl pedagog zaměřit na:

1. Vhodné sestavení aparatury - z pohledu žáků zleva doprava. Jednotlivé části by měly být čisté.

2. Verbální projev - přiměřený. Bez komentáře žáci ztrácejí pozornost, přílišné komentování odvádí pozornost od experimentu.
3. Neprozrazení výsledku experimentu předem.
4. Bezpečnost při demonstraci experimentu.

*Hodnotící fáze* je důležitá zejména pro utřídění a propojení informací. Důraz by měl být kladen na:

1. Popis realizovaného experimentu - popis děje, vysvětlení mechanismu reakce.
2. Zápis provedeného pokusu - zaznamenání děje pomocí chemické rovnice, sepsání závěrů. /14/

#### **2.3.4 Odlišnosti experimentu výukového a vědeckého**

I přes společné znaky vědeckého a školního experimentu jsou mezi oběma variantami značné rozdíly. /15/

Ve výzkumu je nejdůležitější vědecké poznávání. Vědec především vychází ze současného stavu vědy, zkoumá nové, doposud neprobádané problémy pomocí experimentů, jejichž metodiku si sám navrhne a určí. Závěry se snaží vyvozovat z co největšího množství provedených experimentů a částečných výsledků. Pravdivost svých závěrů si vědec zpětně ověřuje experimentováním. Vědecký experiment je mnohem náročnější na přesnost a čistotu provedení.

Školní chemický pokus vychází především z poznatků a vědomostí samotných žáků. Provádí se v takových podmínkách, aby byly zřejmé příčiny a souvislosti chování látek. Výsledky školního pokusu jsou známé tomu, kdo pokus provádí, tedy převážně učiteli. Žákům, tedy pozorovatelům, výsledky známé dopředu nejsou. V tomto případě se školní chemický experiment z pohledu žáků do jisté míry podobá experimentu vědeckému. Tematiku školních experimentů je třeba přizpůsobit podmínkám školy, na rozdíl do experimentu vědeckého. Musí být časově i technicky méně náročné. /16/

### **Odlišnosti školního chemického experimentu od vědeckého:**

Učitel na základní či střední škole zná dopředu výsledek chemického experimentu na rozdíl od vědce, který výsledek pouze předpokládá. Školní experimenty jsou méně náročné než experimenty vědecké, a to po stránce časové i materiální. Není u nich kladen až tak velký důraz na přesnost. Jsou prováděny spíše kvalitativně. Vědomosti a informace žáků před experimentem jsou omezeny rozsahem učiva, vědec využívá informace z celého oboru chemie. Závěry u školních experimentů jsou vyvozovány pouze z jednoho experimentu, ve výzkumu je důležité provést sérii pokusů, aby bylo možné závěry vyvodit. /7/

#### **2.3.5 Kartotéka chemických pokusů**

Kartotéka chemických pokusů slouží učitelům jako pomůcka při výuce chemie a při přípravě na hodinu chemie. Jde o databázi školních experimentů, která je mnohdy výsledkem dlouholetého sběru ze všech oborů chemie během pedagogické praxe. Učitel v ní má zaznamenány všechny údaje, které jsou nezbytné pro techniku a metodiku vybraných experimentů, včetně zásad bezpečnosti práce. První kartotéku chemických experimentů si studenti většinou zakládají již na vysokých školách v rámci praktických cvičení, která jsou zaměřena na školní pokusy.

Velice dobré je mít kartotéku také v elektronické podobě (možnost obměny karet, doplňování informací, při ztrátě možnost znova vytisknout). Úprava kartotéčního listu je individuální, zápis by měl ale vždy obsahovat tyto základní informace o experimentu:

- Téma
- Název pokusu
- Didaktický cíl pokusu
- Označení žákovský Ž, demonstrační D pokus nebo vhodný jako Ž i D
- Pomůcky a chemikálie

- Postup - stručný postup
  - a) technika provedení
  - b) pozorované jevy
- Nákres aparatury (dle potřeby)
- Princip
- Časová náročnost pokusu - v minutách
- Bezpečnostní pokyny
- Poznámky k technice a metodice pokusu
- Zobecnění výsledků

Karta může mít i zadní stranu, na kterou je možnost psát doplňující informace:

- Varianty pokusu
- Přehled jiných způsobů přípravy prvku či sloučeniny
- Motivační náměty
- Použitá literatura
- Volné místo na aktualizaci experimentu

Pro lepší orientaci v kartotéce chemických experimentů se doporučuje zavést číslování jednotlivých karet. Umožňuje to učitelům lepší a snazší vyhledávání chtěného experimentu. Kartotéka může být také rozdělena např. podle jednotlivých odvětví chemie (obecná, anorganická, organická, analytická, fyzikální chemie a biochemie) a ty následně na jednotlivé tematické celky (vodík, kovy). Velikou výhodou takto uspořádané kartotéky je, že se může neustále obměňovat a doplňovat. /7/, /9/, /17/

Ukázky možného uspořádání kartotéčních listů se nachází v praktické části diplomové práce na stranách 29–87.



### 2.3.6 Bezpečnost při školních chemických experimentech

V chemické laboratoři se musí dodržovat veškeré právní předpisy vztahující se k zákonu č. 350/2011 Sb. - **Zákon o chemických látkách a chemických směsích** platný k 1. lednu 2012.

Důraz, který je kladen na bezpečnost práce v hodinách chemie není jen nutná podmínka, ale jde i o výchovný úkol. Pokud si žáci odnesou správné návyky z praktických cvičení ve školách, bude menší pravděpodobnost vzniku úrazů, a to nejenom v hodinách chemie.

K velmi důležitým podmínkám bezpečného experimentování v chemii patří zejména důkladnost a pečlivá příprava pedagoga před vlastním provedení experimentu. V rukou zkušeného pedagoga se stane i zdánlivě nebezpečný experiment bezpečný. Naopak nezkušený pedagog může i z bezpečného experimentu udělat experiment velice nebezpečný. Učitel, který je odborníkem ve svém oboru dokáže nejen předpovídat různé zdroje nehod při vlastním experimentování, ale dokáže odhalit i nepřipravenost či únavu experimentujících žáků.

Další velice důležitou věcí je zařízení kabinetu a pracovny, vybavení ochrannými a bezpečnostními pomůckami. Demonstrační stůl v učebnách by měl být opatřen ochranou deskou, která má být z organického nebo jiného bezpečného skla. To slouží k ochraně žáků při experimentech s vodíkem, alkalickými kovy, výbušninami nebo leptajícími kapalinami. V těchto případech učitel, v případě žakovského pokusu žák, pracuje nejlépe s ochranným štítem a má na sobě plášť nebo jiný ochranný oděv. Kabinet a pracovna by měly být vybaveny hasicím přístrojem nebo nádobou s pískem.

Nezbytnou podmínkou pro bezpečnost práce při experimentování je vzorná pracovní kázeň a výborná organizace práce. Učitelova kázeň je většinou inspirující pro žáky při dodržování bezpečnostních pravidel i při používání ochranných pomůcek. Jistota, klid a včasné poskytnutí první pomoci je velice důležité při odstraňování následků při experimentování./7/

Nejdůležitější povinností učitelů i žáků je povinnost dodržovat zásady bezpečné práce a ochrany zdraví. Důležité také je, aby studenti dbali pokynů vyučujícího.

Nejdůležitější zásady bezpečnosti práce uvádí v chemické laboratoři laboratorní řád. Ten si sestavuje každé pracoviště samo, ale musí vždy splňovat určité konkrétní

zásady. Má společné prvky, které musí být v řádu bezpodmínečně a vždy zahrnuty. Před započítím práce v laboratoři musí být vždy žáci seznámeni s příslušným laboratorním řádem a bezpečností práce a podepsat, že byli řádně poučeni. Laboratorní řád musí být vždy vyvěšen na dobře viditelném místě. Jednu z možných variant laboratorního řádu je možné shlédnout na stránkách pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně. /18/

Dobrá a přesná znalost základních předpisů, norem a směrnic pro práci v laboratoři dovoluje učiteli vést studenty a žáky k uvědomělé disciplíně při práci v laboratoři a vede k utvoření správných návyků při práci. Základní pokyny pro práci v laboratoři stanovuje norma ČSN 01 8003 „Zásady pro bezpečnou práci v chemických laboratořích“. /18/

### **2.3.7 Problematika dnešní doby týkající se chemických experimentů**

Problémem dnešní doby je, že experimenty v hodinách chemie se využívají čím dál méně. Důvodem může být nedostatečný čas, finanční situace ve školách, nebezpečnost chemikálií nebo jen to, že učitelé se nechce pokus realizovat. Z hlediska času se tento problém dá vyřešit například zavedením laboratorního cvičení, ovšem ne na každé škole je laboratoř. Zejména na základních školách laboratoře postrádají.

V rámci pedagogických praxí (první na gymnáziu a druhá na základní škole) jsem pokusy využila pouze na základní škole. A to z toho důvodu, že na gymnáziu jsem učila takové učivo, kde se pokusy použít nedaly (heterocykly, úvod do organické chemie). Na základní škole jsem však musela vybrat takové pokusy, na které jsou třeba pouze chemikálie, které nejsou nijak nebezpečné.

Ověřila jsem si, že čas se na chemický experiment v hodinách základního typu vždycky najde.

Hlavním důvodem, proč jsem si pro zpracování diplomové práce zvolila natáčení videosekvencí chemických experimentů, bylo pořízení materiálu, který se bude aktivně využívat v hodinách chemie. Pustit DVD je časově méně náročné, učitel se nemusí připravovat na experiment dopředu, nemusí shánět drahé a nebezpečné chemikálie a nemusí mít strach, že se pokus z nějakého důvodu nepovede či bude pokus pro žáky příliš nebezpečný.

Nahráváním chemických experimentů a následným zpracováním videosekvencí se již zabývalo několik učitelů, studentů i celých škol.

V letech 2003–2006 vznikl na Gymnáziu F. X. Šaldy v Liberci chemický vzdělávací portál /19/, který je doplněný o videonahrávky s chemickými experimenty. Tyto videonahrávky si lze pustit na webu nebo si je stáhnout do PC. K přehrávání je nutno mít program Quicktime player. Videonahrávky nejsou opatřeny zvukem, u každého experimentu je vysvětlení, ale pouze pomocí chemické rovnice. Na portálu jsou pak navíc k nahlédnutí informace o experimentu: pomůcky, chemikálie, postup, rovnice, vysvětlení a metodické poznámky. Chemické experimenty nejsou tematicky rozděleny.

V roce 2007 na výše zmíněné gymnázium navázali studenti z Pedagogické fakulty Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích /20/. V rámci svých diplomových prací a pomocí odborníků z katedry Aplikované chemie Zemědělské fakulty vytvořili videonahrávky chemických experimentů, které však jsou k dispozici bez slovního komentáře a vysvětlení. Princip, postup, poznámky, otázky a úkoly k experimentům lze najít na příslušném portálu. Chemické experimenty jsou rozděleny do několika oddílů: Efektivní pokusy I, Efektivní pokusy II, Efektivní pokusy III, Preparační cvičení z anorganické chemie, Organická chemie, Biochemie a Makromolekulární chemie. V rámci těchto oddílů nejsou experimenty již dále tematicky děleny. Na podporu výuky na ZŠ a SŠ byl v Praze na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy vytvořen portál [www.studiumchemie.cz](http://www.studiumchemie.cz) /21/, který vznikl v letech 2009–2015. Na tomto portálu jsou kromě videonahrávek chemických experimentů i jiné výukové materiály (hry, pracovní listy, atd.). Chemické experimenty jsou rozděleny do sekcí: Obecná chemie, Anorganická chemie, Organická chemie, Biochemie, Analytická chemie, Toxikologie a Interdisciplinární témata. Každý chemický experiment obsahuje pomůcky, chemikálie, postup, princip, využití, typ pokusu, bezpečnost, časová náročnost, tipy & triky a video odkazy. Vlastní videonahrávky neobsahují slovní komentář ani jiná vysvětlení. Občas je u videonahrávky použita hudba.

V roce 2012 vznikl portál [www.E-ChemBook.eu](http://www.E-ChemBook.eu) /22/, který vznikl v rámci ucelení přehledu středoškolského učiva chemie. Autorem portálu i videonahrávek chemických experimentů je Jan Brížďala a odborníci z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze. Chemické experimenty jsou rozděleny do 4 skupin: Obecná chemie, Anorganická chemie, Organická chemie a Biochemie. Videonahrávky obsahují slovní komentář.

Díky soutěži na vytvoření řetězového stroje vznikl v roce 2013 portál [www.chemgeneration.com/23/](http://www.chemgeneration.com/23/), kde najdeme fyzikální a chemické experimenty. Tyto videonahrávky jsou vytvářeny právě v rámci soutěže studenty. Jde o vytvoření řetězového stroje pomocí chemických a fyzikálních experimentů. Videonahrávky se zde nacházejí i ve zpomalené podobě.

I v zahraničí se věnují videonahrávkám chemických experimentů. Jako příklad mohu uvést portál „The periodic table of videos“ /24/. Je to portál vytvořený na Univerzitě v Nottinghamu. Na úvodní stránce najdeme periodickou tabulku prvků, kde na každý prvek je natočená videosekvence. Video obsahuje povídání o prvku doplněné o demonstrační experimenty.

Je vidět, že téma videosekvence chemických experimentů není nic nového. Zabývá a zabývalo se tímto tématem již mnoho lidí a institucí. Ovšem materiály, které byly doposud vytvořené a natočené nejsou nijak ucelené a zabývají se spíše jen chemickými experimenty, které jsou pro pozorovatele něčím zajímavé a efektivní.

Proto jeden z důvodů proč jsem si vybrala toto téma diplomové práce je ten, že jsem chtěla ukázat, že chemie jako věda, se dá interpretovat i pomocí moderních technologií. Pomocí moderních technologií jsem chtěla chemii přiblížit i lidem, kteří o ní zase tak moc velký zájem nemají. A také jsem chtěla experimenty, které budou natočené na videokameru zařadit do výuky, rozdělit je podle odvětví chemie.

### 3. PRAKTICKÁ ČÁST

#### 3.1 Výběr chemických experimentů a jejich natáčení

Knih a příruček, které poskytují chemické experimenty, bylo v době minulé vytvořeno již mnoho /18/, /25–31/. Nejlépe hodnocené a nejvíce vyžívané jsou knihy, ve kterých jsou jednotlivé experimenty seřazeny podle jednotlivých tematických celků učiva chemie. Každý pedagog by si měl během své pedagogické praxe vytvářet svůj vlastní katalog chemických experimentů a radit si je podle svého uvážení.

Mým cílem v této diplomové práci bylo využít moderních technologií při chemickém experimentování (např. videokameru) a tím pádem nahlédnout na chemické experimenty z jiného úhlu pohledu.

Všechny chemické experimenty byly před natáčením na digitální videokameru vyzkoušeny a bylo vybráno vhodné uspořádání experimentu pro natáčení. Vybrány byly takové experimenty, které při své reakci způsobují nějaký světelný či kouřový efekt nebo barevnou změnu. Při výběru se také bralo v úvahu, že ne všechny experimenty jsou realizovatelné ve školách. Proto byly pro natáčení na videokameru vybrány také takové experimenty, které jsou těžko realizovatelné, či jsou nebezpečné, vyžadují delší časový interval, tudíž by se zřejmě do hodin chemie ani časově nevešly nebo experimenty, které používají příliš drahé nebo nebezpečné chemikálie či vyžadují digestoř, která v mnohých školních učebnách chybí.

Chemické experimenty byly natáčeny na digitální videokameru Canon Legria HF G25. Pořízené videosekvence byly zpracovány pomocí programu Windows Live Movie Maker 2012 a poté z nich bylo vytvořeno ucelené DVD.

Chemické experimenty jsou na DVD vytvořené tak, že jsou bez audio nahrávky, tudíž potřebují doprovodný komentář učitele. Jsou sestříhané tak, aby nebyly příliš dlouhé (bez zbytečných záběrů - míchání chemikálií). Záběry jsou doplněny o rovnici a vysvětlení jednotlivých reakcí. Videosekvence chemických experimentů je výjimečná v tom, že experiment se může kdykoliv zrychlit či zpomalit a lze jej přizpůsobit momentální připravenosti a soustředěnosti žáků a studentů. Při pozastavení či zpomalení videosekvence může učitel vysvětlit například probíhající děj.

### 3.2 Kartotéka vybraných chemických experimentů

Kartotéka vybraných chemických experimentů v této diplomové práci obsahuje experimenty, které jsou průřezem celého předmětu chemie. Jsou zde pokusy z anorganické chemie, z organické a obecné chemie a biochemie.

Všechny experimenty obsažené v diplomové práci byly vyzkoušeny minimálně jednou a čas, který je uvedený na kartotéčních listech, je pouze orientační a nezahrnuje nutnou přípravu učitele.

Experimenty lze využít na základních i středních školách. Jsou to většinou experimenty, které mají být využity jako demonstrační, ale najdou se zde i experimenty, které může provádět žák či student samostatně.

Hlavička každé kartotéční karty obsahuje základní informace o chemickém experimentu:

- název experimentu
- označení, zda se jedná o experiment demonstrační či žakovský
- orientační čas průběhu experimentu
- typ školy, na které je vhodné experiment provést

Využívané zkratky a symboly:

**D** - demonstrační experiment

**Ž** - žakovský experiment

**konc.** - koncentrovaný

**ZŠ** - základní škola

**SŠ** - střední škola

Chemikálie jsou označeny podle tabulky č. 1.

Tabulka č. 1 Rozdělení a označení nebezpečných chemických látek /18/

Slovní označení	Výstražné označení	Slovní označení	Výstražné označení
výbušné	E	zdraví škodlivé	Xn
oxidující	O	žíravé	C
hořlavé	R 10	dráždivé	Xi
vysoce hořlavé	F	senzibilizující	R 42, R 43
extrémně hořlavé	F+	karcinogenní	karc. kat. (1, 2, 3)
toxické	T	mutagenní	mut. kat. (1, 2, 3)
vysoce toxické	T+	toxické pro reprodukci	repr. kat. (1, 2, 3)
		nebezpečné pro životní prostředí	N nebo R 52, R 53, R 59

Písmena označující nebezpečnost (výstražné označení) chemických látek jsou odvozena od anglického názvu E - explosive (výbušný), F - flammable (hořlavý), C - caustic (žíravý), O - oxidizing (oxidující), T - toxic (jedovatý), N - natural (přírodní).  
/18/

### 3.3 Seznam experimentů v následující kartotéce

- I. Obecná chemie - a) amfoterita hliníku
  - b) adsorpční účinky aktivního uhlí
  - c) modifikace síry
  - d) reakce jodu s hliníkem
  - e) osmóza vejce
  - f)  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - vliv koncentrace na rovnováhu
  - g) hořlavé ruce
  - h) duhová baňka

- II. Anorganická chemie - a) vlastnosti vody destilované, pitné a minerální
- b) příprava hydroxidu sodného kaustifikací sody
  - c) leptání skla fluorovodíkem
  - d) pálení a hašení vápna
  - e) umělá mlha
  - f) sodíkové jojo
  - g) jodové hodiny
  - h) přeměna vody na víno
  - i) světlušky

- III. Organická chemie - a) hořící pivo
- b) oxidace glycerolu
  - c) hořící gel
  - d) izolace kofeinu
  - e) důkaz formaldehydu v dřevotřísece
  - f) hořlavý cukr
  - g) pěnící příšera

- IV. Biochemie - a) důkazy vitaminů
- b) důkaz cholesterolu
  - c) pokus s kvasnicemi
  - d) katalasa v bramboru
  - e) olejová sopka
  - f) redukční účinky vitamínu C

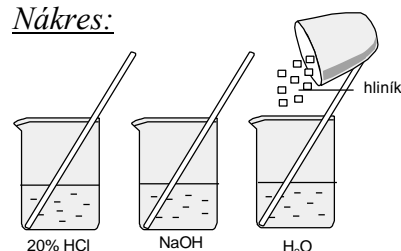


Pomůcky:

- 3 kádinky (50 ml)
- lžička

Chemikálie:

- 20% roztok HCl (C, Xi)
- roztok NaOH (5 g na 30 ml vody) (C, Xi)
- destilovaná voda
- methylovanž (0,1% roztok methylovanže ve vodě)
- fenolftalein (0,1% roztok fenolftaleinu v 60% ethanolu)
- hobliny Al

Nákres:Pracovní postup:

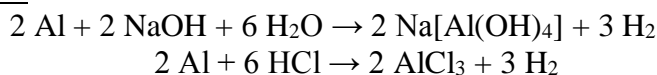
1. Do první kádinky nalijeme 15 ml roztoku kyseliny chlorovodíkové.
2. Do druhé kádinky nalijeme 15 ml roztoku hydroxidu sodného.
3. Do třetí kádinky nalijeme 15 ml destilované vody.
4. Do první kádinky přidáme pár kapek methylovanže, do druhé pár kapek fenolftaleinu.
5. Následně do každé kádinky nasypeme malou lžičku hoblin hliníku.

Pozorování:

Po vhození hliníkových hoblin do kádinek s roztoky jsme v kádinkách s kyselinou chlorovodíkovou a hydroxidem sodným pozorovali šumění a unikající bublinky. V kádince s destilovanou vodou šumění neproběhlo. Výraznější šumění probíhalo v kádince s kyselinou chlorovodíkovou, roztok se odbarvoval.

Princip:

Hliník je typickým amfoterním kovem. S hydroxidy reaguje na hlinitany za vývoje vodíku a s kyselinami reaguje za vzniku hlinitých solí a vodíku. Reakcí kyseliny a hliníku vzniká chlorid hlinitý - slabě kyselý (nedochází k úplnému odbarvení roztoku). Při reakci hydroxidu s hliníkem vznikl tetrahydroxidohlinitan sodný - slabě zásaditý (odbarvení roztoku).

Rovnice:Metodické poznámky:

Do kyseliny chlorovodíkové dát asi 3 hobliny hliníku. Při vhození většího množství dojde k zakalení roztoku. Fenolftaleinu dát do roztoku NaOH více (asi 10 kapek), methylovanže dát do roztoku HCl méně (asi jen 2 kapky).

Bezpečnostní pokyny:

Při manipulaci s kyselinou chlorovodíkovou a hydroxidem sodným je lepší pracovat v ochranných rukavicích. Hrozí poleptání kůže.

Zařazení do tematického celku:

- amfoterita
- triely (hliník - reaktivita)
- redoxní reakce, vodík

Literatura:

- <http://studiumchemie.cz/21/>
- KAMENÍČEK, J. a kol.: *Anorganická chemie*. UP, Olomouc 2009 /32/

I. b)

## ADSORPČNÍ ÚČINKY AKTIVNÍHO UHLÍ

D, Ž

ZŠ, SŠ

15 minut

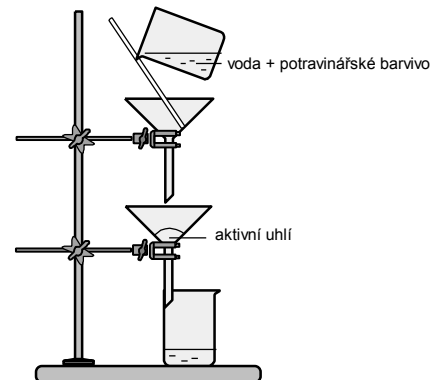
### Pomůcky:

- stojan
- 2 filtrační kruhy
- 2 filtrační nálevky
- filtrační papír
- 2 kádinky
- skleněná tyčinka
- lžička

### Chemikálie:

- aktivní uhlí
- potravinářské barvivo
- destilovaná voda

### Nákres:



### Pracovní postup:

1. Do filtračních kruhů upevněných ke stojanu (nad sebou) dáme filtrační nálevky.
2. Vložíme do nálevek ovlhčený filtrační papír a do spodní nálevky dáme 2 lžičky aktivního uhlí.
3. Připravíme si roztok potravinářského barviva ve vodě a po tyčince ho lijeme na filtrační papír horní nálevky.
4. Část roztoku potravinářského barviva ve vodě si necháme uschovanou pro srovnání s výslednou barvou filtrátu.

### Pozorování:

Barva po průchodu první (horní) nálevkou se nezměnila. Po průchodu druhou nálevkou s aktivním uhlím se roztok potravinářského barviva ve vodě odbarvil. Barva se pohltila na aktivní uhlí.

### Princip:

Uhlík vytváří několik alotropických modifikací a má různé formy. Některé formy uhlíku se vyznačují velkým povrchem a význačnými adsorpčními vlastnostmi. Velikost povrchu aktivního uhlí je v rozmezí  $300\text{--}2000\text{ m}^2\text{g}^{-1}$ . Aktivní uhlí adsorbuje některé plyny a různá barviva. Této vlastnosti se využívá například v průmyslu k čištění látek.

### Metodické poznámky:

Místo potravinářského barviva se může použít i 0,01 % roztok fuchsinu, methyloranže nebo malachitové zeleně. Experiment můžeme provést i jako dva samostatné experimenty (napřed nalijeme obarvenou vodu přes čistý filtr a poté přes filtr, který obsahuje aktivní uhlí).

Můžeme také 2 lžičky aktivního uhlí přidat přímo do roztoku barviva, protřepat a zfiltrovat. Následuje odbarvení roztoku.

Zařazení do tematického celku:

- adsorpce a desorpce
- tetrely (uhlík)

Literatura:

- KLEČKOVÁ, M., ŠINDELÁŘ, Z.: *Školní pokusy z anorganické a organické chemie*. UP, Olomouc 2013. /17/
- ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J., HUDEČEK, J., ŠÍMOVÁ, J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. PROSPEKTUM, Praha 2000. /18/
- BENEŠ, P., MACHÁČKOVÁ, J.: *200 chemických pokusů*. MLADÁ FRONTA, Praha 1977. /26/

Pomůcky:

- 2 zkumavky
- hodinové sklo
- lupa
- porcelánový kelímek
- miska s pískem
- kahan
- skleněná tyčinka
- 2 kádinky
- nůž
- lžička
- filtrační aparatura (stojan, filtrační kruh, nálevka, filtrační papír)
- laserové ukazovátko
- kleště

Chemikálie:

- toluen (F, Xn)
- síra
- destilovaná voda
- ethanol (F)

Pracovní postup:

1. Do zkumavky se 2 ml toluenu přidáváme síru (asi lžičku) až do té doby než se na dně usadí část síry i po protřepání. Takto připravený roztok slijeme od nerozpuštěné síry na hodinové sklo a necháme v digestoři odpařit toluen. Vykrytalizovanou síru pozorujeme lupou.
2. Porcelánový kelímek naplníme asi do poloviny sírou, vložíme ho do misky s pískem a zahříváme nad kahanem, až se síra roztaví. Kahan poté odstavíme a taveninu necháme chladnout. Jakmile se na povrchu taveniny utvoří slupka, prorazíme tyčinkou na protilehlých stranách 2 díry a vylijeme ji do kádinky s vodou. Nožem odstraníme opatrně slupku a pozorujeme krystaly síry pod ní. Skleněnou tyčinkou vyjmeme síru z kádinky s vodou a též pozorujeme její vlastnosti.
3. Do zkumavky s 10 ml ethanolu přidáme malou lžičku síry a protřepeme. Vzniklou suspenzi přefiltrujeme do kádinky se 100–150 ml vody. Vzniklý roztok prosvítíme laserovým ukazovátkem.

Pozorování:

Po odpaření toluenu z hodinového skla jsme pozorovali pod lupou krystalky síry, které odpovídaly kosočtverečné síře. Krystalky síry, které se nacházely pod slupkou, měly tvar jednoklonné síry. V kádince s vodou, kam jsme vylili roztavenou síru, jsme žádné krystalky nenašli, nacházela se tam síra plastická. Po prosvícení zfiltrovaného roztoku laserem jsme pozorovali dráhu laserového paprsku - vzniklá síra byla síra koloidní.

### Princip:

Síra se vyskytuje v několika modifikacích (formách), které se liší svými fyzikálními vlastnostmi. Jedinou stálou modifikací je kosočtverečná síra  $S_{\alpha}$ , stálá při normální tlaku a do teploty 95,3 °C. Nad tuto teplotu přechází na jednoklonnou formu  $S_{\beta}$  s oblastí stability 95,3–119 °C, kdy taje. Při prudkém ochlazení taveniny se získá plastická síra  $S_{\mu}$ , tvořená dlouhými řetězci síry.  $S_{\mu}$  je nestálá a během několika dní samovolně přechází na  $S_{\alpha}$ . Koloidní síra prochází filtrem, protože koloidní částice síry mají menší rozměr, než jsou rozměry otvorů ve filtračním papíru.

### Metodické poznámky:

Roztavenou síru v kelímku nenecháváme moc dlouho chladnout. Vytvořila by se moc silná slupka, nešla by prorazit a nepodařilo by se vylít síru do vody.

### Bezpečnostní pokyny:

Při zahřívání síry může dojít ke vzplanutí síry. V tomto případě stačí uzavřít ústí kelímku a zabránit tak přístupu vzduchu. Modrý plamének zhasne a je možné pokračovat v zahřívání.

### Zařazení do tematického celku:

- krystalové soustavy
- chalkogeny (síra - výskyt)

### Literatura:

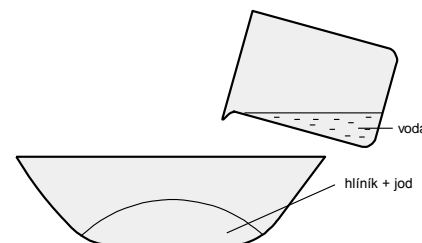
- KLEČKOVÁ, M., ŠINDELÁŘ, Z.: *Školní pokusy z anorganické a organické chemie*. UP, Olomouc 2013. /17/
- BENEŠ, P., MACHÁČKOVÁ, J.: *200 chemických pokusů*. MLADÁ FRONTA, Praha 1977. /26/
- KAMENÍČEK, J. a kol.: *Anorganická chemie*. UP, Olomouc 2009. /32/

**I. d)****REAKCE JODU S HLINÍKEM****D****SŠ****10 minut**Pomůcky:

- třecí miska s tloučkem
- kovová miska
- stříčka

Chemikálie:

- pevný I<sub>2</sub> (Xn)
- práškový Al
- destilovaná voda

Nákres:Pracovní postup:

1. V suché třecí misce rozetřeme 3 g jodu a 2 g práškového hliníku.
2. Směs nasypeme do kovové misky a přidáme k ní pár kapek vody ze stříčky.

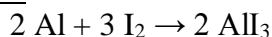
Pozorování:

Po přikápnutí pár kapek vody ke směsi jsme po chvíli pozorovali uvolňování fialových par a žlutý plamen.

Princip:

Halogenidy hlinité lze připravit buď přímou syntézou, což je tento případ, nebo reakcí hliníku s halogenovodíkem. Nejstálější je AlF<sub>3</sub>, který má iontovou strukturu. Ostatní halogenidy hlinité tvoří dimerní molekuly Al<sub>2</sub>X<sub>6</sub> se dvěma halogenidovými můstky mezi atomy kovu.

Hliník reaguje s jodem za vzniku jodidu hlinitého. Tato reakce je katalyzována vodou. Reakce je exotermická (uvolňuje se teplo). Teplo, které se uvolňuje, způsobuje, že část jodu sublimuje, a proto vznikají fialové páry plynného jodu.

Rovnice:Metodické poznámky:

Jodu i hliníku stačí dát i menší množství. Ve škole, kde není digestoř, tento experiment raději nezkoušíme, protože jod dráždí sliznici a také dojde k zabarvení okolí do žluté barvy, kterou pak musíme umýt ethanolem.

Bezpečnostní pokyny:

Při tomto experimentu pracujeme v digestoři nebo na volném prostranství, protože páry jodu silně dráždí sliznici.

Zařazení do tematického celku:

- syntéza - slučování
- exotermické reakce - chemický děj
- katalýza, triely (hliník - reaktivita)
- halogeny (jod - reaktivita)

Literatura:

- KLEČKOVÁ, M., ŠINDELÁŘ, Z.: *Školní pokusy z anorganické a organické chemie*. UP, Olomouc 2013. /17/
- <http://studiumchemie.cz/21/>
- KAMENÍČEK, J. a kol.: *Anorganická chemie*. UP, Olomouc 2009. /32/

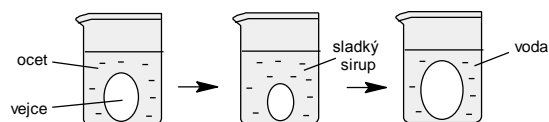


**I. e)****OSMÓZA VEJCE****D, Ž****ZŠ, SŠ****5 dní**Pomůcky:

- sklenice

Chemikálie:

- ocet
- sladký sirup
- voda
- vejce

Nákres:Pracovní postup:

1. Jako první si připravíme tzv. „gumové vejce“. Vejce ponoříme asi na jeden den do sklenice s potravinářským octem.
2. „Gumové vejce“ po vyjmutí z octa ponoříme do sklenice naplněné sladkým sirupem. Ve sklenici ho ponecháme asi dva dny.
3. Po vytáhnutí vejce ze sladkého sirupu jej dáme do sklenice s vodou a necháme ho tam opět asi dva dny.

Pozorování:

Po vyjmutí vejce z potravinářského octa jsme pozorovali rozpuštění skořápky - vzniklo tzv. „gumové vejce“. Ve sladkém sirupu vejce začalo zmenšovat svůj objem a naopak ve vodě se vejce zvětšovalo.

Princip:

Skořápka vajíčka obsahuje uhličitán vápenatý - kalcit. Kalcit ochotně reaguje s kyselinami. V octu je kyselina octová, která reagovala s uhličitánem vápenatým a došlo tak k rozpuštění skořápky. Vnitřek vajíčka - žloutek a bílek, jsou tvořeny převážně molekulami vody a také molekulami bílkovin. Bílkoviny tvoří dlouhé a protáhlé molekuly, které nemohou tenkou polopropustnou blánou ven z vajíčka pronikat. Molekuly vody jsou mnohem menší, tudíž ven z vajíčka přes polopropustnou membránu pronikat do okolního prostředí sladkého sirupu mohou. Když rozpouštědlo (v tomto případě voda) prostupuje přes polopropustnou membránu z prostoru s méně koncentrovaným roztokem do prostoru s více koncentrovaným roztokem, hovoříme o osmóze. Ve sklenici s vodou probíhala také osmóza, ale přesně opačně.

Rovnice:Metodické poznámky:

Tento experiment je dobré dát žákům na doma jako domácí úkol nebo v rámci projektu. Žáci si doma experiment nafotí a prezentují jej ostatním.

Zařazení do tematického celku:

- osmóza
- tetrely (uhlík - uhličitany)
- karboxylové kyseliny

Literatura:

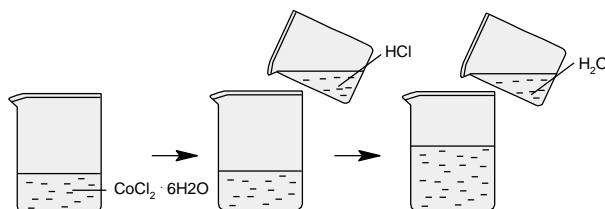
- BENEŠ, P., MACHÁČKOVÁ, J.: *200 chemických pokusů*. MLADÁ FRONTA, Praha 1977. /36/
- <http://fyzmatik.pise.cz/1634-osmoza-s-gumovym-vejcem.html>, staženo 25.3.2015  
/33/

**I. f)****CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O - VLIV KONCENTRACE  
NA ROVNOVÁHU****D****SŠ****5 minut**Pomůcky:

- kádinky
- lžička

Chemikálie:

- roztok CoCl<sub>2</sub> (4 g CoCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O na 50 ml vody) (T)
- konc. HCl (C, Xi)
- destilovaná voda

Nákres:Pracovní postup:

1. Do kádinky nalijeme 25 ml roztoku chloridu kobaltnatého.
2. Do kádinky s roztokem přidáváme postupně asi 15 ml koncentrovanou kyselinu chlorovodíkovou a zamícháme.
3. Následně přidáme vodu (asi 15 ml) a opět obsah kádinky promícháme.

Pozorování:

Roztok chloridu kobaltnatého má za normálních podmínek růžovou barvu. Po přidání koncentrované kyseliny chlorovodíkové jsme pozorovali změnu barvy z původní růžové na modrou. Po přidání vody se barva roztoku vrátila zpátky na růžovou.

Princip:

Změny zbarvení chloridu kobaltnatého se využívá k indikaci nasycení silikagelu vodou (hexahydrát je růžový, tetrahydrát je červený, dihydrát růžově fialový, monohydrát je modrofialový a bezvodý je modrý). Bezvodý CoCl<sub>2</sub> je hydrofobní.

Co<sup>2+</sup> z hexahydrátu chloridu kobaltnatého je ve vodném roztoku obklopen 6 molekulami vody - vytváří komplexní aquakation [Co<sup>II</sup>(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>, který má oktaedrické uspořádání. Při přidávání HCl do roztoku dochází ke zvýšení koncentrace chloridových aniontů v roztoku a nahrazování molekul vody v komplexu. Mění se tak uspořádání (z oktaedrického na tetraedrický komplex) i barva (z růžové na modrou). Pokud je k modrému komplexnímu aniontu [Co<sup>II</sup>Cl<sub>4</sub>]<sup>2-</sup> přidávána voda, dochází opět k nahrazování chloridových aniontů v koordinační sféře Co<sup>2+</sup> molekulami vody. Vytváří se opět oktaedrický komplex [Co<sup>II</sup>(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> růžové barvy.

Bezpečnostní pokyny:

S koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou je dobré pracovat v ochranných rukavicích. Při styku s kůží hrozí poleptání.

Metodické poznámky:

Je dobré žákům před experimentem vysvětlit nebo připomenout jak vypadá oktaedr a tetraedr a nakreslit jim je na tabuli.

Zařazení do tematického celku:

- chemická rovnováha
- d-prvky (kobalt)
- koordinační sloučeniny

Literatura:

- <http://studiumchemie.cz /21/>
- KAMENÍČEK, J. a kol.: *Anorganická chemie*. UP, Olomouc 2009. /32/

**I. g)****HOŘLAVÉ RUCE****D, Ž****ZŠ, SŠ****10 minut****Pomůcky:**

- vana
- zápalky

**Chemikálie:**

- zemní plyn nebo propan-butan (kartuše) (F+)
- voda
- saponát

**Pracovní postup:**

1. Vanu naplníme vodou a přidáme saponát.
2. Vyhrneme si rukávy a ruce si omyjeme v saponátové vodě až k loktům.
3. Vezmeme propan-butanovou kartuši s hořákem nebo nasazenou hadičku na přívod zemního plynu, pustíme přívod plynu a necháme probublávat do saponátové vody.
4. Po vytvoření většího množství bublin (tak abychom byli schopni nabrat bubliny do dlaně) ukončíme probublávání plynu.
5. Nabereme saponátové bubliny do dlaně a řekneme někomu, aby nám bubliny na dlaních zapálil buď zápalkou nebo hořící špejlí.

**Pozorování:**

Při probublávání plynu do saponátové vody se na hladině intenzivně vytváří bubliny. Po nabrání bublin do dlaní a následném zapálení pozorujeme shoření bublin žlutým plamenem.

**Princip:**

Methan je plyn bez barvy a zápachu, který je lehčí než vzduch. Propan a butan jsou také bezbarvé plyny bez zápachu, ale těžší než vzduch, jsou velmi snadno zkapalnitelné. Tyto plyny se používají jako paliva - zemní plyn, jehož hlavní součástí je právě methan, a propan-butan. Tyto plyny jsou zachycovány při probublávání saponátové vody v bublinách. Tyto plyny hoří na vzduchu za vzniku oxidu uhličitého a vody (přesněji vodní páry) - dochází tedy ke spalování za vzniku konečných oxidačních produktů (tj. vody a oxidu uhličitého).

**Metodické poznámky:**

Experiment lze provést i se zapalovačem. Trvá ovšem dlouho, než se vytvoří dostatečné množství bublin a zapalovač je po experimentu již nepoužitelný.

**Bezpečnostní pokyny:**

Rukávy je třeba vyhrnout až nad loket a zabezpečit je, aby se neshrnuly. Na rukách nesmí být žádné náramky a prstýnky. Vlasy by měly být staženy do gumičky. Pokud byste cítili pálení, stačí s rukama udělat prudký pohyb dozadu - hořící plyn zhasne.

Zařazení do tematického celku:

- alkany
- plyny, hoření
- redoxní procesy

Literatura:

- <http://studiumchemie.cz /21/>

**I. h)****DUHOVÁ BAŇKA****D****SŠ****15 minut**Pomůcky:

- kulatá baňka (500 ml)
- lžička
- zátka

Chemikálie:

- pevný NaOH (C, Xi)
- glukosa
- indigokarmin
- destilovaná voda

Nákres:Pracovní postup:

1. Ve 250 ml destilované vody rozpustíme 2,5 g hydroxidu sodného a necháme ochladit.
2. Do vzniklého roztoku přidáme 5 g glukosy. Po jejím rozpuštění přidáme ještě indigokarmin (na špičku lžičky).
3. Baňku zazátkujeme, dobře promícháme a necháme stát.
4. Po chvilce začneme baňkou pomalu kroužit a až změní barvu tak s ní intenzivně zatřepeme a poté ji opět necháme stát. Celý cyklus můžeme opakovat vícekrát.

Pozorování:

Po chvíli stání má roztok žlutou barvu, po krouživém pohybu se barva roztoku změní na oranžovou a po intenzivním zatřepání na zelenou. Při stání se roztok vrací přes barvu oranžovou na barvu žlutou.

Princip:

Kyslík, který je součástí vzduchu, nad roztokem reaguje s indigokarminem (oxiduje ho) a způsobuje změnu zbarvení roztoku - zelená (třepání s baňkou). Glukosa obsažená v roztoku také reaguje s indigokarminem (redukuje ho) za opětovné změny zbarvení roztoku na jeho původní barvu - žlutá (baňka je v klidu). Oranžová barva přísluší směsi redukované a oxidované formy (zelená a žlutá - oranžová).

Metodické poznámky:

Kromě sypkého indigokarminu lze použít i již namíchaný roztok indigokarminu. Opakovat cyklus lze cca desetkrát. Poté stačí přidat další množství indigokarminu a opět dochází k barevným změnám.

Bezpečnostní pokyny:

Při práci s hydroxidem sodným je lepší pracovat s ochrannými rukavicemi. Hydroxid sodný dáváme vždy do vody a nikdy ne naopak.

Zařazení do tematického celku:

- chemická rovnováha
- redoxní rovnováha
- sacharidy

Literatura:

- <http://studiumchemie.cz/21/>
- MOKREJŠOVÁ, O.: *Praktická a laboratorní výuka chemie*. TRITON, Praha 2005. /25/
- <http://www.sciencegate.cz/e-learning/146-clovek-a-jehoschopnosti/zalozky/pokusy/pokus-vi>, staženo 24. 3. 2015 /34/





Zařazení do tematického celku:

- alkalické kovy
- kovy alkalických zemin

Literatura:

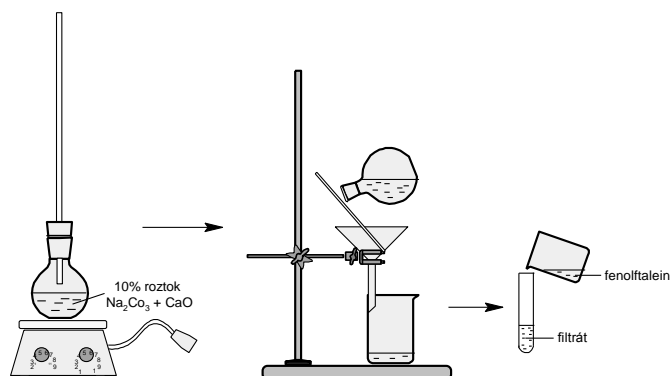
- BENEŠ, P., MACHÁČKOVÁ, J.: *200 chemických pokusů*. MLADÁ FRONTA, Praha 1977. /26/

Pomůcky:

- varná baňka 250 ml
- zátka se skleněnou trubičkou
- vařič
- filtrační aparatura (stojan, filtrační kruh, nálevka a filtrační papír)
- zkumavka

Chemikálie:

- 10% roztok Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Xi)
- CaO
- destilovaná voda
- fenolftalein (0,1% roztok fenolftaleinu v 60% ethanolu)

Nákres:Pracovní postup:

1. Do varné baňky o objemu 250 ml nalijeme 100 ml 10% roztoku uhličitanu sodného a přidáme 10 g oxidu vápenatého rozetřeného s trochou destilované vody.
2. Baňku uzavřeme zátkou, kterou prochází skleněná trubička dlouhá asi 60–80 cm. Zahříváme ji 10–15 minut k varu.
3. Po zchladnutí směs zfiltrujeme. Část filtrátu odebereme do zkumavky a přidáme do ní pár kapek fenolftaleinu.

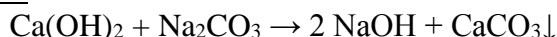
Pozorování:

Po přidání fenolftaleinu k filtrátu jsme viděli změnu barvy z bezbarvé na fialovou.

Princip:

Nejprve došlo k reakci oxidu vápenatého s vodou za vzniku hydroxidu vápenatého a ten následně reagoval s uhličitanem sodným za vzniku hydroxidu sodného. Mimo jiné vznikal ještě uhličitan vápenatý, což je nerozpustná sraženina. Po přidání fenolftaleinu ke vzniklému roztoku došlo ke změně barvy na fialovou, protože vznikl hydroxid sodný, který je zásaditý a fenolftalein je v zásaditém prostředí fialový.

Kaustifikace sody je mechanismus, kterým vzniká látka, která je leptavá (hydroxid sodný). Tímto způsobem byl hydroxid sodný připravován již ve starém Egyptě (mísením sody a páleného vápna).

Rovnice:Metodické poznámky:

Experiment je dobré použít v laboratorním cvičení, kde si žáci vyzkouší i sestavení aparatury. V hodině by tento experiment zabral příliš mnoho času.

Bezpečnostní pokyny:

Při této reakci vzniká hydroxid sodný, který je žravý. Je dobré pracovat s ochrannými rukavicemi.

Zařazení do tematického celku:

- alkalické kovy (hydroxid sodný - příprava)

Literatura:

- BENEŠ, P., MACHÁČKOVÁ, J.: *200 chemických pokusů*. MLADÁ FRONTA, Praha 1977. /26/

Pomůcky:

- skleněná destička (podložní sklíčko)
- svíčka
- sirky
- předmět s hrotem
- umělohmotná kádinka (lékovka)

Chemikálie:

- pevný CaF<sub>2</sub>
- konc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (C, Xi)

Pracovní postup:

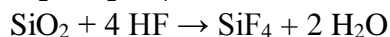
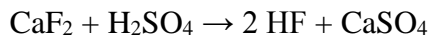
1. Rozehřátý vosk ze svíčky nakapeme na skleněnou destičku tak, aby se vytvořila souvislá vrstva.
2. Vezmeme si předmět s hrotem a vyryjeme do voskové vrstvy obrazec tak, aby byl vosk odstraněn až na sklo.
3. Do umělohmotné kádinky dáme asi 2 lžičky fluoridu vápenatého a přilijeme 10 ml koncentrované kyseliny sírové.
4. Kádinku přikryjeme skleněnou destičkou tak, aby vosková vrstva s vyrytým obrazcem byla stranou dolů do kádinky. Necháme leptat v digestoři asi 30 minut.
5. Poté ji vyndáme, opláchneme vodou, vysušíme a po zahřátí z destičky odstraníme vosk.

Pozorování:

Fluorovodík se uvolňoval po nalití kyseliny sírové k fluoridu vápenatému. Po odstranění voskové vrstvy ze skleněné destičky jsme pozorovali zmatnění v místě, kde nebyl vosk (kde byl vyrytý obrazec).

Princip:

Reakcí fluoridu vápenatého a kyseliny sírové vzniká plynný fluorovodík a síran vápenatý. Fluorovodík reaguje s oxidem křemičitým, který je obsažen ve skle za vzniku fluoridu křemičitého (plyn). Dochází tak k vyleptání skla.

Rovnice:Metodické poznámky:

Tento experiment je dobré využít v projektu o chemii nebo v týdnu praktické chemie, kde učitel ukáže žákům vlastnosti fluorovodíku zábavnou formou. Jako experiment do hodiny je příliš dlouhý a sami by ho žáci provádět také neměli, a to z důvodu žíravých vlastností fluorovodíku.

Bezpečnostní pokyny:

Kyselina fluorovodíková i fluorovodík jsou silně žíravé - mohou poleptat kůži i sliznici. Kyselina sírová je též žíravina. Proto je nutné pracovat s ochrannými rukavicemi a v digestoři.

Zařazení do tematického celku:

- halogeny (fluorovodík - reaktivita)
- tetrely (křemík - vlastnosti  $\text{SiO}_2$ )

Literatura:

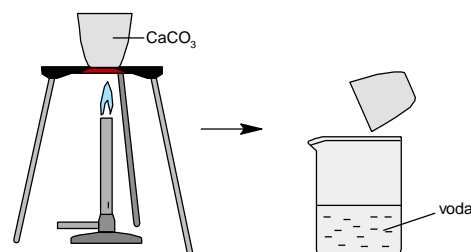
- <http://studiumchemie.cz/21/>
- KAMENÍČEK, J. a kol.: *Anorganická chemie*. UP, Olomouc 2009. /32/

Pomůcky:

- kahan
- kelímek
- kádinka
- trojnožka

Chemikálie:

- $\text{CaCO}_3$
- destilovaná voda

Nákres:Pracovní postup:

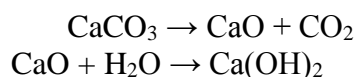
1. Do kelímku dáme uhličitán vápenatý (3 g) a zahříváme ho nad kahanem (asi 10 minut) do té doby než je směs úplně roztavená.
2. Horkou směs nalijeme do kádinky naplněné asi do poloviny vodou.
3. Pokud nám vznikne kalný roztok, zfiltrujeme jej.

Pozorování:

Po vylití roztavené směsi můžeme pozorovat buď vznik čirého roztoku na dně se sraženinou (vápená voda) nebo vznik kalného roztoku (vápené mléko).

Princip:

Pálení vápna je rozklad uhličitanu vápenatého na oxid vápenatý a oxid uhličitý. Když vylijeme horkou směs páleného vápna do vody, vznikne nám hydroxid vápenatý (vápenatý hydrát), který nazýváme hašené vápno. Hydroxid vápenatý je špatně rozpustný ve vodě, většinou klesne ke dnu kádinky, čímž se vytvoří suspenze. Hydroxid vápenatý můžeme dokázat přikápnutí indikátoru (fenolftalein) - vznik růžového zbarvení.

Rovnice:Metodické poznámky:

Tento experiment je ideální do laboratorního cvičení, kde si žáci procvičí i sestavování aparatury. Mohou si vyzkoušet názorný příklad, jak se ve skutečnosti pálí a hasí vápno.

Bezpečnostní pokyny:

Při vylití směsi z kelímku do vody může dojít k prasknutí kádinky.

Zařazení do tematického celku:

- alkalické zeminy (vápník - reaktivita)

Literatura:

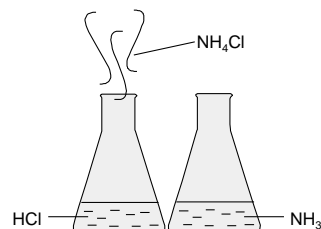
- ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J., HUDEČEK, J., ŠÍMOVÁ, J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. PROSPEKTUM, Praha 2000. /18/

Pomůcky:

- 2 Erlenmayerovy baňky

Chemikálie:

- konc. HCl (C, Xi)
- konc. NH<sub>3</sub> (C, N, Xi)

Nákres:Pracovní postup:

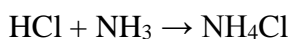
1. Do první baňky nalijeme asi 50 ml koncentrované kyseliny chlorovodíkové.
2. Do druhé baňky nalijeme asi 50 ml koncentrovaného roztoku amoniaku.
3. Přiblížíme k sobě ústí obou baněk.

Pozorování:

Po přiblížení ústí baněk k sobě jsme pozorovali vznik bílého dýmu.

Princip:

Při reakci plynného chlorovodíku a plynného amoniaku vzniká pevný chlorid amonný. Pevný chlorid amonný vytváří bílý dým. Tato reakce se označuje jako neutralizace. Při neutralizaci spolu reagují kyselina (HCl) a zásada (NH<sub>3</sub>) za vzniku soli (NH<sub>4</sub>Cl). Amoniak i chlorovodík jsou plyny, které se liší svojí hustotou. Amoniak má menší hustotu a proto dochází k rychlejšímu vzlínání plynu k hrdlu baňky než u chlorovodíku (proto se drží bílý dým nad hrdlem baňky s kyselinou chlorovodíkovou).

Rovnice:Metodické poznámky:

Je dobré za baňky umístit černý papír, nebo jiné tmavé pozadí, aby byl vznikající bílý dým lépe vidět.

Bezpečnostní pokyny.

Při tomto experimentu pracujeme v digestoři a s ochrannými rukavicemi. Páry chlorovodíku i amoniaku by mohly podráždit sliznici.

Zařazení do tematického celku:

- acidobazické reakce
- hustota
- pH
- halogeny (chlor)
- pentely (dusík)

Literatura:

- KLEČKOVÁ, M., ŠINDELÁŘ, Z.: Školní pokusy z anorganické a organické chemie. UP, Olomouc 2013. /17/

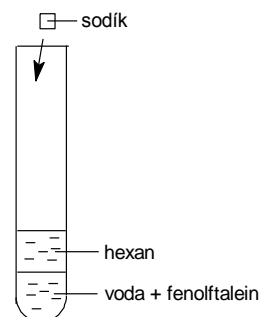


Pomůcky:

- zkumavka
- držák na zkumavky
- pinzeta
- nůž

Chemikálie:

- hexan (F, Xn) - lze nahradit petrolejem (F)
- fenolftalein (0,1% roztok fenolftaleinu v 60% ethanolu)
- destilovaná voda
- sodík (F, C)

Nákres:Pracovní postup:

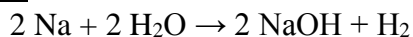
1. Do zkumavky nalijeme 3 ml vody a 3 ml hexanu.
2. Přidáme pár kapek fenolftaleinu a opatrně promícháme.
3. Zkumavku uchytíme do držáku a přidáme ukrojený kousek sodíku o velikosti hrany asi 2 mm.

Pozorování:

Po přidání kousku sodíku jsme pozorovali „jojo“ efekt. Kousek sodíku se pohyboval shora dolů a zpátky. Zpozorovali jsme též změnu zbarvení roztoku ve spodní části zkumavky - vodná vrstva (z čirého na fialový).

Princip:

Hexan je nepolární rozpouštědlo, které má malou hustotu, voda je polární rozpouštědlo s hustotou vyšší než hexan. Navzájem jsou tato rozpouštědla nemísitelná, proto se vytvoří rozhraní mezi dvěma fázemi (nahore hexan, pod ním voda). Po přidání kousku sodíku dojde k tomu, že sodík klesá až k rozhraní, kde dojde k reakci sodíku s vodou - vzniká hydroxid sodný a vodík. Hydroxid sodný způsobí změnu zbarvení fenolftaleinu ve vodné fázi (zásadité prostředí - fialové zbarvení) a unikající bublinky vodíku způsobí nadnášení sodíku k hladině hexanu. Po vprchání bublinek vodíku sodík opět klesá k rozhraní a celý proces se opakuje.

Rovnice:Metodické poznámky:

Při tomto experimentu lze využít i petrolej jako organickou složku. Je důležité, aby sodík zreagoval všechen, než se směs bude likvidovat. V umyvadle by mohl způsobit prudkou reakci s vodou.

Bezpečnostní pokyny:

Hexan a petrolej zapáchají, proto je lepší experiment provádět v digestoři. Sodíku je třeba použít pouze malý kousek. Při použití velkého kousku by mohlo dojít k prudké reakci a případně i k prasknutí zkumavky.

Zařazení do tematického celku:

- alkalické kovy (sodík - reaktivita)
- alkany (nepolární rozpouštědla)
- redoxní reakce
- hustota
- polarita molekul

Literatura:

- <http://studiumchemie.cz/21/>
- KAMENÍČEK, J. a kol.: *Anorganická chemie*. UP, Olomouc 2009. /32/

<b>II. g)</b>	<b>JODOVÉ HODINY</b>	<b>D</b>	<b>SŠ</b>	<b>20 minut</b>
---------------	----------------------	----------	-----------	-----------------

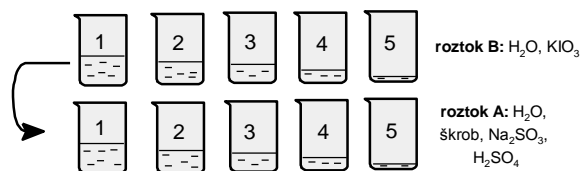
Pomůcky:

- 2 kádinky (250 ml)
- 10 kádinek (50 ml)
- lžička

Chemikálie:

- škrob
- destilovaná voda
- pevný Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
- pevný KIO<sub>3</sub> (O)
- cca 30% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (C, Xi)

Nákres:



Pracovní postup:

1. 0,5 g škrobu rozpustíme ve 125 ml destilované vody, povaříme a necháme vychladnout.
2. Po vychladnutí přidáme 0,05 g siřičitanu sodného, okyselíme 1,25 ml zředěné kyseliny sírové a doplníme destilovanou vodou do 250 ml (roztok A).
3. Ve druhé kádince rozpustíme 0,5 g jodičnanu draselného v 250 ml destilované vody (roztok B).
4. Připravíme si 2 sady kádinek po 5 a očíslováme je od 1 do 5.
5. Do první řady kádinek dáme 50 ml, 45 ml, 39 ml, 34 ml a 29 ml roztoku A. Doplníme destilovanou vodou na objem 50 ml.
6. Do druhé sady kádinek dáme stejné objemy roztoku B a doplníme opět destilovanou vodou na objem 50 ml.
7. Najednou slijeme všech pět kádinek roztoku A s roztokem B a to tak, že sléváme vždy kádinky se stejnými čísly.

Pozorování:

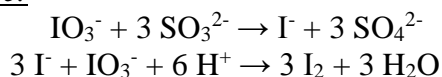
Na začátku jsou všechny roztoky bezbarvé. Po slítí roztoku A s roztokem B jsme pozorovali postupně ve všech kádinkách zmodrání roztoků.

Princip:

Po slítí roztoku A (škrob, siřičitan sodný, zředěná kyselina sírová) s roztokem B (jodičnan draselný) dochází k redoxní reakci mezi siřičitanovými anionty a jodičnanovými anionty v kyselém prostředí - vzniká jod a síranové anionty. Jod dokážeme škrobem - vzniká modré zbarvení.

Nejdříve dochází v kyselém prostředí k redukci jodičnanového aniontu na jodidový anion účinkem siřičitanového aniontu, poté reaguje jodičnanový anion s jodidovým opět v kyselém prostředí za vzniku jodu.

Rovnice:



Metodické poznámky:

Aby jodové hodiny fungovaly opravdu jako hodiny, je důležité nalít obsah kádinek s roztokem B do roztoku A najednou. Je dobré buď požádat žáky, aby asistovali nebo si vyrobit pomůcku (např. dřevěný držák pro 5 kádinek), pomocí které slijeme roztoky najednou. Experiment je možné provést i s menšími objemy roztoků ve zkumavkách.

Bezpečnostní pokyny:

Pracujeme raději s ochrannými rukavicemi a dodržujeme bezpečnostní pokyny. Pracujeme raději v digestoři.

Zařazení do tematického celku:

- kinetika (vliv koncentrace)
- halogeny (jod - reaktivita)
- redoxní reakce

Literatura:

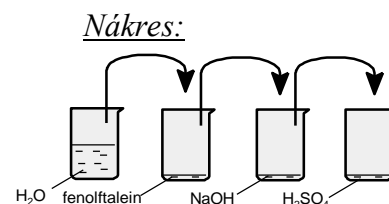
- <http://studiumchemie.cz /21/>
- KAMENÍČEK, J. a kol.: *Anorganická chemie*. UP, Olomouc 2009. /32/

Pomůcky:

- 4 kádinky
- kapátka

Chemikálie:

- fenolftalein (0,1% roztok fenolftaleinu v 60% ethanolu)
- konc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (C, Xi)
- roztok NaOH (5 g na 30 ml vody) (C, Xi)
- destilovaná voda

Pracovní postup:

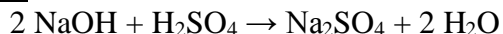
1. Připravíme si 4 kádinky. Do první kádinky nalijeme 50 ml destilované vody. Do druhé vpravíme pár kapek fenolftaleinu. Do třetí kádinky dáme pár kapek (kapátkem) hydroxidu sodného - rozprostřeme po stěnách, do čtvrté kádinky dáme asi 1 ml konc. kyseliny sírové a opět rozprostřeme po stěnách. Vodu z první kádinky nalijeme do kádinky s fenolftaleinem, tu následně nalijeme do kádinky s hydroxidem sodným a nakonec vše nalijeme do kádinky s kyselinou sírovou.

Pozorování:

Po nalití vody do kádinky s fenolftaleinem se nic nezměnilo. Změnu jsme mohli pozorovat až po nalití do třetí kádinky s hydroxidem sodným - roztok zřafloval (víno) a po nalití do kádinky s kyselinou sírovou se opět roztok odbarvil (voda).

Princip:

Po nalití vody do první kádinky s fenolftaleinem (acidobazický indikátor) se nic nestalo a roztok zůstal bezbarvý - v neutrálním prostředí je fenolftalein bezbarvý. Po nalití do kádinky s hydroxidem sodným se barva změnila na fialovou - v zásaditém prostředí je fenolftalein fialový. Následně po nalití do kádinky s kyselinou sírovou došlo k odbarvení roztoku. Zde došlo buď k neutralizaci - neutrální prostředí (barva fenolftaleinu bezbarvá) nebo byl nadbytek kyseliny - v kyselém prostředí je fenolftalein také bezbarvý.

Rovnice:Metodické poznámky:

Fenolftalein kapeme raději na dno kádinky (nerozprostíráme ho po stěnách). Je to ethanolický roztok a po rozprostření po stěnách by mohlo dojít k vypaření ethanolu (těkavá látka) a vykristalizování pevného fenolftaleinu.

Bezpečností pokyny:

Při zacházení s koncentrovanými roztoky kyseliny sírové a hydroxidu sodného zacházíme opatrně. Oba roztoky jsou žíravé. Používáme ochranné rukavice.

Zařazení do tematického celku:

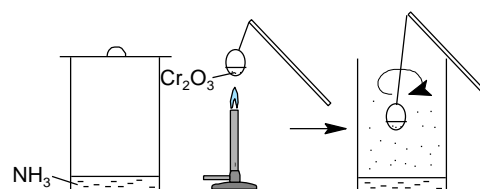
- acidobazické reakce, pH, indikátory

Literatura:

- <http://studiumchemie.cz/21/>
- KAMENÍČEK, J. a kol.: *Anorganická chemie*. UP, Olomouc 2009. /32/

Pomůcky:

- sklenice
- čajové kovové sítko („vajíčko“)
- kahan
- zápalky
- lžička
- alobal

Nákres:Chemikálie:

- pevný  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
- konc.  $\text{NH}_3$  (T, N, Xn)

Pracovní postup:

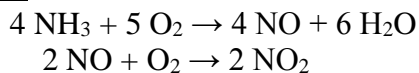
1. Do sklenice nalijeme koncentrovaný roztok amoniaku tak, aby pokryl dno sklenice a zavřeme ji.
2. Na dno čajového vajíčka dáme alobal, aby zakryl otvory, a do této části dáme lžičku pevného oxidu chromitého.
3. Čajové vajíčko zahříváme nad kahanem, dokud se úplně nerozžhává.
4. Rozžhavené vajíčko dáme do sklenice s amoniakem a třeseme jím.

Pozorování:

Při třesení čajovým vajíčkem z něj vypadává rozžhavený oxid chromitý, který světélkuje.

Princip:

Amoniak velmi dobře těká a jeho páry tak zaplňují celou sklenici. Páry amoniaku se oxidují na oxid dusnatý, který následně oxiduje až na oxid dusičitý za katalýzy oxidu chromitého. Na oxidu chromitém probíhá vlastní katalýza, což se projeví jako „světélkování“. Oxid dusičitý lze pozorovat v podobě hnědých par ve sklenici.

Rovnice:Metodické poznámky:

Použijeme oxid chromitý, který má co nejmenší povrch, je co nejjemnější. V čajovém vajíčku zahříváme oxid chromitý co nejdéle.

Bezpečnostní pokyny:

Při práci s koncentrovaným roztokem amoniaku pracujeme opatrně. Amoniak je toxický a žíravý - pracujeme s ochrannými rukavicemi a v digestoři.

Zařazení do tematického celku:

- katalýza
- reakční kinetika
- pentely (dusík)
- d-prvky (chrom)
- redoxní reakce

Literatura:

- <http://studiumchemie.cz/21/>
- KAMENÍČEK, J. a kol.: *Anorganická chemie*. UP, Olomouc 2009. /32/



Pomůcky:

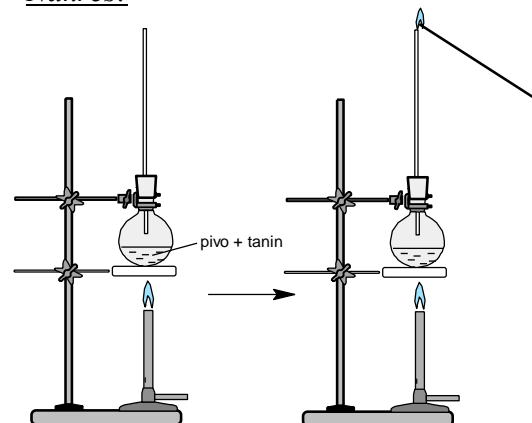
- varná baňka
- zátka s dlouhou skleněnou trubičkou
- kahan nebo vařič
- zápalky
- varné kamínky

Chemikálie:

- pivo (12°)
- tanin

Pracovní postup:

1. Do varné baňky nalijeme 200–250 ml 12° piva, přidáme 2–3 g taninu a varné kamínky.
2. Varnou baňku uzavřeme zátkou, kterou prochází skleněná trubička dlouhá 80–120 cm.
3. Roztok v baňce zahříváme k varu a páry unikající z aparatury na konci skleněné trubičky zapálíme.

Nákres:Pozorování:

Pozorovali jsme hoření piva, které za normálních podmínek nehoří.

Princip:

Pivo samo o sobě nehoří, ale při zahřívání piva dochází k odpaření etanolu, jehož páry hořlavé jsou. Proto dojde k hoření na konci trubice. 12° pivo obsahuje zhruba 4 % ethanolu. Tanin se přidává do piva proto, že sráží v pivu bílkoviny a pivo díky němu při zahřívání méně pění.

Metodické poznámky:

Tanin je látka, která je špatně dostupná. Proto se dá použít kyselina gallová, která je hlavní součástí taninu.

Bezpečnostní pokyny:

Varné kamínky jsou nezbytnou součástí baňky nebo jiné skleněné nádoby, která se zahřívá k varu. Kdyby tam nebyly, mohlo by dojít k utajenému varu.

Zařazení do tematického celku:

- alkoholy

Literatura:

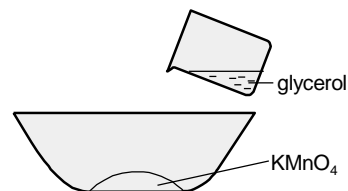
- BENEŠ, P., MACHÁČKOVÁ, J.: 200 chemických pokusů. MLADÁ FRONTA, Praha 1977. /26/

**III. b)****OXIDACE GLYCEROLU****D****SŠ****10 minut**Pomůcky:

- miska
- kapátko

Chemikálie:

- $\text{KMnO}_4$  (O, Xn)
- glycerol

Nákres:Pracovní postup:

1. Do misky dáme malou hromádku najemno utřeného manganistanu draselného a nahoře hromádky uděláme důlek.
2. Do důlku v manganistanu draselném kápneme pár kapek glycerolu.

Pozorování:

Po kápnutí glycerolu na manganistan draselný jsme pozorovali napřed doutnání a nakonec i hoření fialovým plamenem.

Princip:

Fialová barva plamene je typická pro spektrum draselného iontu. Manganistan draselný je oxidační činidlo, takže dojde k oxidaci glycerolu. Manganistan draselný se redukuje. Jde tedy o oxidačně-redukční reakci.

Rovnice:Metodické poznámky:

Místo glycerolu můžeme použít ethylenglykol nebo propylenglykol. Jako první začne reagovat ethylenglykol, poté glycerol a jako poslední propylenglykol.

Bezpečnostní pokyny:

Při tomto experimentu pracujeme raději v digestoři.

Zařazení do tematického celku:

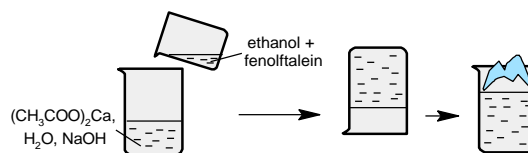
- redoxní reakce
- alkoholy

Literatura:

- <http://old.vscht.cz/fch/pokusy/01.html>, staženo 24. 3. 2015 /35/

**III. c)****HOŘÍCÍ GEL****D****SŠ****10 minut**Pomůcky:

- 2 kádinky (150 ml)
- lžička
- špejle
- zápalky

Nákres:Chemikálie:

- $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$
- roztok  $\text{NaOH}$  (5 g na 30 ml vody) (C, Xi)
- ethanol (F)
- fenolftalein (0,1% roztok fenolftaleinu v 60% ethanolu)
- destilovaná voda

Pracovní postup:

1. V kádince rozpustíme 4 g octanu vápenatého v 13 ml vody (nasycený roztok). K tomuto roztoku přidáme pár kapek zředěného roztoku hydroxidu sodného (roztok A).
2. Do druhé kádinky nalijeme 100 ml ethanolu a 1 ml fenolftaleinu (roztok B).
3. Roztok B prudce nalijeme do roztoku A a otočíme kádinku dnem vzhůru.
4. Po chvíli vzniklý gel na povrchu zapálíme hořící špejlí.

Pozorování:

Po slítí obou roztoků jsme pozorovali okamžité ztuhnutí reakční směsi a vznik fialového gelu, který po zapálení hořel modrým až modrozlutým plamenem.

Princip:

Octan vápenatý je velmi dobře rozpustný ve vodě, ale málo rozpustný v ethanolu. Proto po přilítí ethanolu do nasyceného roztoku octanu vápenatého došlo k vytvoření gelu. Růžové zbarvení gelu je způsobeno přítomností fenolftaleinu, který je v zásaditém prostředí fialový (hydroxid sodný je zásaditý). Octan vápenatý je sůl slabé kyseliny - kyseliny octové a silné zásady - hydroxidu vápenatého, takže je už sám o sobě zásaditý. Gel hoří proto, že je v něm obsažen ethanol, který je vysoce hořlavý. Ethanol je těkavý, takže hoří jeho páry.

Bezpečnostní pokyny:

Při práci s hydroxidem sodným (žiravý) a ethanollem (vysoce hořlavý) pracujeme opatrně, s ochrannými rukavicemi a ne v blízkosti otevřeného ohně. Při hoření dochází k zahřívání kádinky - pozor na popálení.

Zařazení do tematického celku:

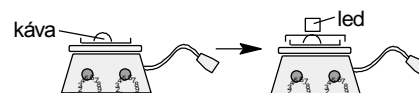
- alkoholy
- karboxylové kyseliny

Literatura:

- ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J., HUDEČEK, J., ŠÍMOVÁ, J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. PROSPEKTUM, Praha 2000. /18/
- <http://studiumchemie.cz/21/>

Pomůcky:

- 2 díly Petriho misky
- elektrický vařič
- vata
- kostky ledu
- lžička
- mikroskop

Nákres:Chemikálie:

- rozemletá zrnka kávy

Pracovní postup:

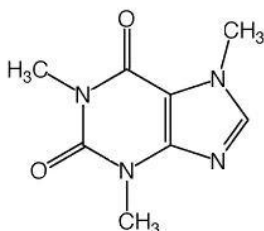
1. Na Petriho misku dáme lžičku rozemletých zrn kávy a pozvolna zahříváme na elektrickém vařiči.
2. Když začneme pozorovat sublimaci bílé látky, přikryjeme Petriho misku druhým dílem. Vrchní díl Petriho misky chladíme vatou s kouskem ledu.
3. Zahříváme velice pomalu a opatrně a po vychladnutí pozorujeme krystalky kofeinu pod mikroskopem.

Pozorování:

Po chvíli zahřívání jsme pozorovali sublimaci bílé látky. Na vrchním chlazeném dílu Petriho misky vznikala vrstva bílých krystalků kofeinu, které měly pod mikroskopem jehlicovitý tvar.

Princip:

Kofein (1,3,7-trimethylxanthin) je přírodní látka, která patří do skupiny alkaloidů. Vyskytuje se například v kávovníku, v čajovníku, v kole nebo v guaraně. Je velmi těkavý a lze ho získat sublimací z přírodního materiálu (sublimace je proces přechodu pevné látky na plynnou, aniž by došlo k tání pevné látky - bez průchodu kapalnou fází). Kofein sublimuje při teplotě 170–180 °C (teplota varu kofeinu je 178 °C). Kofein je bílá krystalická látka hořké chuti, která vytváří jehlicovité útvary.



Obrázek č. 1: Vzorec kofeinu

Metodické poznámky:

Při zahřívání kávy musíme dát pozor, abychom kávu nespálili a včas ji přikryli druhým kusem Petriho misky. Tento experiment je dobré využít v laboratorním cvičení, kde si žáci tento experiment vyzkouší sami.

Bezpečnostní pokyny:

Při tomto experimentu může dojít k popálení o horké sklo.

Zařazení do tematického celku:

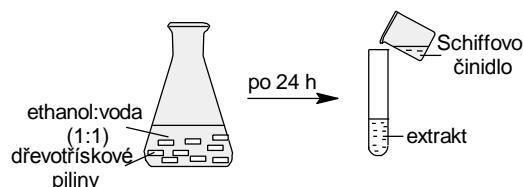
- sublimace
- přírodní látky - alkaloidy

Literatura:

- ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J., HUDEČEK, J., ŠÍMOVÁ, J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. PROSPEKTUM, Praha 2000. /18/
- <http://studiumchemie.cz /21/>

Pomůcky:

- Erlenmayerova baňka (1 000 ml)
- dřevotřískové piliny
- zkumavka
- stojan na zkumavky
- kapátko

Nákres:Chemikálie:

- voda:ethanol (1:1)
- Schiffovo činidlo
- konc. HCl (C, Xi)
- NaHSO<sub>3</sub>

Pracovní postup:

1. Dřevotřískové piliny dáme do Erlenmayerovy baňky a zalijeme je roztokem voda:ethanol (1:1) - objemový poměr.
2. Roztok necháme 24 hodin extrahovat za občasného protřepávání.
3. Následně odebereme kapátkem 5 ml extraktu, nalijeme ho do zkumavky a přikápneme k němu Schiffovo činidlo (0,2 g fuchsinu rozpustíme za tepla ve 120 ml vody). Po ochlazení přidáme roztok 2 g hydrogensířičitanu sodného ve 20 ml vody, 2 ml konc. kyseliny chlorovodíkové a zředíme na 200 ml.

Pozorování:

Po přikápnutí Schiffova činidla se po několika minutách začala měnit barva z bezbarvé na růžovou.

Princip:

Při výrobě dřevotřísky se používají formaldehydové pryskyřice k tomu, aby rozdrcený materiál držel při sobě. Formaldehyd (methanal) je plyn, který se dříve z dřevotřísky uvolňoval. Dnešní dřevotříska je upravována. V našem případě byl formaldehyd extrahován pomocí ethanolického roztoku a byl prokázán Schiffovým činidlem. Schiffovým činidlem se dokazují karbonylové sloučeniny, což formaldehyd je. Schiffovo činidlo je roztok fuchsinu odbarvený oxidem siřičitým, popř. hydrogensířičitanem.

Hydrogensířičitanový anion ze Schiffova činidla má na atomu síry volný elektronový pár (nukleofilní činidlo), pomocí něhož se váže na karbonylový uhlík, (nukleofilní adice). Dochází k uvolnění fuchsinu - změna zbarvení z bezbarvé na růžovofialovou.

Metodické poznámky:

Extrakt je dobré si připravit dopředu a v hodině pouze experiment popsat a přikápnout Schiffovo činidlo.

Bezpečnostní pokyny:

Při tomto experimentu pracovat raději v digestoři. Při práci se Schiffovým činidlem totiž může docházet k uvolňování SO<sub>2</sub>, který je toxický a má štiplavý zápach.

Zařazení do tematického celku:

- karbonylové sloučeniny (aldehydy)

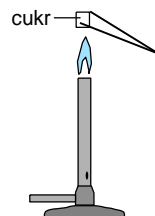
Literatura:

- <http://studiumchemie.cz/21/>



Pomůcky:

- železná miska
- kleště
- zápalky
- kahan
- nehořlavá podložka

Nákres:Chemikálie:

- kostkový cukr
- cigaretový popel
- Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- skořice

Pracovní postup:

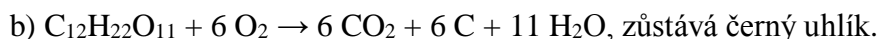
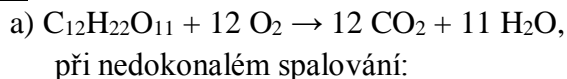
1. První kostku cukru uchopíme do chemických kleští a přiložíme ji k plameni.
2. Druhou kostku obalíme v cigaretovém popelu, třetí obalíme v oxidu chromitém a čtvrtou ve skořici.
3. Obalené kostky zkusíme taktéž zapálit.

Pozorování:

Kostka cukru, která není v ničem obalená, nehoří. Když ji obalíme v cigaretovém popelu, v oxidu chromitém nebo ve skořici, pozorujeme hoření cukru a jeho tání na karamel.

Princip:

Samotný cukr na vzduchu nehoří. Když ho obalíme v cigaretovém popelu, v oxidu chromitém nebo ve skořici, k hoření dochází. Cigaretový popel, oxid chromitý i skořice v tomto experimentu vystupují jako katalyzátory (zůstávají po proběhnutí reakce na podložce v nezměněné podobě).

Rovnice:Metodické poznámky:

Tento experiment lze použít v rámci projektu v chemii nebo jako experiment prováděný v chemickém kroužku či v laboratorním cvičení. Jde o experiment, který mohou žáci sami provádět. Je však lepší jej provádět v digestoři.

Zařazení do tematického celku:

- katalýza
- sacharidy

Literatura:

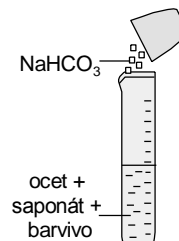
- FILIPOVÁ, L.: *Chemické pokusy s jednoduchými pomůckami*. Olomouc 2011, Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého na Katedře anorganické chemie. /5/
- BENEŠ, P., MACHÁČKOVÁ, J.: *200 chemických pokusů*. MLADÁ FRONTA, Praha 1977. /26/
- HRUBÝ, M.: *Zajímavé chemické pokusy*. 2006 Staženo 19. 3. 2015 /36/

Pomůcky:

- odměrný válec
- podnos
- lžička
- tyčinka

Chemikálie:

- ocet
- NaHCO<sub>3</sub> (jedlá soda)
- saponát
- potravinářské barvivo

Nákres:Pracovní postup:

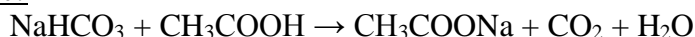
1. Asi do poloviny odměrného válce nalijeme ocet, přidáme větší množství saponátu a potravinářské barvivo.
2. Roztok v odměrném válci promícháme, postavíme na podnos a přidáme 3 lžičky jedlé sody.

Pozorování:

Po přidání jedlé sody k roztoku jsme pozorovali, jak se z odměrného válce začíná linout pěna.

Princip:

Hydrogenuhlíčan sodný (jedlá soda) reaguje s kyselinou octovou (ocet) za vzniku octanu sodného, vody a oxidu uhličitého. V tomto experimentu vzniká oxid uhličitý, díky němuž saponát napění a uniká z odměrného válce ven v podobě pěny.

Rovnice:Metodické poznámky:

Nejllepší pro demonstraci je červené potravinářské barvivo, je nejlépe vidět. Tento experiment si žáci mohou vyzkoušet i doma sami.

Bezpečnostní pokyny:

V případě využití tohoto experimentu jako žákovského upozornit děti, že ocet ani soda nejsou v tomto případě určeny ke konzumaci.

Zařazení do tematického celku:

- acidobazické reakce
- alkalické kovy (sodík)
- karboxylové kyseliny

Literatura:

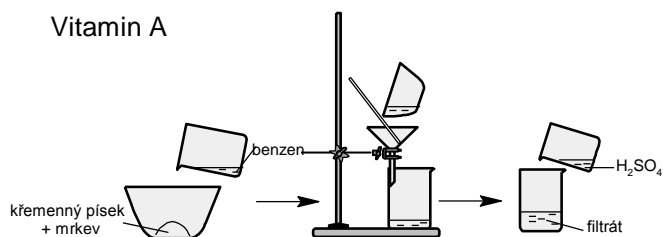
- [http://studiumchemie.cz /21/](http://studiumchemie.cz/21/)

Pomůcky:

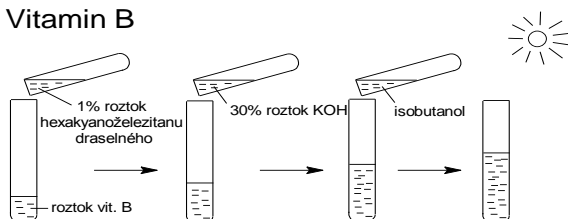
- třecí miska s tloučkem
- filtrační aparatura (stojan, filtrační kruh, nálevka a filtrační papír)
- kádinky
- kapátko
- zkumavky
- zátky
- vaříč

Chemikálie:

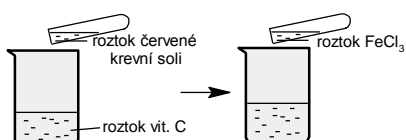
- mrkev
- křemenný písek
- benzen (F, T)
- konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (C, Xi)
- multivitaminový přípravek (například Spofavit)
- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  - červená krevní sůl
- $\text{KOH}$  (C, Xi)
- isobutanol (Xn)
- celaskon
- destilovaná voda
- $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- rybí tuk
- anilin

Nákres:

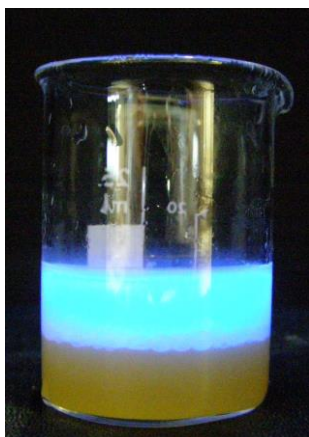
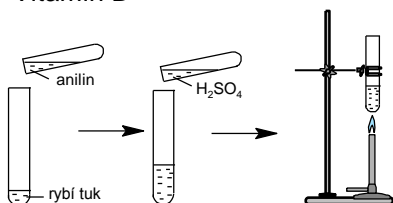
## Vitamin B



## Vitamin C



## Vitamin D



*Obrázek č. 2: Vitamin B při ozáření ultrafialovým zářením*

### Pracovní postup:

#### Důkaz vitamínu A:

1. Asi 10 g vzorku (mrkev) rozetřeme ve třecí misce s křemenným pískem a přidáme 10 ml benzenu.
2. Směs zfiltrujeme a k 5 ml filtrátu přidáme 2 kapky koncentrované kyseliny sírové.

#### Důkaz vitamínu B:

1. Připravíme roztok polyvitaminového přípravku Spofavit a k 1 ml tohoto roztoku přidáme 2 ml 1% roztoku hexakvanoželezitanu draselného (červené krevní soli) a 1 ml 30% roztoku hydroxidu draselného.
2. Ke směsi přidáme 3–4 ml isobutanolu a dobře protřepeme. Vystavíme ultrafialovému záření.

#### Důkaz vitamínu C:

1. Připravíme roztok vitamínu C (rozpuštěním 2 tablet celaskonu v 10 ml vody).
2. Ke 2 ml roztoku vitamínu C přilijeme 2 ml roztoku červené krevní soli a 0,5 ml roztoku chloridu železitého.

#### Důkaz vitamínu D:

1. K 1 ml roztoku vitamínu D (rybí tuk) přidáme 5 ml anilinu a 0,5 ml koncentrované kyseliny sírové.
2. Směs povaříme 30–40 sekund.

### Pozorování:

Při důkazu vitamínu A jsme pozorovali vytvoření modrého zbarvení, které se měnilo ve fialové až hnědé. Při důkazu vitamínu B nastala při vystavení roztoku ultrafialovému záření modrá fluorescence. Při důkazu vitamínu C jsme viděli vznik

modrého zbarvení roztoku. Při důkazu vitaminu D nastala změna zbarvení roztoku ze žluté na rudou.

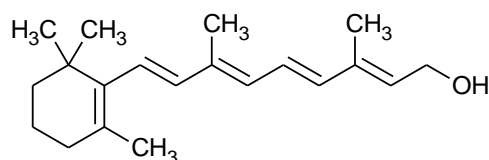
Princip:

Vitamin A (retinol) je vitamin rozpustný v tucích. Vitamin A se vytváří v játrech z  $\beta$ -karotenu (provitamin vitaminu A). Zdrojem  $\beta$ -karotenu (rostlinný původ) jsou mrkev, špenát, zelí. Mezi zdroje vitaminu A (živočišný původ) patří vnitřnosti (játra), rybí tuk, máslo, mléko, vejce - vaječný žloutek. Nedostatek vitaminu A v lidském těle způsobuje šeroslepost a poruchy růstu.

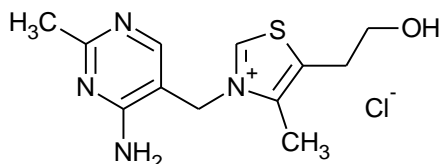
Nedostatek vitaminu B u člověka způsobuje poruchy metabolismu, neurózy a poruchy srdeční činnosti. Jeho absence v potravě se projevuje nemocí zvanou beri-beri.

Jako vitamin C je označována kyselina L-askorbová, která reaguje s  $\text{FeCl}_3$  za vzniku kyseliny dehydroaskorbové, přičemž železité kationty se redukují na železnaté.  $\text{Fe}^{2+}$  můžeme dokázat reakcí s červenou krevní solí, kdy vzniká tmavě modrá sraženina. Nedostatek vitaminu C u lidí způsobuje krvácení, záněty dásní a viklání zubů.

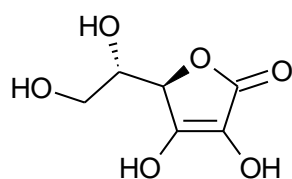
Provitaminem vitaminu D je ergosterol, který přijímáme v potravě (játra, rybí tuk, vejce, maso). Ten se v lidském těle pomocí slunečního záření přeměňuje na vitamin D, který je důležitý při tvorbě kostí a ukládání vápníku a fosforu do kostní hmoty. Nedostatek vitaminu D v lidském těle způsobuje měknutí kostí (nemoc křivice - rachitis).



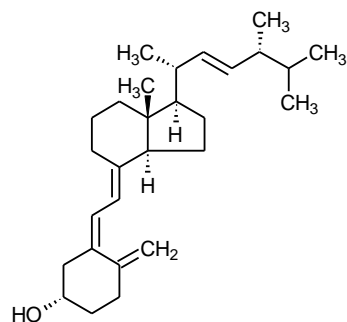
Obrázek č. 3: Strukturní vzorec vitaminu A



Obrázek č. 4: Strukturní vzorec vitaminu B<sub>1</sub>



Obrázek č. 5: Strukturní vzorec vitaminu C



Obrázek č. 6: Strukturní vzorec vitaminu D<sub>2</sub>

Metodické poznámky:

Všechny vitaminy lze také dokázat v polyvitaminovém přípravku. Vitamin B lze dokázat v droždí a vitamin C v kyselém zelí.

Zařazení do tematického celku:

- vitaminy
- redoxní reakce

Literatura:

- KLEČKOVÁ, M., ŠINDELÁŘ, Z.: *Školní pokusy z anorganické a organické chemie*. UP, Olomouc 2013. /17/
- <http://studiumchemie.cz/21/>
- BENEŠ, P., MACHÁČKOVÁ, J.: *200 chemických pokusů*. MLADÁ FRONTA, Praha 1977. /26/



Pomůcky:

- zkumavka
- stojan na zkumavky
- kapátka

Nákres:Chemikálie:

- 5% roztok chloroformu s obsahem cholesterolu (máslo, sádlo, olej) (Xn)
- konc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (C, Xi)

Pracovní postup:

1. Do zkumavky dáme 1 ml chloroformového roztoku s obsahem cholesterolu (do roztoku přidáme kousek másla, sádla nebo oleje).
2. Chloroformový roztok podvrstvíme 1 ml koncentrované kyseliny sírové.

Pozorování:

Chloroformová vrstva se barví červeně, projevuje se zelená fluorescence, kterou můžeme pozorovat v dopadajícím světle.

Princip:

Tato reakce se nazývá tzv. Salkowského test. Dochází k červenému zbarvení horní chloroformové vrstvy. Toto zbarvení je způsobeno přítomností bischolestadien disulfonové kyseliny, která vzniká ze dvou molekul cholesterolu. Po přidavku koncentrované kyseliny sírové nejprve dochází k eliminaci vody, následuje sulfonace.

Bezpečnostní pokyny:

Při tomto experimentu pracujeme raději s ochrannými rukavicemi a v digestoři. Koncentrovaná kyselina sírová je žíravá. Je to pouze demonstrační experiment z důvodu práce s konc. kyselinou sírovou a chloroformem, který má narkotické účinky.

Zařazení do tematického celku:

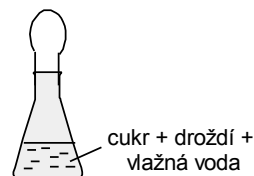
- steroidy (cholesterol)
- lipidy

Literatura:

- ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J., HUDEČEK, J., ŠÍMOVÁ, J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. PROSPEKTUM, Praha 2000. /18/
- <http://studiumchemie.cz /21/>

Pomůcky:

- Erlenmayerova baňka
- lžička
- kádinka
- nafukovací balonek
- zápalky
- špejle

Nákres:Chemikálie:

- krystalový cukr
- půl kostky kvasnic
- vlažná voda

Pracovní postup:

1. Do Erlenmayerovy baňky dáme 2 velké lžičky krystalového cukru (sacharosu), přidáme nadrobenou půlku kostky kvasnic a zalijeme 200 ml vlažné vody.
2. Obsah baňky promícháme krouživým pohybem, na hrdlo nasadíme nafukovací balonek a necháme stát v teple.
3. Po nafouknutí balonku ho sejmem z baňky a vložíme do baňky hořící špejli.

Pozorování:

Po chvíli stání roztoku v teple jsme pozorovali pění v baňce a nafukování balonku. Po vložení hořící špejle došlo k jejímu zhasnutí.

Princip:

Hlavní složkou kvasnic neboli pekařského droždí jsou živoucí lisované buňky kvasinek druhu *Saccharomyces cerevisiae*. 1 g kvasnic může obsahovat až 10 miliard těchto živých buněk. Kvasinky dokážou přeměnit cukry na alkohol a oxid uhličitý. Tento proces se nazývá alkoholové kvašení. Alkoholové kvašení se využívá při výrobě piva a vína. V tomto případě docházelo díky kvasnicím k přeměně sacharosu (disacharidu složeného z  $\alpha$ -D-glukosu a  $\beta$ -D-fruktosu) na ethanol a oxid uhličitý, který jsme pozorovali jako nafukování balonku.

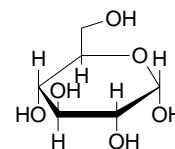
Oxid uhličitý je plyn, který nepodporuje hoření, a proto plamen po vložení hořící špejle zhasnul.

Rovnice:

$\alpha$ -D-glukosa obsažená v sacharose reaguje takto:



$\alpha$ -D-glukosa



Metodické poznámky:

Tento experiment je dobré si udělat na začátku hodiny a nechat jej běžet. Trvá déle, než se vytvoří dostatečné množství oxidu uhličitého a balonek se nafoukne. Tento experiment nepotřebuje žádné výjimečné a nebezpečné chemikálie, a proto si ho mohou žáci vyzkoušet například i doma.

Bezpečnostní pokyny:

Při nafukování balonku se snažíme balonek po chvíli vždycky upustit, aby nedošlo k jeho prasknutí.

Zařazení do tematického celku:

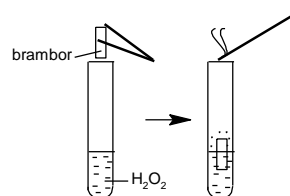
- sacharidy
- enzymy
- redoxní reakce

Literatura:

- ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J., HUDEČEK, J., ŠÍMOVÁ, J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. PROSPEKTUM, Praha 2000. /18/
- <http://studiumchemie.cz/21/>
- MOKREJŠOVÁ, O.: *Praktická a laboratorní výuka chemie*. TRITON, Praha 2005. /25/

Pomůcky:

- zkumavka
- stojan na zkumavky
- špejle
- zápalky
- kousek čerstvě okrájeného bramboru

Nákres:Chemikálie:

- 10% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (O, C Xi)

Pracovní postup:

1. Do poloviny zkumavky nalijeme 10% roztok peroxidu vodíku.
2. Vhodíme do zkumavky hranolek z čerstvě okrájeného bramboru.
3. Vznikající plyn dokážeme doutnající špejlí.

Pozorování:

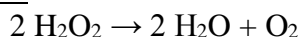
Po vhození kousku bramboru do roztoku peroxidu vodíku jsme pozorovali vznik bublinek. Při vložení doutnající špejle do zkumavky jsme pozorovali vzplanutí špejle.

Princip:

Peroxid vodíku se rozkládá pomocí enzymu zvaného katalasa, který je obsažen v bramboru. Enzymy jsou specifické biokatalyzátory metabolických přeměn v lidském organismu. Jsou to látky bílkovinné povahy. Katalasami nazýváme enzymy, které dokážou katalyzovat rozklad peroxidu vodíku na vodu a kyslík. Bez katalasy by k rozkladu nedošlo. Unikající kyslík můžeme dokázat doutnající špejlí, která vzplane.

Metodické poznámky:

U tohoto experimentu je lepší použít 30% peroxid vodíku. Reakce probíhá rychleji a lépe. Je to obdobný pokus jako rozklad peroxidu vodíku pomocí katalyzátoru burelu. Ovšem s bramborem je experiment levnější. Aby se kyslík udržel ve zkumavce, je možno zkumavku na chvíli přikrýt hodinovým sklem a poté vložit doutnající špejli.

Rovnice:Bezpečnostní pokyny:

Dávat pozor při práci s peroxidem vodíku a při práci s nožem (hrozí pořezání).

Zařazení do tematického celku:

- enzymy
- redoxní reakce
- katalýza

Literatura:

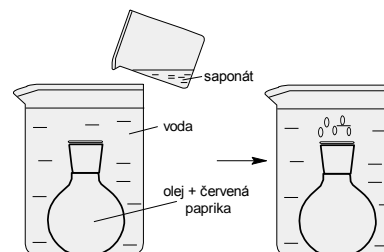
- ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J., HUDEČEK, J., ŠÍMOVÁ, J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. PROSPEKTUM, Praha 2000. /18/
- <http://studiumchemie.cz/21/>
- GREENWOOD, N. N., EARNSHAW, A.: *Chemie prvků*. INFORMATORIUM Praha 1993. /37/

Pomůcky:

- porcelánová miska
- lžička
- tyčinka
- baňka (50 ml nebo 100 ml)
- kádinka (1 000 ml)

Chemikálie:

- olej
- mletá červená paprika (koření)
- voda
- saponát

Nákres:Pracovní postup:

1. Na porcelánové misce smícháme olej s červenou paprikou.
2. Obarvený olej nalijeme do baňky až po okraj.
3. Baňku s olejem vložíme do kádinky s vodou tak, aby hrdlo bylo minimálně 4 cm pod hladinou vody.
4. Poté na hladinu kápneme několik kapek saponátu.

Pozorování:

Po přidání červené papriky k oleji došlo k obarvení oleje na červenou. Po vložení baňky s obarveným olejem do kádinky se nic nedělo. Po přikápnutí saponátu na hladinu vody jsme pozorovali unikání obarveného oleje z baňky, což vypadalo jako unikání sopečné lávy.

Princip:

Lipidy patří mezi přírodní látky, které jsou rozpustné v nepolárních organických rozpouštědlech a to díky svému nepolárnímu charakteru (lipofilní charakter), omezeně jsou rozpustné ve vodě - polárních rozpouštědlech (hydrofobní charakter). Po chemické stránce se jedná o triacylglyceroly (dříve nazývané *triglyceridy*), tedy estery glycerolu s vyššími mastnými kyselinami.

Olej má nižší hustotu než voda, ale napětí na rozhraní obou kapalin zabrání vyplavání oleje z baňky ponořené ve vodě. Saponát snižuje povrchové napětí na rozhraní vody a oleje. Olej má navíc nižší hustotu než voda, takže bude vystupovat do vodné vrstvy. Tento postup se používá při odstraňování nečistot. Snížením povrchového napětí se smáčí povrch nečistoty a to umožňuje její uvolnění do roztoku, a následně její odstranění.

Metodické poznámky:

Když je paprika nepříliš červená, je dobré přidat pro docílení výraznější barvy do oleje ještě jiné barvivo, které ovšem není rozpustné ve vodě, např. Sudan III.

Zařazení do tematického celku:

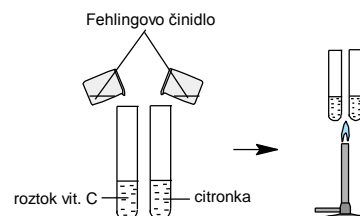
- lipidy

Literatura:

- <http://studiumchemie.cz /21/>

**IV. f)****REDUKČNÍ ÚČINKY VITAMINU C****D****ZŠ, SŠ****15 minut**Pomůcky:

- 2 zkumavky
- stojan na zkumavky
- kapátko
- držák na zkumavky
- kahan
- zápalky

Nákres:Chemikálie:

- Celaskon
- citronka
- Fehlingovo činidlo (Xn, C)
- voda

Pracovní postup:

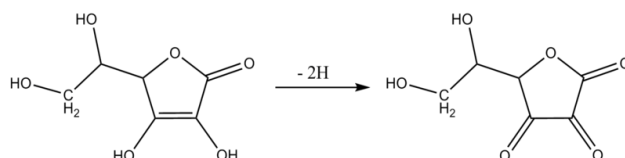
1. Připravíme si roztok vitamínu C (2 tablety Celaskonu rozpustíme ve 100 ml vody).
2. Do jedné zkumavky nalijeme 5 ml roztoku vitamínu C a do druhé zkumavky 5 ml citronky.
3. Připravíme si Fehlingovo činidlo (Fehlingův roztok I: 7 g pentahydrátu síranu měďnatého rozpustíme ve 100 ml vody, Fehlingův roztok II: 35 g vinanu draselno-sodného a 10 g hydroxidu sodného rozpustíme ve 100 ml vody).
4. Slijeme roztoky Fehlingova činidla I a II - 1:1.
5. Do každé zkumavky dáme 1 ml směsného Fehlingova činidla.
6. Zkumavky nakonec zahřejeme nad kahanem.

Pozorování:

Ve zkumavce s roztokem vitamínu C (Celaskon) jsme pozorovali změnu zbarvení. Ve zkumavce s citronkou se změna zbarvení neobjevila.

Princip:

Redukční účinky kyseliny askorbové (vitamínu C) jsme dokázali reakcí s Fehlingovým činidlem, kdy došlo k oxidaci kyseliny askorbové na kyselinu dehydroaskorbovou a zároveň k redukci  $\text{Cu}^{2+}$  na  $\text{Cu}^+$ , konkrétně na  $\text{Cu}_2\text{O}$ , který má oranžovou barvu. Celaskon obsahuje kyselinu askorbovou, zato citronka ji neobsahuje, přestože na obalu citronky se uvádí něco jiného. U citronky nedošlo k redukci  $\text{Cu}^{2+}$ .



Obrázek č. 7: Oxidace vitamínu C

Metodické poznámky:

Tento experiment se může použít jako experiment v laboratorním cvičení. Jako zdroj vitamínu C lze použít i kyselé zelí.



Bezpečnostní pokyny:

Při tomto experimentu pracujeme raději s ochrannými rukavicemi. Fehlingovo činidlo obsahuje hydroxid sodný, který je žíravý.

Zařazení do tematického celku:

- redoxní reakce
- vitaminy

Literatura:

- <http://studiumchemie.cz /21/>

## 4. DISKUZE

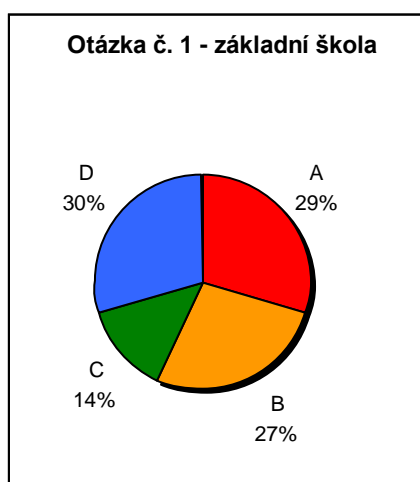
### 4.1 Dotazník

Natočené videonahrávky s experimenty jsem prezentovala na II. ZŠ Boženy Němcové v Zábřehu na Moravě a na Gymnáziu v Šumperku. Některé experimenty jsem předvedla i reálně a ptala se žáků, co jim lépe vyhovuje a jestli vědí, proč se vůbec experimenty pouští na videu. Na základní škole se chemie vyučuje v osmém a devátém ročníku. Experimenty jsem prováděla a pouštěla na videonahrávkách v obou ročnících. Na dotazník odpovědělo 53 žáků. Na gymnáziu jsem působila ve druhém a třetím ročníku vyššího gymnázia kde dotazník vyplnilo 85 žáků. Níže uvedený dotazník ukázal, že žáci sice chemii příliš rádi nemají, ale experimenty za důležité považují. Videonahrávky se více využívají na základní škole. Řekla bych, že je to hlavně z důvodu nedostatku chemikálií a bezpečnosti. Na gymnáziu mají více druhů chemikálií, takže si mohou dovolit experimenty provádět i reálně.

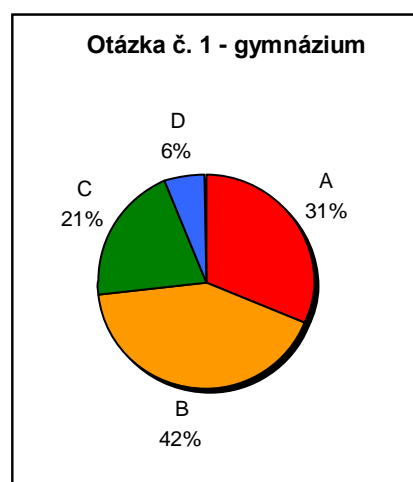
Zde předkládám zmiňovaný dotazník:

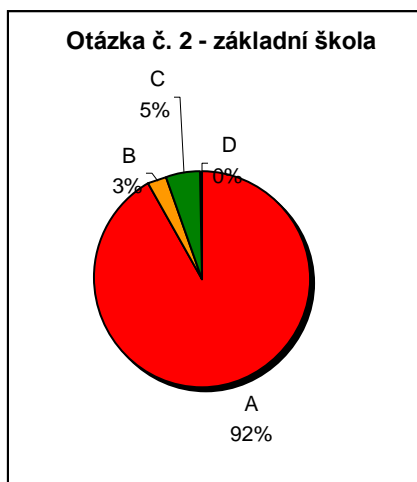
1. Máte rádi chemii?
  - a) ANO, PŘIPADÁ MI ZAJÍMAVÁ
  - b) SPÍŠE ANO
  - c) SPÍŠE NE
  - d) NE, NEBAVÍ MĚ
2. Máte rádi, když jsou v chemii prováděny experimenty?
  - a) ANO
  - b) ANO, ALE NEMUSELY BY BÝT
  - c) JE MI TO JEDNO
  - d) NE
3. Provádíte experimenty i sami?
  - a) ANO
  - b) NE
4. Máte raději experimenty prováděné paní učitelkou nebo ty, které můžete provést sami?
  - a) SAMI
  - b) PANÍ UČITELKA

5. Jak často paní učitelka provádí experimenty?
  - a) 1x TÝDNĚ
  - b) 1x MĚSÍČNĚ
  - c) 1x ROČNĚ
  - d) VŮBEC
  
6. Použítí vám paní učitelka i videa s experimenty?
  - a) ANO
  - b) NE
  
7. Líbí se vám více experimenty reálné nebo experimenty na videu?
  - a) NA VIDEU
  - b) REÁLNĚ
  
8. Myslíte si, že je experiment v chemii důležitý?
  - a) ANO, VELICE
  - b) SPÍŠE ANO
  - c) SPÍŠE NE
  - d) NE, JE ZBYTEČNÝ
  
9. Jak se vám líbila moje videa s experimenty?
  - a) LÍBILA SE HODNĚ
  - b) LIBILA
  - c) NIC MOC
  - d) NELÍBILA



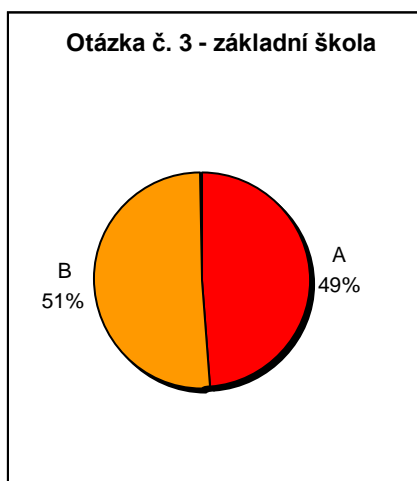
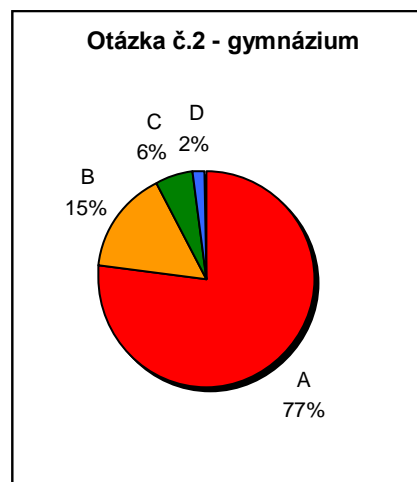
Máte rádi chemii?  
 a) ANO, PŘIPADÁ MI ZAJÍMAVÁ  
 b) SPÍŠE ANO  
 c) SPÍŠE NE  
 d) NE, NEBAVÍ MĚ





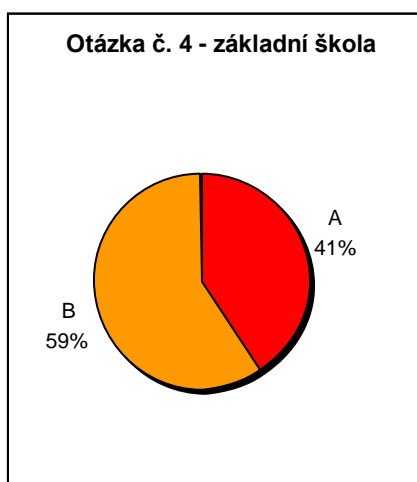
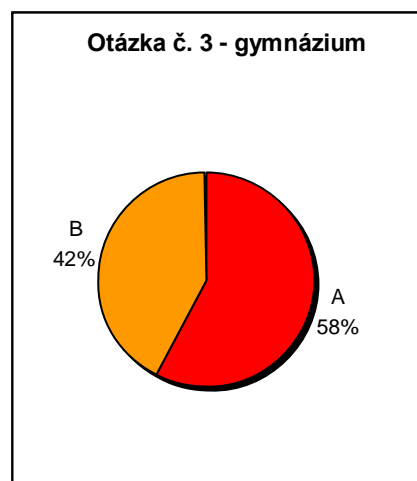
Máte rádi, když jsou v chemii prováděny experimenty?

- a) ANO
- b) ANO, ALE NEMUSELY BY BÝT
- c) JE MI TO JEDNO
- d) NE



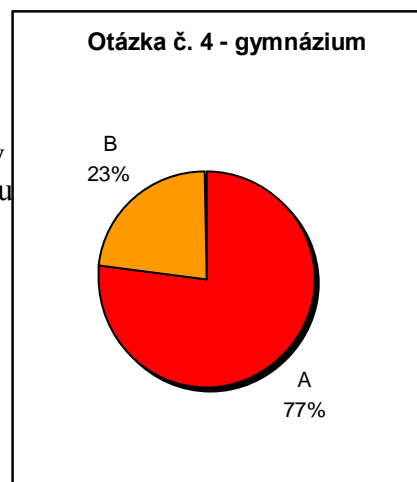
Provádíte experimenty i sami?

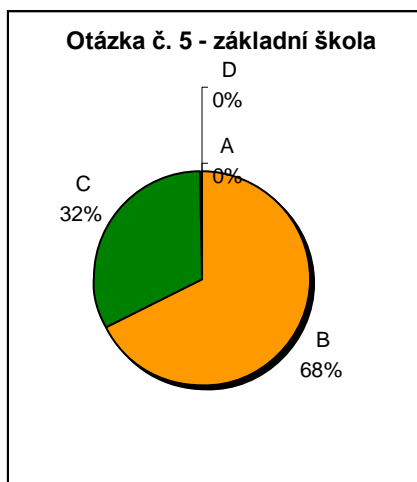
- a) ANO
- b) NE



Máte raději experimenty prováděné paní učitelkou nebo ty, které můžete provést sami?

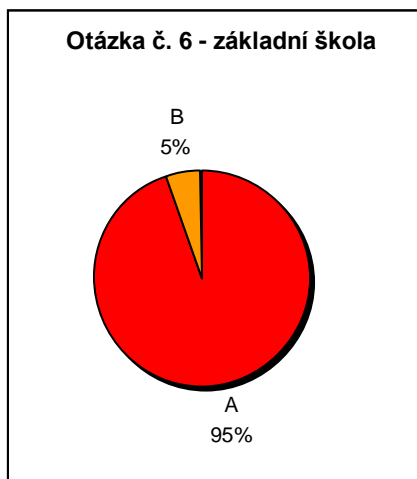
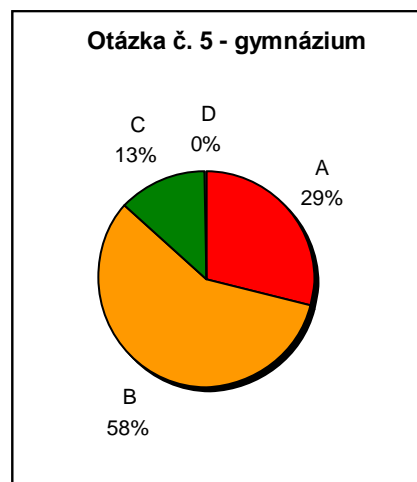
- a) SAMI
- b) PANÍ UČITELKA





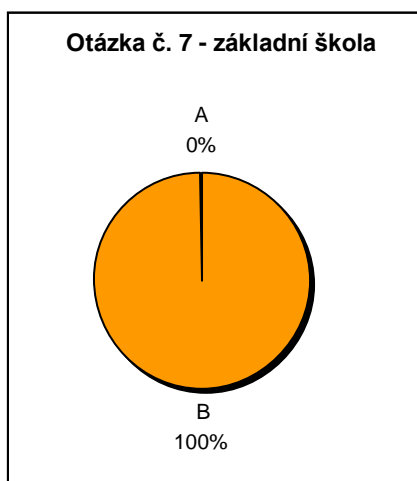
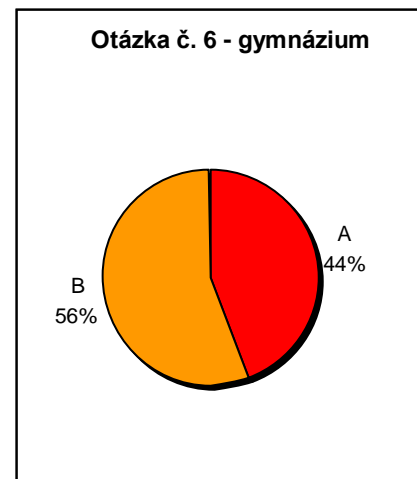
Jak často paní učitelka provádí experimenty?

- a) 1x TÝDNĚ
- b) 1x MĚSÍČNĚ
- c) 1x ROČNĚ
- d) VŮBEC



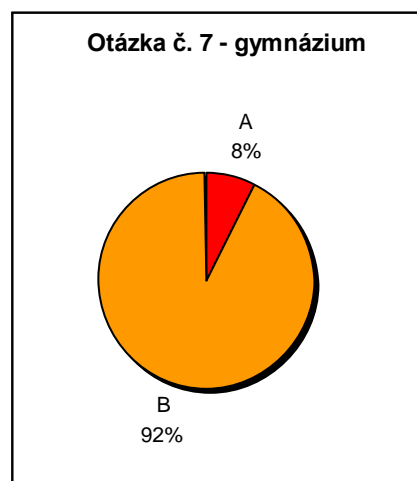
Pouští vám paní učitelka i videa s experimenty?

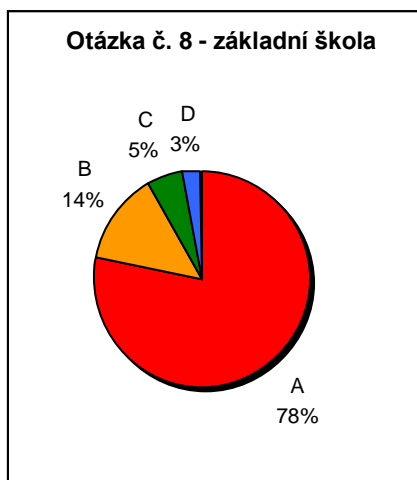
- a) ANO
- b) NE



Líbí se vám více experimenty reálné nebo experimenty na videu?

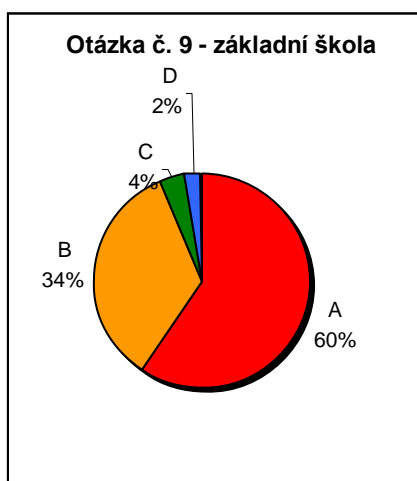
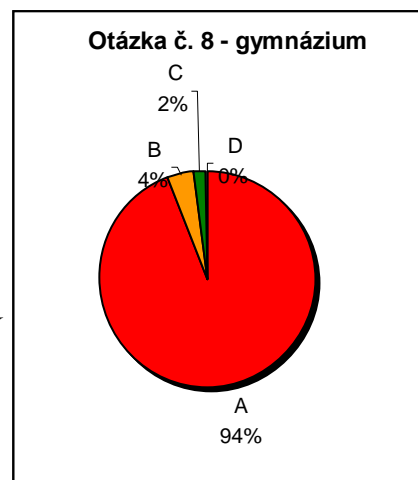
- a) NA VIDEU
- b) REÁLNĚ





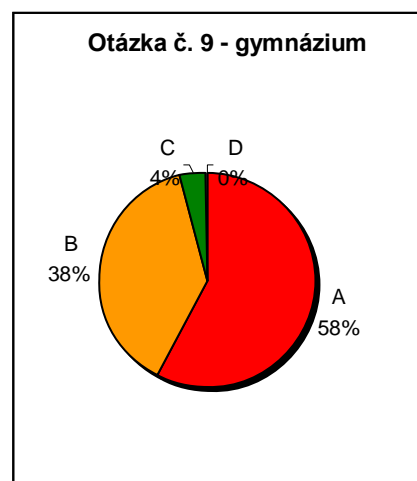
Myslíte si, že je experiment v chemii důležitý?

- a) ANO, VELICE
- b) SPÍŠE ANO
- c) SPÍŠE NE
- d) NE, JE ZBYTEČNÝ



Jak se vám líbila moje videa s experimenty?

- a) LÍBILA SE HODNĚ
- b) LIBILA
- c) NIC MOC
- d) NELÍBILA



## 5. ZÁVĚR

Chemie, jeden z předmětů vyučovaných na základních a středních školách, patří k těm méně oblíbeným. Proto je zapotřebí pokusit se tuto situaci změnit. Jedním z východisek, jak chemii učinit zábavnější a pro žáky přitažlivější, by mohlo být zavedení většího množství experimentů i do hodin běžného typu. Experiment by měl být do výuky vhodně tematicky zařazen, aby doplnil či dovysvětlil probírané učivo. Neměl by být prováděn jen „pro efekt“, ale měl by být řádně vysvětlen (a je-li to možné, také popsán chemickou rovnicí) jeho průběh. Chemie je rovněž předmětem, který může využít moderní a stále se zdokonalující technologie, například interaktivní tabuli či jiné nástroje.

Výstupem této diplomové práce je 19 videonahrávek s chemickými experimenty natočenými na videokameru Canon Legria HF G25. Chemické experimenty jsou z různých odvětví chemie - obecná chemie (amfoterita hliníku, reakce jodu s hliníkem,  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - vliv koncentrace na rovnováhu, duhová baňka), anorganická chemie (umělá mlha, sodíkové jojo, jodové hodiny, přeměna vody na víno, světlušky), organická chemie (hořící pivo, oxidace glycerolu, hořící gel, hořlavý cukr, pěnicí příšera) a biochemie (důkazy vitaminů, pokus s kvasnicemi, katalasa v bramboru, olejová sopka, redukční účinku vitaminu C). Dále byla vytvořena prezentace pro interaktivní tabuli Smartboard na téma redoxní děje, kde byly použity videonahrávky dvou experimentů - reakce hliníku s jodem a sodíkové jojo. Uvedené videonahrávky byly prezentovány v hodinách chemie na základní a střední škole. Po provedení experimentů „naživo“ a po promítnutí videonahrávek byl žákům rozdán dotazník s devíti otázkami (viz str. 88 a 89). Výsledky tohoto dotazníku prováděného v rámci diplomové práce ukázaly, že žáky experimenty v rámci předmětu chemie baví. Dále přinesly zjištění, že se tato forma zatraktivnění chemie do výuky příliš nezařazuje (zvláště ne na základní škole). Důvodem této skutečnosti je nejspíš bezpečnost a finanční situace škol, v některých případech však také pohodlnost učitelů. Žáci souhlasí s tím, že experimenty v chemii jsou velice důležité. Ukázalo se také, že mají nejraději experimenty prováděné „naživo“, videonahrávky experimentů je však také zaujaly a líbily se jim. Prostřednictvím videopokusů bylo možné ukázat i chemické reakce, jejichž reálné provedení přímo v hodině by bylo obtížné, nebezpečné či zdlouhavé. Z vlastní pedagogické praxe vím, že žáci, kteří absolvují hodinu chemie doplněnou o experiment, si učivo lépe zapamatují a také jsou více motivováni k hlubšímu studiu chemických dějů.

## 6. LITERATURA

- 1) BÍNA, J. a kol.: *Malá encyklopedie chemie*. SNTL, Praha 1976.
- 2) GAŽO, J. a kol.: *Všeobecná a anorganická chémia*. ALFA, Bratislava 1974.
- 3) ŠRÁMEK, V.: *Chemie obecná a anorganická*. NAKLADATELSTVÍ OLOMOUC, Olomouc 2005.
- 4) VACÍK, J. a kol.: *Přehled středoškolské chemie*. SPN, Praha 1990.
- 5) FILIPOVÁ, L.: *Chemické pokusy s jednoduchými pomůckami*. Olomouc 2011, Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého na Katedře anorganické chemie
- 6) MOKREJŠOVÁ, O.: *Moderní výuka chemie*. TRITON, Praha 2009.
- 7) TRTÍLEK, J., HOFFMANN, V., BOROVIČKA, J.: *Školní chemické pokusy*. SPN, Praha 1973.
- 8) PETTY, G.: *Moderní vyučování*. PORTÁL, Praha 1996.
- 9) *Didaktika chemie*. SPN, Praha 1971.
- 10) KALHOUS, Z. a kol.: *Školní didaktika*. PORTÁL, Praha 2009.
- 11) ČÍPERA, J., SVOBODA, L.: *Didaktika chemie I.*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice 2000
- 12) ČÍPERA, J., SVOBODA, L.: *Didaktika chemie II.*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice 2001
- 13) ČÍPERA, J.: *Didaktika obecné chemie*. SPN, Praha 1990.
- 14) SOLÁROVÁ, M.: *Význam praktické výuky chemie a školní vzdělávací program (chemický pokus a jeho realizace ve výuce chemie)*. NIDV, Praha 2007.
- 15) ŠULOVÁ, A.: *Experiment - Enfant terrible ve výuce chemie*. Olomouc 2001, Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého na Katedře anorganické chemie a fyzikální chemie
- 16) DILINGER, J. a kol.: *Kapitoly z didaktiky chemie*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava 1977.
- 17) KLEČKOVÁ, M., ŠINDELÁŘ, Z.: *Školní pokusy z anorganické a organické chemie*. UP, Olomouc 2013.
- 18) ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J., HUDEČEK, J., ŠÍMOVÁ, J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. Prospektum, Praha 2000.
- 19) Chemický vzdělávací portál Gymnázia F. X. Šaldy v Liberci: <http://chemie.gfxs.cz>
- 20) Portál katedry aplikované chemie a učitelství Pedagogické fakulty Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích:



<http://home.zf.jcu.cz/public/departments/kch/didaktika>

- 21) [www.studiumchemie.cz](http://www.studiumchemie.cz)
- 22) [www.E-ChemBook.eu](http://www.E-ChemBook.eu)
- 23) [www.chemgeneration.com](http://www.chemgeneration.com)
- 24) <http://periodicvideos.com>
- 25) MOKREJŠOVÁ, O.: *Praktická a laboratorní výuka chemie*. TRITON, Praha 2005.
- 26) BENEŠ, P., MACHÁČKOVÁ, J.: *200 chemických pokusů*. MLADÁ FRONTA, Praha 1977.
- 27) SHAKHASHIRI, B. Z.: *Chemical Demonstrations, A Handbook for Teachers of Chemistry Volume 1*. MEDISON: The University of Wisconsin Press Science Books 1983.
- 28) SHAKHASHIRI, B. Z.: *Chemical Demonstrations, A Handbook for Teachers of Chemistry Volume 2*. MEDISON: The University of Wisconsin Press Science Books 1985.
- 29) SHAKHASHIRI, B. Z.: *Chemical Demonstrations, A Handbook for Teachers of Chemistry Volume 3*. MEDISON: The University of Wisconsin Press Science Books 1989.
- 30) SHAKHASHIRI, B. Z.: *Chemical Demonstrations, A Handbook for Teachers of Chemistry Volume 4*. MEDISON: The University of Wisconsin Press Science Books 1992.
- 31) SHAKHASHIRI, B. Z.: *Chemical Demonstrations, A Handbook for Teachers of Chemistry Volume 5*. MEDISON: The University of Wisconsin Press Science Books 2011.
- 32) KAMENÍČEK, J. a kol.: *Anorganická chemie*. UP, Olomouc 2009.
- 33) <http://fyzmatik.pise.cz/1634-osmoza-s-gumovym-vejcem.html>, staženo 25. 3. 2015
- 34) <http://www.sciencegate.cz/e-learning/146-clovek-a-jeho-schopnosti/zalozky/pokusy/pokus-vi>, staženo 24. 3. 2015
- 35) <http://old.vscht.cz/fch/pokusy/01.html>, staženo 24. 3. 2015
- 36) HRUBÝ, M.: *Zajímavé chemické pokusy*. 2006 Staženo 19. 3. 2015
- 37) GREENWOOD, N. N., EARNSHAW, A.: *Chemie prvků*. INFORMATORIUM Praha 1993.

## **7. PŘÍLOHY**

- 1x DVD s upravenými videosekvencemi chemických experimentů