

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra anorganické chemie



**Efektní chemické pokusy ve výukovém procesu na
středních školách**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Adéla Poláchová
Studijní obor: Chemie pro vzdělávání maior / biologie pro vzdělávání minor
Typ studia: Prezenční
Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Šilha, Ph.D.

Olomouc 2024

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci sepsala samostatně pod dohledem vedoucího bakalářské práce a že jsem uvedla všechnu použitou literaturu na konci práce. Prohlašuji, že jsem v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce neporušila autorská práva.

Souhlasím s tím, aby byla tato práce přístupná v knihovně katedry anorganické chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

V Olomouci dne 29.4.2024

.....

Jméno a Příjmení

(podpis)

Poděkování

Touto cestou bych srdečně poděkovala Mgr. Tomáši Šilhovi, Ph.D. a doc. RNDr. Bohuslavu Drahošovi, Ph.D. za jejich pomoc, ochotu a užitečné rady během zpracování této bakalářské práce. Jmenovitě bych také chtěla poděkovat paní Mgr. Evě Zahradníkové za její přístup a ochotu při práci v laboratoři. Mé veliké díky patří celé katedře anorganické chemie Univerzity Palackého v Olomouci, nejen za poskytnutí laboratoří, ale také za milý přístup.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Adéla Poláchová

Název práce: Efektní chemické pokusy ve výukovém procesu na středních školách

Typ práce: Bakalářská

Pracoviště: Katedra anorganické chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Šilha, Ph.D.

Konzultant: doc. RNDr. Bohuslav Drahoš, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2024

Abstrakt: V rámci této bakalářské práce byla zhotovena literární rešerše, jejíž obsah je zaměřen na problematiku experimentální výuky chemie na středních školách. V závislosti na typu středních škol byla specifikována legislativa, která omezuje práci středoškoláků s určitými chemikáliemi. Dále bylo zhotoveno 25 vybraných efektních chemických pokusů, které jsou chronologicky seřazené dle kategorií chemie vyučované na středních školách v daném ročníku. Pro každý experiment byla vytvořena pracovní karta a byly pořízeny fotografie či videozáznamy. Jednotlivé pokusy by mohly sloužit k propojení teorie s praxí a tím k hlubšímu porozumění probíraného učiva.

Klíčová slova: Efektní chemický pokus, rozdělení chemického pokusu, chemie, střední škola, laboratoř, legislativa, bezpečnost, student, učitel, pracovní karta

Počet stran: 115

Jazyk: Český

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Adéla Poláčková

Title: Effective chemical experiments in the teaching process at secondary schools

Type of thesis: Bachelor

Department: Department of Inorganic Chemistry, Faculty of Science, Palacký University Olomouc, Czech Republic

Supervisor: Mgr. Tomáš Šilha, Ph.D.

Consultant: doc. RNDr. Bohuslav Drahoš, Ph.D.

Year of presentation: 2024

Abstract: Within the framework of this bachelor thesis, a literature search was conducted, the content of which is focused on the issue of experimental chemistry teaching in secondary schools. Depending on the type of secondary schools, legislation that restricts the work of secondary school students with certain chemicals was specified. Furthermore, 25 selected effective chemical experiments were made, which are chronologically arranged according to the categories of chemistry taught in secondary schools in a given year. A worksheet was created for each experiment and photographs or video recordings were taken. The individual experiments could be used to link theory to practice and thus provide a deeper understanding of the material being discussed.

Keywords: Effective chemical experiment, division of chemical experiment, chemistry, high school, laboratory, legislation, safety, student, teacher, worksheet

Number of pages: 115

Language: Czech

OBSAH

ÚVOD	8
CÍL PRÁCE.....	9
1 TEORETICKÁ ČÁST	10
1.1 Chemický pokus	10
1.1.1 Cíl chemického pokusu	10
1.1.2 Klasifikace chemického pokusu.....	11
1.1.3 Podmínky provedení chemického pokusu.....	12
1.1.4 Proč zařadit chemické pokusy do výuky chemie?	13
1.2 Bezpečnost práce v chemické laboratoři	14
1.2.1 Přehled platné legislativy	14
1.2.2 Klasifikace a balení chemických látek	15
1.2.3 Bezpečnostní list	16
1.2.4 První pomoc při úrazech v chemické laboratoři.....	17
1.2.5 Použití chemických látek ve škole	19
1.3 Vybavení chemické laboratoře	19
1.3.1 Chemické pomůcky a nádobí	20
1.3.2 Skladování chemikálií	22
1.4 Laboratorní protokol.....	23
1.5 Výuka chemie na středních školách	24
1.5.1 Chemie na čtyřletých gymnáziích	24
1.5.2 Chemie na středních odborných školách.....	24
1.6 Použití chemických látek.....	27
1.6.1 Teoretická výuka (gymnázium, střední odborná škola nechemická).....	27
1.6.2 Praktická výuka (střední odborná škola chemická).....	28
1.7 Rámcový vzdělávací program	28
1.7.1 Rámcový vzdělávací program pro střední odborné školy (RVP SOV)	29
1.7.2 Školní vzdělávací program.....	29
2 PRAKTICKÁ ČÁST	31
2.1 Přehled použitých chemikálií	34
2.2 Přehled použitých pomůcek.....	36
2.3 Zpracované karty k jednotlivým vybraným pokusům.....	36
DISKUZE.....	102

ZÁVĚR.....	104
CITOVANÁ LITERATURA	105
SEZNAM OBRÁZKŮ	109
SEZNAM H A P VĚT.....	111
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	114
SEZNAM PŘÍLOH	115

ÚVOD

Tato bakalářská práce s názvem Efektní chemické pokusy ve výukovém procesu na středních školách se zabývá zpracováním efektních chemických pokusů podle RVP pro studenty středních odborných škol chemických, které jsou pak zpracovány danými školami do jejich vlastních ŠVP.

Pro studenty těchto škol bývá občas problémem pochopit teoretickou provázanost mezi jednotlivými tématy či oblastmi chemie. K řešitelnosti tohoto problému by mohla přispět právě tato práce, ve které jsou zpracovány efektní chemické pokusy podle oblastí chemie (obecná, anorganická, fyzikální, analytická a organická). Tyto experimenty by díky své poutavosti, záhadnosti a vizuálnímu efektu mohly studentům pomoci lépe pochopit teoretické poznatky získané během jejich studia.

V dnešní době se málokdy, skoro až nikdy nesetkáme s propojením probíraného učiva s demonstračním či žákovským pokusem ve vyučovací hodině. Přitom, podle některých studií, se studenti naučí více z praktického náhledu na danou problematiku. Mohou si věci osahat, přemýšlet, proč daný experiment právě nevyšel nebo si úplně sami připravit pokus na další vyučovací hodinu, za který by pak mohli být náležitě oceněni.

Díky zavedení praktických efektních experimentů pak lze očekávat lepší výsledky studentů, méně dotazů ohledně špatného pochopení látky a vyšší pozornost během probíhající vyučovací hodiny.

Obsah této práce je rozdělen na část teoretickou a část praktickou.

V teoretické části se seznamujeme s pojmem chemický pokus a proč je důležitá jeho realizace. Dodržení bezpečnosti je naprostým základem, bez ní pokusy provádět prakticky nelze. Další části jsou pak zaměřeny na výbavu samotných laboratoří, výuku chemie na středních školách a na použití chemických látek na středních školách. V neposlední řadě je tu k nalezení i odpověď na otázku – Jak by měl vypadat správně vypracovaný laboratorní protokol?

Praktická část je následně věnována samotným vybraným efektním pokusům, které jsou chronologicky seřazené podle plánu probíraného učiva v příslušném ročníku. Každý pokus je zpracován do pomyslné pracovní karty, ve které jsou kromě principu a postupu zmíněny i případné otázky. Jejich zpracování by mohlo pomoci k snazšímu propojení teoretických poznatků.

CÍL PRÁCE

Jedním z cílů bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši související s výukou experimentální chemie na středních školách a vysvětlit její limity prostřednictvím přísných právních norem, které jsou dány zákony a předpisy platnými v České republice.

Dalším cílem bylo navrhnout vhodné efektní chemické pokusy, které by bylo možné využít v samotné výuce chemie na středních školách a chronologicky je seřadit podle výukových plánů.

Neodmyslitelným cílem bylo také ověřit funkčnost vybraných chemických pokusů, jejich časovou a bezpečnostní náročnost.

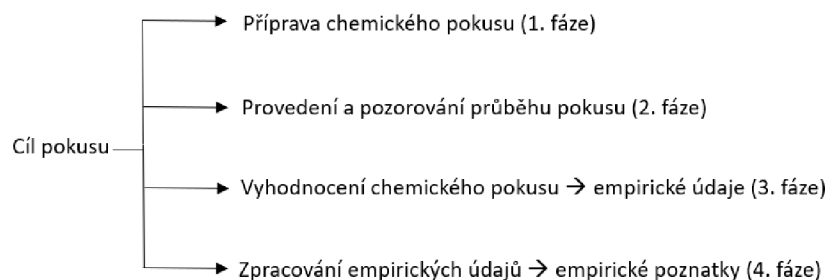
1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Chemický pokus

Chemický pokus je nedílnou součástí pro výuku chemie na základních, středních i vysokých školách. Přináší informace o průběhu chemického děje, o vlastnostech a stavbě reagujících látek. Během výuky jsou používány prostředky materiální (učebnice, prezentace či pracovní listy) a nemateriální (vyučovací postupy a metody). Chemické pokusy se pak řadí do materiálních didaktických prostředků. (1)

1.1.1 Cíl chemického pokusu

Školní chemický pokus má svoji vlastní strukturu, která se rozděluje do čtyř fází (viz Obrázek 1).



Obrázek 1 - Cíl pokusu (1)

První fázi je příprava chemického pokusu, která se dělí na přípravu materiální a nemateriální. Materiální příprava je příprava chemického nádobí a jiných laboratorních pomůcek (kahany, váhy, stojany se svorkami, měřicí přístroje apod.), či příprava potřebných chemikálií. Nemateriální příprava chemického pokusu je připravenost studentů pokus provést, pozorovat jeho průběh a pozorované změny chemicky vyjádřit a vysvětlit.

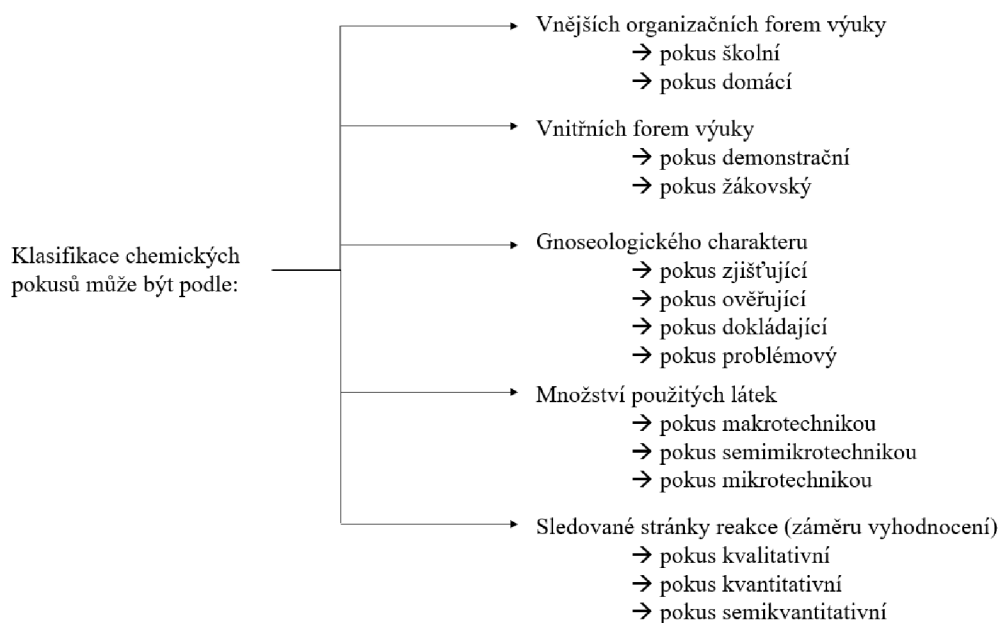
Druhá fáze chemického pokusu spočívá ve vlastním provedení pokusu a pozorování probíhajících změn (uvolňování plynu, změna barvy, vznik sraženiny apod.).

Třetí fáze chemického pokusu zobrazuje vyhodnocení pozorovaných dějů a jejich chemické vyjádření, tedy získání empirických údajů (např. identifikace vzniklé sraženiny nebo uvolněného plynu).

Během **čtvrté fáze** chemického pokusu si žáci zpracovávají zjištěné empirické údaje v empirické poznatky (sestavení chemické rovnice, zjištění výtěžku apod.). (1)

1.1.2 Klasifikace chemického pokusu

Klasifikaci chemického pokusu lze provést dle kritérií uvedených na Obrázek 2.



Obrázek 2 - Klasifikace chemického pokusu (5)

Pokusy podle vnějších organizačních forem výuky:

Dle této kategorie se pokusy rozdělují na pokus školní a domácí. Hlavním rozdílem je zde prostředí realizace – školní pokus probíhá ve školním zařízení naopak domácí pokus lze provést doma. Při školním pokusu učitel stručně a pochopitelně popíše význam a cíl pokusu, který žáci následně vykonají v laboratoři s odbornými pomůckami a chemikáliemi. Během tohoto pokusu si žáci prohlubují probírané učivo. Pokusy domácí lze realizovat doma, a to s běžně dostupnými materiály, látkami či potravinami. Tyto pokusy mohou žáci provést zcela samostatně. Dodržování bezpečnostních pravidel je v obou případech každopádně nutností. (2) (3)

Pokusy podle vnitřních organizačních forem výuky:

Do této kategorie se řadí pokus demonstrační a pokus žákovský. Demonstrační pokus bývá předváděn učitelem, zatímco studenti pozorují proces z lavic, přemýšlejí o tom, co viděli a mohou klást učiteli dotazy nebo naopak mohou odpovídat na ty jeho. Výjimečně je však možné pověřit vybraného žáka k provedení pokusu. Tento pokus se následně označuje jako demonstrační pokus žáka. Naskytuje se zde i příležitost vyvolat žáka k manuální pomoci (přidržení chemického nádobí, měření časového intervalu, ...). Nízká finanční a časová náročnost je zde výhodou. Učitel by měl ale spíše dávat přednost pokusům žákovským, které provádí přímo studenti. Žákovské pokusy se dají provést dvěma způsoby: frontálním

a simultánním. Frontální způsob znamená, že studenti pracují na daném pokusu ve stejném tempu, které určuje sám učitel. Naopak, když studenti pracují na stejném pokusu, ale každý různým tempem, jedná se o způsob simultánní. (2) (4) (5)

Pokusy podle gnoseologického charakteru:

Pokus zjišťující označuje takový pokus, kdy žáci nemají představu o tom, jaký bude výsledek daného pokusu. Podle Duška (2012): „*je v zadání typická otázka „Co se stane, když...?“ „Lze tedy vyvodit, že pokus je zdrojem nových poznatků pro žáky“.* (5)

Pokus ověřující, jak již z názvu plyne, si klade za cíl prokázat, zdali je domněnka žáka správná. Dle výsledku lze pokus rozdělit na potvrzující (potvrzení hypotézy) a odporující (vyvrácení hypotézy).

Úlohou dokládajícího pokusu je experimentálně doložit teoretické znalosti získané během výuky. Tento typ pokusů je možné rozčlenit na pokusy ilustrující – upevnění složitějších informací, aplikující – aplikace znalostí do praxe v různých souvislostech a pokusy reprodukcující – schopnost pokus opakovat.

Pokus problémový je podle Duška (2012) „*vyšší varianta pokusu zjišťujícího*“. (5) Žák při tomto pokusu řeší naskytnutý problém. K jeho řešení musí použít znalosti, které nabyt nebo si z literatury zjistí další potřebné informace. Během provádění se žák učí pracovat v krizových situacích a co nejrychleji na ně reagovat. (5) (4)

Pokusy podle množství použitých látek:

Pokud se při pokusu vyžaduje větší množství látek, se kterými se pracuje v kádinkách či baňkách, jedná se o pokus makrotechnikou. V pokusech prováděné semimikrotechnikou se používají taková množství látek, které jsou v rozmezí 0,1–1 g nebo 1–10 ml. Provádění důkazových reakcí na kapkovací destičce je příkladem pokusu mikrotechnikou. (6) (5)

Pokusy podle sledované stránky reakce:

Kvalitativní pokusy se zabývají vlastnostmi chemických látek, číselné hodnoty zde nehrají roli. Naopak u pokusů kvantitativních se provádí zkoumání množství látek, tudíž zde číselné hodnoty nesmí chybět. Sloučení těchto pokusů, kde se zkoumají jak vlastnosti, tak se provádí měření množství lze označit jako semikvantitativní experimenty. (5) (4)

1.1.3 Podmínky provedení chemického pokusu

Provedení chemického pokusu je ovlivňováno specifickými podmínkami. Mezi nejdůležitější se řadí bezpečnost pokusu, také ale časová a ekonomická nenáročnost chemického pokusu. (7)

1.1.3.1 Bezpečnost chemického pokusu

Dodržování zásad bezpečnosti a ochrany zdraví při provádění chemických pokusů je třeba považovat za osobní povinnost každého učitele i žáka. Pokud podmínky prostředí (učebna, chemická laboratoř) nedovolují provedení pokusu, tak jej do výuky chemie nezařazujeme a využijeme k jeho předvedení jiný způsob např. videozáznamy. (1) (7)

1.1.3.2 Časová nenáročnost

Vzhledem k časovému intervalu vyučovací hodiny (45 minut) je třeba do výuky zařadit takové pokusy, které netrávají příliš dlouho. Ideální doba provedení je 5-10 minut. Chemické pokusy, které jsou časově náročnější mohou být provedeny např. v laboratorním cvičení (4x 45 minut) nebo v chemickém semináři (2x 45 minut). Je ale nutné brát zřetel na přípravu a vyhodnocení pokusu. (7)

1.1.3.3 Ekonomická nenáročnost

V dnešní době je třeba také dbát na stránku ekonomickou. Ekonomická náročnost školního pokusu nezávisí pouze na ceně nádobí a pomůcek, ale i na ceně chemikálií, které potřebujeme k jeho provedení. Chemické nádobí i pomůcky se ovšem dají použít vícekrát, naopak chemikálie se většinou při pokusu znehodnotí a dále pak s nimi není možné pracovat v takové kvalitě, jako když jsou čisté nebo nové. (7)

1.1.4 Proč zařadit chemické pokusy do výuky chemie?

Zařazením chemického pokusu do výuky chemie tvoříme podporu a hlubší osvojení teoretických poznatků. Vizualní informace se často považují efektivnější než ty verbální.

Dle Mokrejšové (2009) si studenti zapamatují:

- „10 % z přečteného textu
- 20 % z výkladu
- 30 % z obrázkového materiálu
- 70 % z výkladu spojeného s demonstrací
- 80 % z výkladu spojeného s demonstrací a rozpravou
- **90 % z vlastní aktivní a cílevědomé činnosti“** (8)

Kromě chemických pokusů je efektivní i nechat mezi studenty kolovat určitou látku, která se právě probírá v dané hodině. Je však důležité látku bezpečně uchovat či izolovat tak, aby se během předávání nevysypala nebo nerozlila. (8)

1.2 Bezpečnost práce v chemické laboratoři

Realizace chemického pokusu přináší určitá rizika, které vyplývají z práce s chemickými látkami, se sklem, ohněm či elektřinou. Proto má každý učitel povinnost nejen znát bezpečnostní předpisy, normy a směrnice, ale i proškolit žáky před prvním vstupem do laboratoře o bezpečném chování v laboratoři. To vede žáky k uvědomělé disciplíně a ke správným bezpečnostním návykům. (1)

1.2.1 Přehled platné legislativy

V Tabulka 1 je vyobrazeno shrnutí platné legislativy.

Tabulka 1 - Přehled platné legislativy (9)

EVROPSKÉ PRÁVO
Nařízení (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci a označování látek a směsí (CLP)
Nařízení (ES) č. 1907/2006 (REACH)
Směrnice Rady 94/33/ES o ochraně mladistvých pracovníků
ČESKÉ ZÁKONY
Zákon č. 561/2004 Sb., školský zákon
Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví
Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce
Zákon č. 350/2011 Sb., chemický zákon
Zákon č. 309/2006 Sb., zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech
NAŘÍZENÍ VLÁDY
Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
Nařízení vlády č. 86/2011 Sb., o technických požadavcích na hračky
VYHLÁŠKY
Vyhláška č. 13/2005 Sb., o středním vzdělávání a vzdělávání v konzervatoři
Vyhláška č. 48/2005 Sb., o základním vzdělávání (...)
Vyhláška č. 55/2005 Sb., o podmínkách organizace a financování soutěží a přehlídek v zájmovém vzdělávání
Vyhláška č. 180/2015 Sb., o zakázaných pracích a pracovištích
Vyhláška č. 61/2018 Sb., o seznamu nebezpečných chemických látek (...)
NORMY
ČSN EN 71-4 Bezpečnost hraček – Část 4: Soupravy pro chemické pokusy a podobné činnosti
ČSN EN 71-5 Bezpečnost hraček – Část 5: Chemické hračky (soupravy) jiné než soupravy pro pokusy
ČSN 01 8003 Zásady pro bezpečnou práci v chemických laboratořích

Bezpečnostní předpisy pro práci v laboratoři jsou stanoveny normou ČSN 01 8003 (Zásady bezpečné práce v chemických laboratořích).

Tato norma určuje:

- a) Správné skladování chemikálií
- b) Vhodné laboratorní vybavení
- c) Bezpečnostní zásady (10)

Práce v chemické laboratoři přináší zvýšené riziko poškození jak vlastního zdraví, tak zdraví druhých. Proto je důležité dodržovat jistá pravidla, která stanovuje zákon č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických směsí a o změně některých zákonů. Jelikož je tento zákon příliš obsáhlý, bývá na jeho základě vytvořen laboratorní řád, který je povinný pro každého, kdo se v laboratoři pohybuje. (10) (11) (12)

1.2.2 Klasifikace a balení chemických látek

Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemikálií (GHS) je systém Organizace spojených národů (OSN), který se zabývá klasifikací chemických látek podle typů nebezpečnosti. Cílem tohoto systému je informovat uživatele o fyzikálních nebezpečích a toxicitě látek prostřednictvím symbolů a vět na štítcích obalu a bezpečnostního listu. Je však vhodné ještě zmínit nařízení č.1272/2008 o klasifikaci, označování a balení chemických látek a směsí (bývá označováno jako CLP z anglického Classification, Labelling and Packaging). Sjednocuje legislativu Evropské unie se systémem GHS. (12) (13) (14)

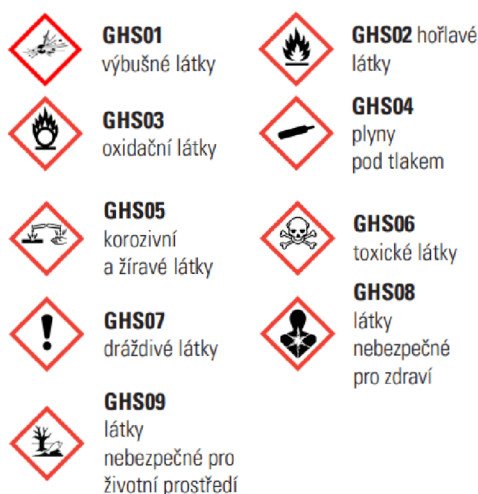
Dle zákona 258/2000 Sb., O ochraně veřejného zdraví jsou všichni při nakládání s chemickými látkami povinni řídit se výstražnými symboly doplněné o P- a H-věty (dříve R- a S-věty), které jsou uvedené na obalu, a signálním slovem. H- věty informují o rizikivosti. P- věty informují o bezpečném nakládání s látkami. (11) (12)

1.2.2.1 Výstražné symboly a signální slova

Výstražné symboly neboli piktogramy jsou grafické znaky, které určují nebezpečí, které může nastat při práci s určitou chemickou látkou či směsí. Tyto symboly jsou vyobrazeny na Obrázek 3.

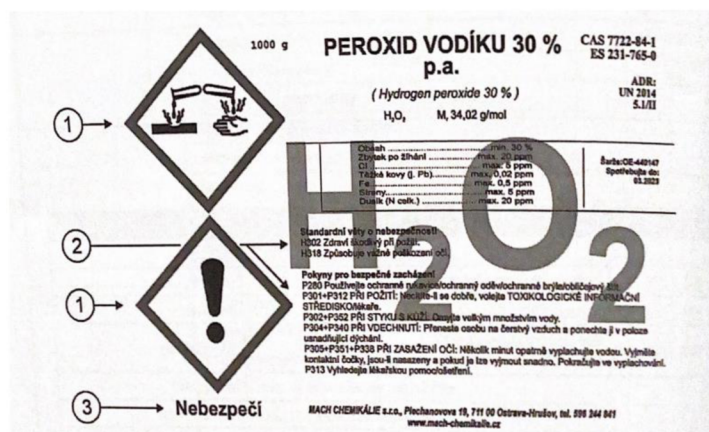
Signální slovo označuje příslušnou úroveň závažnosti nebezpečí za účelem varování. Rozlišujeme dvě úrovně:

- o **Nebezpečí:** označuje závažnější kategorii nebezpečnosti
- o **Varování:** označuje méně závažnější kategorii nebezpečnosti (15)



Obrázek 3 - Výstražné symboly (10)

Základní informace o jednotlivých chemických látkách jsou k nalezení na štítku, který se nachází na jednotlivých láhvích, ve kterých se uchovávají. Jsou zde vyobrazeny i výstražné symboly a signální slova (viz Obrázek 4).



Obrázek 4 - Ukázka popisu láhve peroxidu vodíku (12)

Legenda k Obrázku 4:

- 1) Výstražný symbol nebezpečnosti
- 2) H a P věty
- 3) Signální slovo

1.2.3 Bezpečnostní list

Bezpečnostní list je shrnutím informací (např. bezpečnostních, ekologických, toxikologických nebo právních) pro manipulaci s nebezpečnými látkami/směsmi. Každá chemická látka musí tento bezpečnostní list obsahovat.

Podoba bezpečnostního listu je dána nařízením Evropské unie č. 1907/2006 (REACH) a obsahuje následující kapitoly v tomto pořadí:

1. Identifikace látky nebo přípravku a společnosti nebo podniku
2. Identifikace nebezpečnosti
3. Složení/informace o složkách
4. Pokyny pro první pomoc
5. Opatření pro hašení požáru
6. Opatření v případě náhodného úniku
7. Pokyny pro zacházení a skladování
8. Informace o kontrole expozice a ochraně osob
9. Fyzikální a chemické vlastnosti
10. Stálost a reaktivita
11. Toxikologické informace
12. Ekologické informace
13. Informace o zneškodňování
14. Informace pro přepravu
15. Informace o právních předpisech
16. Další informace

Proto je nutné bezpečnostní listy chemických látek v laboratoři skladovat na dostupném místě, aby se do nich mohl v případě potřeby kdokoli kdykoli podívat. (10) (11)

1.2.4 První pomoc při úrazech v chemické laboratoři

Dojde-li v chemické laboratoři k úrazu, je povinnost postiženému poskytnout bezprostředně první pomoc. Proto je doporučena přítomnost lékárníček a dalších obdobných pomůcek jako např. oční sprcha. Je-li zranění vážnější, je nutno zajistit lékařské ošetření. (1) (16) (17)

1.2.4.1 Zasažení oka

Při zasažení oka je důležité jednat co nejrychleji. Výplach oka se provádí pomocí mírného proudu čisté vody, který stéká od vnitřního k zevnímu koutku. Výplach je nutné provádět co nejdéle. Vypláchnuté oko je dále nezbytné překrýt sterilním obvazem a postiženému zajistit lékařskou pomoc. Některé laboratoře jsou vybaveny i očními sprchami. Pro výplach očí se v žádném případě nepoužívají neutralizační roztoky. (1) (16) (17)

1.2.4.2 Poleptání pokožky

V první řadě se odstraní zasažený oděv a šperky. Potřísněné místo se důkladně omývá proudem studené vody po dobu minimálně 30 minut. Po důkladném omytí vodou je možné použít neutralizační roztoky:

- a) Poleptání kyselinou: 6-10% roztok uhličitanu sodného nebo hydrogenuhličitanu sodného.
- b) Poleptání zásadou: 2% roztok kyseliny citronové nebo kyseliny octové.

V případě hlubšího poleptání je bezodkladně vyhledat odbornou lékařskou pomoc. (1) (16) (17)

1.2.4.3 Vznik řezných ran

Řezné rány rozdělujeme na kapilární, žilné a tepenné krvácení.

Kapilární krvácení:

Postižené místo opláchneme čistou vodou, vydezinfikujeme a sterilně přikryjeme.

Žilné a tepenné krvácení:

Nejdříve postiženému zastavíme krvácení pomocí tlakového obvazu, ránu nevyplachujeme ani nedezinfikujeme. Postiženému zajistíme lékařskou pomoc. Při tepenném krvácení vždy voláme zdravotnickou záchrannou službu (ZZS). (1) (16) (17)

1.2.4.4 Popáleniny

Dle hloubky se popáleniny rozdělují mezi následující 4 stupně:

1. stupeň: zčervenání kůže a možný otok
2. stupeň: vznik puchýřů
3. stupeň: povrchová či hluboká nekróza tkání
4. stupeň: zuhelnatění popáleného místa

V první řadě se z postiženého odstraní vodiče tepla – prsteny, náhrdelníky, hodinky či náramky kvůli možnému objevení otoku. Z popálené plochy se oděv nestrhává. Odstraní se pouze žhavé a volně položené předměty. Popáleniny 1. a 2. stupně se chladí tekoucí studenou vodou minimálně 20 minut a následně se rána překryje sterilním obvazem. Popáleniny 3. a 4. stupně se nechladí z toho důvodu, že došlo ke zničení tkáně a hrozí infekce. Okamžitě se zařídí převoz postiženého do nemocnice. (1) (16) (17)

1.2.4.5 Podráždění dýchacích cest

Povinností je postiženého vyvést na čerstvý vzduch. Pokud bude postižený v bezvědomí, zajistí se průchodnost dýchacích cest tak, že dotyčného položíme, zakloní se mu hlava a okamžitě se přivolá ZZS. (1) (16) (17)

1.2.5 Použití chemických látek ve škole

Z hlediska legislativy pro zacházení s chemickými látkami se rozlišují tyto kategorie:

- Studenti do 15 let
- Studenti ve věku 15-18 let
- Dospělí studenti

1.2.5.1 Studenti do 15 let

Studenti mohou při školních pokusech nakládat s potravinami a s běžně dostupnými látkami, pokud jejich prodej a používání není nějak omezen. Dále můžou používat pod dohledem odpovědné osoby látky, které jsou součástí chemických hraček – norma ČSN EN 71-4. Studenti mají přísný zákaz zacházet s látkami akutně toxickými (kategorie 1, 2 a 3), toxickými pro specifické cílové orgány po jednorázové či opakované expozici (kategorie 1) a žiravými (kategorie 1) – dle zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví. (18) (19)

1.2.5.2 Studenti 15-18 let

Studenti mohou pracovat s chemikáliemi pod dozorem odborně způsobilé osoby pracovat s rozsáhlým množstvím chemických látek, klasifikovaných jako nebezpečné, které jsou v Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. a ve Vyhlášce č. 61/2018.

U určitých chemických látek je vyžadován konkrétní rámcový vzdělávací program (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. - např. akutní toxicita, žiravost, vysoká či extrémní hořlavost). (18) (19)

1.2.5.3 Dospělí studenti

Studenti mají povoleno pracovat s látkami akutně toxickými kategorie 3, toxicita pro specifické cílové orgány po jednorázové nebo opakované expozici kategorie 1 a látkami žiravými kategorie 1 dle zákona č. 258/200 sb. O ochraně veřejného zdraví. (18) (19)

1.3 Vybavení chemické laboratoře

Základem chemické laboratoře jsou **pracovní laboratorní stoly** s rozvodem vody, plynu a elektřiny. Laboratorní stůl by měl splňovat důležité podmínky: dostatečná velikost, odolný nehořlavý povrch a výška 85 až 90 cm (u laboratorního stolu zásadně stojíme). Součástí stolu jsou také **skřínky** a **zásuvky**, ve kterých je uloženo běžně používané nádobí a pomůcky.

K vybavení chemické laboratoře dále patří: **skříně**, **police**, **digestoř**, **hasicí přístroj**, **lékárnička**, **destilační přístroje** (pro získání destilované vody), **speciální nádoby na odpad** (tyto nádoby by měly být pevné z nerozpustného materiálu), **brýle** nebo

obličejové štíty, gumové rukavice, speciální nehořlavá tkanina a chladnička (pro uchovávání biochemických preparátů). (7) (1)

Školní laboratoř by měla být zařízená pro 15 až 20 studentů. Není-li k dispozici laboratoř, je třeba vybudovat specializovanou učebnu. Tato učebna musí být zařizována ve velké, světlé a dobře větratelné místnosti která obsahuje: přívod a odpad vody, přívod plynu a elektrického proudu, stoly v jedné rovině a pokud je to možné i digestoř. (20)

1.3.1 Chemické pomůcky a nádobí

Využívané materiály se rozdělují do dvou skupin:

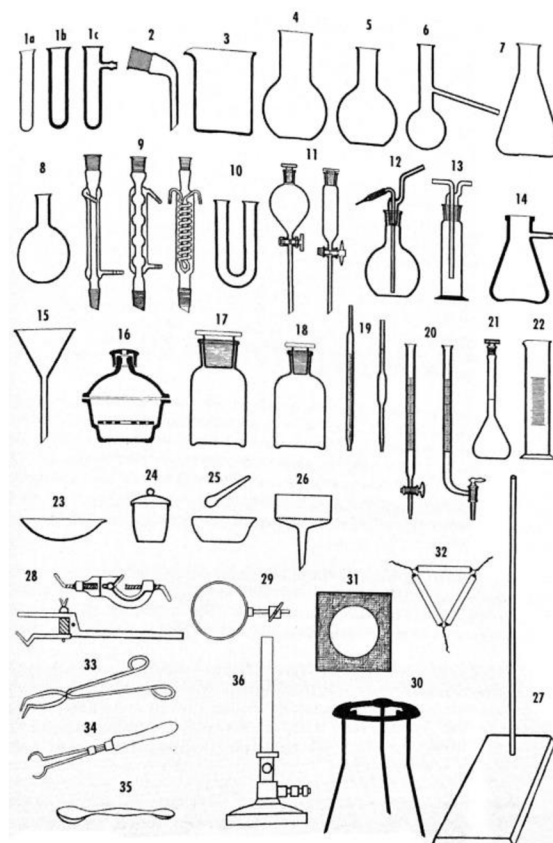
- a) Nekovové: porcelán, dřevo, sklo, plast, pryž, korek
- b) Kovové: železo, měď, zinek, slitiny (10)

Souhrn pomůcek je zapsán do Tabulka 2. Jejich podobu lze pozorovat na Obrázek 5.

Tabulka 2 - Chemické nádobí a pomůcky (převzato z: (7))

	Nádobí a pomůcky	Použití
VARNÉ SKLO		
1 a	Zkumavka	Příprava roztoků o objemu 5-10 cm ³
1 b	Těžkotavitelná zkumavka	Zahřívání pevných látek
1 c	Odsávací zkumavka	Příprava plynů, filtrace, odsávání vzduchu
2	Alonž	Součást destilační aparatury
3	Kádinka	Příprava roztoků o objemu 20-1000 cm ³
4	Titrační baňka	Titrační stanovení
5	Varná baňka	Zahřívání roztoků či pevných látek
6	Frakční baňka	Příprava plynů
7	Kuželová baňka	Příprava roztoků o objemu 20-50 cm ³
8	Destilační baňka	Součást destilační aparatury
9	Chladiče	Součást destilační aparatury
10	Trubice U	Elektrolýza roztoků, reakce plynů s pevnými látkami
TECHNICKÉ SKLO		
11	Dělicí nálevka	Příprava plynů, dělení dvou nemísitelných kapalin
12	Stříčka	Příprava roztoků a vymývání nádobí
13	Promývací baňka	Jímání a sušení plynů, reakce plynů s kapalinou
14	Odsávací baňka	Filtrace za sníženého tlaku
15	Nálevka	Filtrace
16	Exsikátor	Sušení látek
17	Prachovnice	Ukládání pevných látek
18	Reagenční láhev	Ukládání roztoků

ODMĚRNÉ SKLO		
19	Pipety	Odměřování malých objemů kapalin
20	Byrety	Titrační stanovení
21	Odměrná baňka	Příprava roztoků dané koncentrace
22	Odměrný válec	Odměřování objemů kapalin
PORCELÁNOVÉ NÁDOBÍ		
23	Odpařovací miska	Zahuštění roztoků a krystalizace
24	Kelímek s víčkem	Žihání pevných látek
25	Třecí miska s tloučkem	Rozměňování pevných látek
26	Büchnerova nálevka	Filtrace za sníženého tlaku
LABORATORNÍ POMŮCKY		
27	Stojan	Sestavování a upevňování jednotlivých částí aparatury
28	Držák a svorka	
29	Kruh	
30	Trojnožka	
31	Sítka s keramickou vložkou	Zahřívání skleněných a porcelánových nádob
32	Trojhran	Zahřívání keramických kelímků
33	Chemické kleště	Přenášení nádobí
34	Držák na zkumavky	Držení zkumavek
35	Lžička na chemikálie	Nabírání pevných látek
36	Kahan	Zahřívání



Obrázek 5 - Chemické nádobí a pomůcky (7)

1.3.2 Skladování chemikálií

Chemické sklady by měly být od prostoru laboratoře stavebně odděleny tak, aby byly nepřístupné studentům a jiným nepovoleným osobám. Sklad se ponechává zamčený.

Organizaci skladu lze volit podle libovolného systému, avšak s dodržением podmínek skladování nebezpečných látek definovaných legislativou a příslušnými bezpečnostními listy.

Chemikálie musí být skladovány v nádobách vyrobených z vhodného materiálu a označených podle zákona o chemikáliích:

- Kapaln e látky: reagenční láhve, tmav e nebo světlé sklo
- Pevn e látky: prachovnice, tmav e nebo světlé sklo
- Nádoby z plastů pro $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, anorganické soli, HF , H_2O_2
- Kovové nádoby s víkem pro karbid vápníku
- Látky citliv e na světlo se skladují v nádobách z neprůhledného materiálu nebo tmavého skla
- Nádoby s kapalinami je důležité chránit před p ıмым slunečním světlem a teplem

- Látky jejichž reakce může způsobit nebezpečnou chemickou reakci, musí být skladovány odděleně (kyseliny, hydroxidy, oxidační činidla, hořlavé látky)
- Nádoby s agresivními látkami musí být udržovány ve výšce 165 cm
- Je-li jed také hořlavý, musí být skladován podle předpisů pro jedy i hořlaviny
- Všechny nádoby musí mít uzávěr, který odpovídá povaze skladované látky (zábrusové, šroubovací, dvojité uzávěry atd.)

Je nutné dbát na zřetelné označení obsahu každé nádoby a přehlednost uspořádání chemikálií. (7) (10) (18)

1.4 Laboratorní protokol

Každá laboratorní práce musí být zpracována ve formě protokolu. Protokol je formální záznam v elektronické nebo tištěné podobě, který je nedílnou součástí experimentální práce. Jeho vytváření nutí žáka či studenta k přesnému a stručnému vyjadřování, pomáhá spojovat pozorovanou realitu s chemickou symbolikou a podporuje lepší orientaci v experimentálních poznatcích.

Každý správně vypracovaný protokol by měl obsahovat:

- **Hlavička protokolu** – název práce, datum, jméno a příjmení, třída
- **Princip** – odborné vysvětlení zadané úlohy
- **Pomůcky** – použité chemické sklo a laboratorní pomůcky
- **Chemikálie** – název, vzorec, skupenství, údaj o koncentraci
- **Postup** – stručný popis práce, kterou žák prováděl
- **Chemická rovnice** – vyjádření chemické reakce
- **Nákres aparatury** – provádí se obvykle tužkou
- **Pozorování** – při pozorování můžeme vysvětlovat chování látek pomocí odvozených teorií. Mezi základní vlastnosti patří barva, zápach, vzhled
- **Bezpečnost** – ochranné pomůcky, signální slova
- **Výpočty s výsledky**
- **Závěr** – vyhodnocení výsledků a práce
- **Poznámky** – prostor pro komentáře navíc (5) (12) (21) (22)

1.5 Výuka chemie na středních školách

Nejen v České republice se v posledních letech chemie drží v oblasti nejnižších příček oblíbenosti. Příčinou tohoto trendu může být skutečnost, že se zvyšujícím se množstvím odborných poznatků se praktické využití v životě omezují. Další možnou příčinou je, že se stále setkáváme s výukou, kde je aktivní činitel převážně učitel. Tento styl výuky v dnešní době zcela nevyhovuje současným potřebám studentů. Proto by se mělo ve výuce nejen chemie, ale i ostatních předmětů věnovat činnostem, kde by jako hlavní činitel vystupoval sám student.

Podle Mokrejšové (2009): „*typická hodina v České republice začíná opakováním učiva, následuje zkoušení studentů, výklad učitele, otázky žákům s cílem ověřit jejich porozumění učivu a stručné shrnutí na závěr hodiny*“. (8)

Aby učitelé motivovali studenty a prohloubili jejich porozumění v chemii, musí si předem naplánovat celou výuku a stanovit jasné učební cíle. Učitelé se snaží umožnit studentům uvažovat o svých znalostech prostřednictvím efektních otázek, které studentům pomáhají upevnit dané učivo. (8)

1.5.1 Chemie na čtyřletých gymnáziích

Dotace vyučovacích hodin chemie se mění podle typů zaměření gymnázií – všeobecná, přírodovědná či humanitní. Na přírodovědném gymnáziu je chemie zařazena ve všech ročnících, a to s hodinovou dotací 2 až 3 hodin týdně. Na všeobecném a humanitním gymnáziu je chemie vyučována v 1. až 3. ročníku s hodinovou dotací 2 hodin týdně. Avšak od 3. ročníku si žáci volí volitelné semináře, tudíž mohou mít chemii i ve 4. ročníku. Uskutečnění těchto seminářů záleží na podmínkách školy a na počtu přihlášených studentů.

Na gymnáziích může učitel chemie očekávat vysokou inteligenci a motivaci studentů, což mu dovoluje probrat dané učivo ve značném rozsahu a hloubce. (5)

1.5.2 Chemie na středních odborných školách

Chemie je vyučována na všech středních odborných školách v České republice, avšak jsou zde výjimky např. konzervatoře (obory tanec či zpěv), které chemii do výukových plánů nezahrnují. Vyučování chemie na středních školách se liší tím, je-li střední odborná škola zaměřena na chemii či není. (5)

1.5.2.1 Střední odborné školy bez zaměření na chemii

Na těchto školách s nechemickým zaměřením je předmět chemie vyučován v prvních dvou ročnících (v některých případech jen v prvních ročnících) v rozsahu 1 až 2 hodin týdně. Opět záleží na konkrétní škole.

Z pohledu učitele je třeba v chemii probírat taková témata, která souvisí se zaměřením dané školy např. na střední odborné škole strojírenské se více zajímat o elektrochemii, polymery či kovy. Naopak na střední odborné škole zdravotnické klást větší důraz na biochemii, farmakologii a organickou chemii. (5)

1.5.2.2 Střední odborné školy chemické

Na středních odborných školách chemických se s výukou chemie můžeme setkat po celou dobu studia. Vyučovací chemické předměty jsou většinou rozděleny do následujících odvětví: obecná a anorganická chemie, organická chemie, analytická chemie, fyzikální chemie a různé technologie. Hodinové zastoupení chemických předmětů bývá 6 až 8 hodin týdně. V prvních ročnících se vyskytují chemické předměty všeobecné, v ročnících vyšších pak převažují předměty odborné (povinné i volitelné). Na tomto typu škol se také setkáváme s praktickou výukou chemie, která probíhá v laboratoři (4 až 5 hodin týdně). Proto se předpokládá, že absolventi těchto škol by měli být schopni vykonávat odbornou činnost ihned po skončení školy.

Na středních chemických školách by měl učitel počítat se studenty s vyšším zájmem o chemii než na gymnáziích, tudíž by tomu měly odpovídat i jeho znalosti. (5)

1.5.2.2.1 Dostupnost chemických oborů v České republice

Jednotlivé obory jsou rozděleny do Tabulka 3, Tabulka 4, Tabulka 5 a Tabulka 6. V tabulkách je uvedena jejich dostupnost v jednotlivých krajích České republiky.

*Tabulka 3 - Dostupnost oboru Aplikovaná chemie v ČR
(vytvořeno na základě: <https://www.infoabsolvent.cz/Obory?uroven=1&uroven2=26> dne 16.10.2023)*

APLIKOVANÁ CHEMIE	
Praha	Vyšší odborná škola zdravotnická a Střední zdravotnická škola, Praha 1, Alšovo nábřeží 6 Masarykova střední škola chemická, Praha 1, Křemencova 12
Jihočeský kraj	Střední škola obchodní, České Budějovice, Husova 9
Jihomoravský kraj	Střední průmyslová škola chemická Brno, Vranovská, příspěvková organizace
Karlovarský kraj	Střední uměleckoprůmyslová škola keramická a sklářská Karlovy Vary, příspěvková organizace
Liberecký kraj	Střední uměleckoprůmyslová škola sklářská, Železný Brod, Smetanovo zátíší 470
Olomoucký kraj	Střední škola logistiky a chemie, Olomouc, U Hradiska 29 Střední průmyslová škola Hranice

Ústecký kraj	Střední odborná škola technická a zahradnická, Lovosice, příspěvková organizace Střední škola EDUCHEM, a.s. Gymnázium a Střední odborná škola dr. Václava Šmejkal, Ústí nad Labem
Zlínský kraj	Střední průmyslová škola Otrokovice
Pardubický kraj	Střední průmyslová škola chemická Pardubice
Moravskoslezský kraj	Střední průmyslová škola chemická akademika Heyrovského, Ostrava, příspěvková organizace

Tabulka 4 - Dostupnost oboru *Farmaceutická chemie* v ČR
(vytvořeno na základě: <https://www.infoabsolvent.cz/Obory?uroven=1&uroven2=26> dne 16.10.2023)

FARMACEUTICKÁ CHEMIE	
Praha	Střední odborná škola – Centrum odborné přípravy a Gymnázium
Královéhradecký kraj	Střední průmyslová škola a Střední odborná škola, Dvůr Králové nad Labem, příspěvková organizace

Tabulka 5 - Dostupnost oboru *Chemik operátor* v ČR
(vytvořeno na základě: <https://www.infoabsolvent.cz/Obory?uroven=1&uroven2=26> dne 16.10.2023)

CHEMIK OPERÁTOR	
Zlínský kraj	Integrovaná střední škola – Centrum odborné přípravy a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Valašské Meziříčí
Středočeský kraj	Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Neratovice, Školní 664
Moravskoslezský kraj	Masarykova střední škola zemědělská a Vyšší odborná škola, Opava, příspěvková organizace

Tabulka 6 - Dostupnost oboru *Technologie (analýza) potravin* v ČR
(vytvořeno na základě: <https://www.infoabsolvent.cz/Obory?uroven=1&uroven2=26> dne 16.10.2023)

TECHNOLOGIE (ANALÝZA) POTRAVIN	
Praha	Vyšší odborná škola ekonomických studií, Gymnázium, Střední průmyslová škola potravinářských technologií a Střední odborná škola přírodovědná a veterinární, Praha 2, Podskalská 10
Jihočeský kraj	Střední odborná škola ekologická a potravinářská, Veselí nad Lužnicí, Blatské sídliště 600/I
Jihomoravský kraj	Střední průmyslová škola chemická Brno, Vranovská, příspěvková organizace
Olomoucký kraj	Švehlova střední škola polytechnická Prostějov
Zlínský kraj	Vyšší odborná škola potravinářská a Střední průmyslová škola mlékárenská Kroměříž
Pardubický kraj	Střední průmyslová škola potravinářství a služeb Pardubice

1.6 Použití chemických látek

Na začátku je vhodné uvést, že na výuku v chemické laboratoři na střední odborné škole se vztahují jiné předpisy než na gymnáziích a ostatních středních školách. Tyto předpisy stanovuje školský zákon č. 561/2004 Sb., které dělí vyučování na **teoretické** (gymnázium, střední odborné školy nechemické, ...) a **praktické** (střední odborné školy chemické). (23)

1.6.1 Teoretická výuka (gymnázium, střední odborná škola nechemická)

Praktická výuka chemie na gymnáziu a jiných středních odborných nechemických školách má jiné přísnější předpisy než praktická výuka na středních odborných chemických školách.

Pod soustavným dohledem odpovědné osoby (osoba starší 18 let, kterou si může ředitel zvolit sám) mohou studenti pracovat s látkami následujících kategorií nebezpečnosti:

1. Akutní toxicita kat. 3 (Acute Tox. 3)
2. Specifická toxicita pro cílové orgány po jednorázové expozici kat. 2 (STOT-SE 2)
3. Specifická toxicita pro cílové orgány po opakované expozici kat. 2 (STOT RE 2)
4. Žiravost kat. 1 (Skin corr., Eye Dam., Eye Irrit)
5. Hořlavé kapaliny kat. 1 (Flam. Liq.)
6. Hořlavé kapaliny kat. 2 (Flam. Liq.)
7. Hořlavé plyny kat. 1 (Flam. Gas)
8. Hořlavé plyny kat. 2 (Flam. Gas)
9. Aerosoly kat. 1 (Aerosol) (23)

Pod soustavným dozorem osoby s odbornou způsobilostí (osoba, která je absolventem vysoké školy v oblasti chemie nebo osoba, která splnila požadovanou kvalifikaci) (24) mohou studenti pracovat s látkami následujících kategorií nebezpečnosti:

1. Akutní toxicita kat. 1 (Acute Tox. 1)
2. Akutní toxicita kat. 2 (Acute Tox. 2)
3. Specifická toxicita pro cílové orgány po jednorázové expozici kat. 1 (STOT-SE 1)
4. Specifická toxicita pro cílové orgány po opakované expozici kat. 1 (STOT RE 1)
(23)

Kategorie, se kterými studenti teoretických výuk nesmí pracovat podle platných předpisů:

1. Karcinogenita kat. 1A (Carc. 1A)
2. Karcinogenita kat. 1B (Carc. 1B)
3. Toxicita pro reprodukci kat. 1A (Repr. 1A)
4. Toxicita pro reprodukci kat. 1B (Repr. 1A)

5. Mutagenita kat. 1A (Muta. 1A)
6. Mutagenita kat. 1B (Muta. 1B)
7. Výbušniny (Expl.)
8. Organické peroxidy (Org. Perox.) (23)

1.6.2 Praktická výuka (střední odborná škola chemická)

Na střední odborné škole chemické povoluje nakládání s nebezpečnými chemickými látkami v rámci praktické výuky vyhláška č. 61/2018 Sb. Dle tohoto prováděcího předpisu mohou studenti pracovat se všemi nebezpečnými látkami a podle třídy a kategorie nebezpečnosti na studenty dohlíží dozor nebo přímý dohled. (23) (24)

Níže je uveden seznam kategorií a tříd nebezpečnosti látek vyžadujících při praktické výuce přímý dohled osoby s odbornou způsobilostí:

1. Akutní toxicita kat. 1 (Acute Tox. 1)
2. Akutní toxicita kat. 2 (Acute Tox. 2)
3. Karcinogenita kat. 1A (Carc. 1A)
4. Karcinogenita kat. 1B (Carc. 1B)
5. Toxicita pro reprodukci kat. 1A (Repr. 1A)
6. Toxicita pro reprodukci kat. 1B (Repr. 1B)
7. Mutagenita kat. 1A (Muta. 1A)
8. Mutagenita kat. 1B (Muta. 1B)
9. Výbušniny (Expl.)
10. Organické peroxidy (Org. Perox.) (23)

1.7 Rámcový vzdělávací program

Rámcový vzdělávací program je hlavní kurikulární dokument, který vychází z Národního programu rozvoje vzdělání neboli z tzv. Bílé knihy. Tvoří závazný rámec pro tvorbu školního vzdělávacího programu v předškolním, základním, základním uměleckém, jazykovém a středním vzdělávání.

Rámcový vzdělávací program stanovuje zejména cíle, formy, délku a obsah vzdělávání, jeho organizační uspořádání, profesní profil, podmínky průběhu, ukončování vzdělávání a zásady pro tvorbu školních vzdělávacích programů. (25) (26)

1.7.1 Rámcový vzdělávací program pro střední odborné školy (RVP SOV)

Státem vydané dokumenty, které určují požadavky na vzdělávání v jednotlivých oborech (výsledky, kterých má žák dosáhnout, obsah, základní podmínky realizace vzdělávání a pravidla pro tvorbu ŠVP).

RVP rozdělujeme do 6 kategorií:

- **Obory E** – tříleté obory ukončené výučním listem (např. keramické práce, cukrářské práce, čalounická výroba, zednické práce, lesní výroba...)
- **Obory J** – dvouleté obory ukončené závěrečnou zkouškou (např. zubní instrumentářka, pedagogika pro asistenty ve školství, charitativní služby, ladění klavíru...)
- **Obory H** – tříleté obory ukončené výučním listem (např. zámečnické, optik, automechanik, chemik, gumař, plastikář...)
- **Obory L0 a M** – čtyřleté obory ukončené maturitní zkouškou (např. ekologie a ochrana krajiny, aplikovaná chemie, laboratorní asistent, nutriční asistent...)
- **Konzervatoře** – šestileté, popřípadě osmileté obory ukončené maturitní zkouškou (např. hudba, zpěv, tanec, hudebně dramatické umění)
- **Nástavbové studium** – dvouleté obory pro získání maturitního vysvědčení (např. provozní chemie, sklářský průmysl, zdravotnický asistent, elektrotechnika, potravinářský průmysl...), (25)

1.7.2 Školní vzdělávací program

Na základě **rámcového vzdělávacího programu (RVP)** si jednotlivé školy vytvářejí své vlastní **školní vzdělávací programy (ŠVP)**, které musí být vydány ředitelem školy nebo školským zařízením. Je nutné je zveřejnit na přístupném místě ve škole či na školském zařízení, tak aby byly volně dostupné komukoli k nahlédnutí.

Aby školní vzdělávací program souvisel s konkrétním rámcovým vzdělávacím programem musí stanovit kromě konkrétních cílů vzdělávání i následující kritéria:

- Délku, formy, obsah a časový plán
- Podmínky přijetí, ukončení vzdělání, podmínky pro žáky se speciálními vzdělávacími potřebami
- Popis materiální, personální a ekonomický
- Podmínky pro bezpečnost práce a ochrany zdraví (25) (26)

1.7.2.1 Zařazení praktické výuky do ŠVP oboru Aplikovaná chemie

Pro popis školního vzdělávacího programu oboru Aplikovaná chemie byla vybrána škola Střední škola logistiky a chemie, U Hradiska 29, Olomouc.

Obor Aplikovaná chemie spadá do **kategorie M** (čtyřletý obor ukončený maturitní zkouškou). Počet praktických hodin je znázorněn v Tabulka 7.

Tabulka 7 - Počet praktických hodin v jednotlivých rocích studia

Odborné praktické předměty	1. r.		2. r.		3. r.		4. r.	
Laboratorní cvičení	4	4	2	2				
Analytická laboratorní cvičení			2	2	3	3		
Chemická laboratorní cvičení							4	4

V prvním ročníku se žáci v laboratorním cvičení seznámí se základními laboratorními technikami jako např. filtrace, krystalizace, vážení a s pokusy z obecné a anorganické chemie (výroba vodíku a jeho důkaz, sublimace, krystalizace, kyselost a zásaditost, práce s plyny, rychlost chemické reakce, ...).

Ve druhém ročníku se týdně střídá laboratorní cvičení s analytickým laboratorním cvičením. V laboratorním cvičení se provádí pokusy z organické chemie (příprava kyselého azobarviva – Oranž II, příprava vybraných halogenderivátů, extrakce, ...) a v analytickém cvičení pokusy z analytické chemie (kvalitativní analýza – důkazy kationtů a aniontů, volumetrie – manganometrie).

Ve třetím ročníku následuje další analytické cvičení (chromatografie, stanovení bodu tání na bodotávku, ...)

Ve čtvrtém ročníku se žáci v chemickém laboratorním cvičení seznámí s pokusy fyzikální chemie (refraktometrie, polarimetrie, konduktometrie, ...). (27)

2 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktická částí bylo zpracováno 25 efektních chemických pokusů pro střední odborné školy z následujících vyučovaných odvětví chemie:

- Obecná chemie
- Anorganická chemie
- Organické chemie
- Analytická chemie
- Fyzikální chemie

Cílem bylo vybrat a demonstračně provést v laboratoři **efektní chemické pokusy**. Jedná se o oblast pokusů, které jsou zaměřeny na vytváření vizuálních efektů, navržené tak, aby fascinovali a motivovali studenty často pomocí reakcí, které produkují ohnivé, barevné nebo jinak atraktivní výsledky na rozdíl od klasického chemického pokusu u kterého nedochází k výrazným efektním změnám. Proto v této práci nenajdeme pokusy jako je např. filtrace, destilace, měření hustoty či vodivosti apod.

Pro každý pokus byly pořízeny fotografie, popřípadě videozáznamy, které následně byly zpracovány do edukačních videí pro studenty. K jednotlivým pokusům byla zhotovena pracovní karta, která obsahuje následující části:

- Název pokusu + do jakého odvětví chemie patří
- Princip pokusu
- Pomůcky
- Chemikálie
- Bezpečnost
- Pracovní postup
- Nákres aparatury (pouze v některých případech)
- Pozorování + fotografie
- Otázky pro teorii

V Tabulka 8 jsou vypsány jednotlivé pokusy, které jsou v rámci této tabulky zařazeny do kategorie chemie a odpovídající kapitole dle Rámcového vzdělávacího programu (RVP). Většina pokusů je žákovského typu, kromě Samozápalné směsi a Blesků ve zkumavce, u kterých je předpoklad demonstračního vykonání z důvodu vyššího rizika nebezpečnosti.

Tabulka 8 - Rozřazení chemického pokusu

Číslo pokusu	Název pokusu	Kategorie chemie	Ročník	RVP
1	Modrá baňka (oxidace a redukce)	Obecná chemie	1.	Chemické reakce, chemické rovnice, základní typy chemických reakcí
2	Difuze	Obecná chemie	1.	Chemické látky a jejich vlastnosti
3	Krystalizace (horký led)	Obecná chemie	1.	Chemické látky a jejich vlastnosti
4	Manganistanový chameleon	Obecná chemie	1.	Chemické látky a jejich vlastnosti
5	Sloní zubní pasta (hrnečku vař)	Anorganická chemie	1.	Anorganické látky, oxidy, kyseliny, hydroxidy, soli
6	Chemické JOJO	Anorganická chemie	1.	Vybrané prvky a jejich anorganické sloučeniny
7	Duch v baňce	Anorganická chemie	1.	Anorganické látky, oxidy, kyseliny, hydroxidy, soli
8	Zlatý déšť	Anorganická chemie	1.	Vybrané prvky a jejich anorganické sloučeniny
9	Modrý plamen	Anorganická chemie	1.	Vybrané prvky a jejich anorganické sloučeniny
10	Kovy ve vodě	Anorganická chemie	1.	Vybrané prvky a jejich anorganické sloučeniny
11	Chemikova zahrádka	Anorganická chemie	1.	Anorganické látky, oxidy, kyseliny, hydroxidy, soli
12	Blesky ve zkumavce	Anorganická chemie	1.	Anorganické látky, oxidy, kyseliny, hydroxidy, soli
13	Faraonovi hadi	Organická chemie	2.	Organické sloučeniny v běžném životě a odborné praxi
14	Důkaz proteinů v mléce	Organická chemie	2.	Typy reakcí v organické chemii

15	Reakce fenolů	Organická chemie	2.	Typy reakcí v organické chemii
16	Redukující cukry	Organická chemie	2.	Organické sloučeniny v běžném životě a odborné praxi
17	Plamenová zkouška	Analytická chemie	2.	Kvalitativní chemická analýza
18	Chromatografie na křídě	Analytická chemie	3.	Instrumentální metody
19	Červené zelí jako indikátor pH	Analytická chemie	3.	Kvalitativní + kvantitativní analýza
20	Elektrolýza KI	Fyzikální chemie	4.	Elektrochemie, vlastnosti elektrolytů, vedení proudu v elektrolytech, elektrody a články, polarografie
21	Samozápalná směs	Fyzikální chemie	4.	Chemická termodynamika
22	Chemické hodiny	Fyzikální chemie	4.	Kinetika chemických reakcí
23	Osmotické korály	Fyzikální chemie	4.	Chemické, fázové a adsorpční rovnováhy
24	Luminiscence kolem nás	Fyzikální chemie	4.	Interakce hmoty a elektromagnetického záření
25	Fotocitlivá reakce	Fyzikální chemie	4.	Interakce hmoty a elektromagnetického záření či Kinetika chemických reakcí

2.1 Přehled použitých chemikálií

Tabulka 9 - seznam použitých chemikálií

Název	Vzorec	CAS číslo	Číslo pokusu
Hydroxid sodný	NaOH	CAS 1310-73-2	1, 4, 14, 16, 19
Glukóza	C ₆ H ₁₂ O ₆	CAS 50-99-7	1, 4
Vodný roztok methylenové modři	C ₁₆ H ₁₈ N ₃ SCl	CAS 122965-43-9	1
Manganistan draselný	KMnO ₄	CAS 7722-64-7	2, 4, 7, 12, 21
Trihydrát octanu sodného	CH ₃ COONa·3H ₂ O	CAS 6131-90-4	3
Vodný roztok peroxidu vodíku, 35%	H ₂ O ₂	CAS 7722-84-1	5, 7
Jodid draselný	KI	CAS 7681-11-0	5, 8, 20
Bramborový škrob			5, 22
Saponát			5
Sodík	Na	CAS 7440-23-5	6, 10
1% Ethanolový roztok fenolftaleinu	C ₂₀ H ₁₄ O ₄	CAS 77-09-8	6, 10, 20
Toluen	C ₆ H ₅ CH ₃	CAS 108-88-3	6
Dusičnan olovnatý	Pb(NO ₃) ₂	CAS 10099-74-8	8
37% Kyselina chlorovodíková	HCl	CAS 7647-01-0	9
Draslík	K	CAS 7440-09-7	10
Vodní sklo	36-38% vodný roztok Na ₂ SiO ₃	CAS 1344-09-8	11
Heptahydrát síranu zinečnatého	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	CAS 7446-20-0	11
Pentahydrát síranu měďnatého	CuSO ₄ ·5H ₂ O	CAS 7758-99-8	9, 11, 14, 16, 17, 23
Chlorid železitý	FeCl ₃	CAS 7705-08-0	11, 15
Hexahydrát síranu nikelnatého	NiSO ₄ ·6H ₂ O	CAS 7791-20-0	11

Hexahydrát dusičnanu kobaľnatého	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	CAS 10026-22-9	11
96% Koncentrovaná kyselina sírová	H_2SO_4	CAS 7664-93-9	12, 16, 19, 22, 25
Ethanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	CAS 64-17-5	12, 13, 18, 24
Sacharóza	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	CAS 57-50-1	13, 16
Hydrogenuhľičitan sodný	NaHCO_3	CAS 144-55-8	13, 19
Mléko			14
Fenol	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$	CAS 108-95-2	15
Resorcinol	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$	CAS 108-46-3	15
Pyrokatechol	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$	CAS 120-80-9	15
Hydrochinon	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$	CAS 123-31-9	15
Vinan sodno-draselný	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	CAS 6381-59-5	16
Chlorid sodný	NaCl	CAS 7647-14-5	17
Dihydrát chloridu barnatého	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CAS 10326-27-9	17
Dusičnan draselný	KNO_3	CAS 7757-79-1	17
Chlorid lithný	LiCl	CAS 7447-41-8	17
Chlorid vápenatý	CaCl_2	CAS 10043-52-4	17
25% Amoniak vodný roztok	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	CAS 1336-21-6	19
Citrónka			19
Sprite limonáda			19
85% Glycerol	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	CAS 56-81-5	21
Sířičitan sodný	Na_2SO_3	CAS 7757-83-7	22
Jodičnan sodný	NaIO_3	CAS 7681-55-2	22
Trihydrát ferrokyanidu draselného	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	CAS 13746-66-2	23
Thionin	$\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{ClN}_3\text{S}$	78338-22-4	25
Heptahydrát síranu železnatého	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	7782-63-0	25

2.2 Přehled použitých pomůcek

Hodinové sklíčko, plynový kahan, technické váhy, kádinka, destilační baňka, keramická síťka, držák na zkumavku, Erlenmeyerova baňka, zátka, odměrný válec, laboratorní lžička, filtrační papír, magnetická míchačka s možností ohřevu, špejle, nálevka, krystalizační miska, tác, pinzeta, filtrační kruh, laboratorní stojan, nerezová mísa, třecí miska s tloučkem, sirky, rozprašovač, U – trubice, kovové svorky, tuha, hřebík, vodiče – spojovací dráty, baterie (9 V), trojnožka, Pasteurova pipeta, skleněná tyčinka, křída, fix černý a hnědý, alobal, zavařovací sklenice, míchadlo, odměrná baňka, UV lampa, zdroj světla, vialky, fosforescenční prvek, větev jírovce maďalu, analytické váhy, stříčka s destilovanou vodou.

2.3 Zpracované karty k jednotlivým vybraným pokusům

Pokus č. 1 – MODRÁ BAŇKA (oxidace a redukce) / Obecná chemie



Časová náročnost:

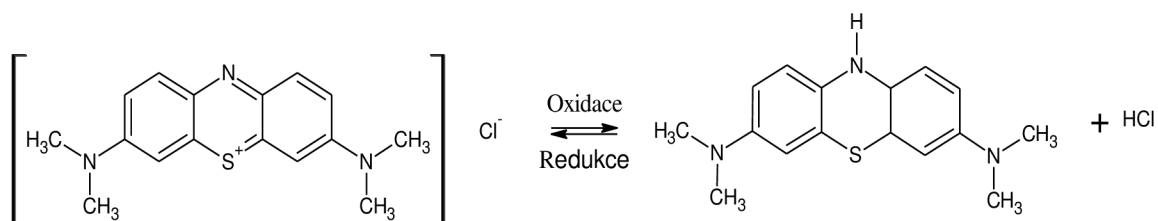
10 minut



Princip:

Při redoxních dějích probíhají vždy současně dvě dílčí reakce: oxidace a redukce. Oxidace je poloreakce, při které reaktant odevzdává elektrony a jeho oxidační číslo roste. Redukce je poloreakce, při které reaktant přijímá elektrony a jeho oxidační číslo klesá.

Oxidační činidlo je látka, která jiné látky oxiduje, ale sama podléhá redukcí. Redukční činidlo je látka, která jiné látky redukuje, ale sama podléhá oxidaci. V tomto pokusu je oxidačním činidlem kyslík a redukčním činidlem glukóza. Látka, která pak podléhá oxidaci a redukcí je methylenová modř. Oxidovaná forma této látky se vyznačuje tím, že je modrá a redukovaná forma je poté bezbarvá.



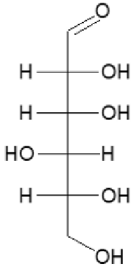
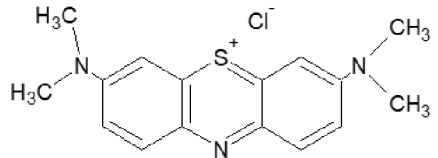
Obrázek 6 - Redukovaná a oxidovaná forma methylenové modři (zleva)

**Pomůcky:**

Erlenmeyerova baňka se zátkou (250 ml), 2x kádinka (25 ml a 100 ml), technické váhy, odměrný válec (100 ml), laboratorní lžička.

**Chemikálie:**

Hydroxid sodný (NaOH), glukóza (C₆H₁₂O₆), vodný roztok methylenové modři (C₁₆H₁₈N₃SCl).

D-Glukóza	Methylenová modř
	

**Bezpečnost:**

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Hydroxid sodný (s): žíravý (GHS05)

H věty: 1, 2 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (viz seznam H-P vět)

Methylenová modř (l): dráždivý (GHS07)

H věty: 3 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Hydroxid sodný (s)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Glukóza (s)	ANO	ANO – dozor
Methylenová modř (l)	ANO	ANO – dozor

**Pracovní postup:**

1. Do Erlenmeyerovy baňky nasypeme 3 g NaOH, který rozpustíme ve vodě.
2. Do roztoku následně přidáme 1,5 g glukózy a přikapneme pár kapek roztok methylenové modři.

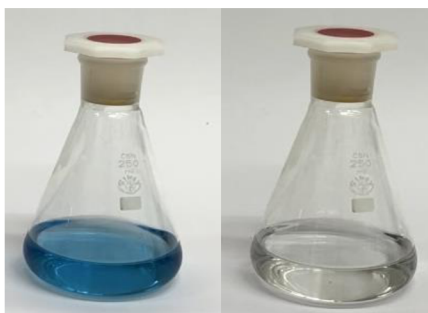
3. Erlenmeyerovu baňku uzavřeme zátkou a promícháme. Pozorujeme chování roztoku.
4. Po odbarvení roztoku baňku uchytíme a protřepeme, dokud nebude roztok opět modrý.
5. Pokus lze provádět tak dlouho, dokud se nevyčerpá kyslík nebo glukosa.

(28) (29)



Pozorování:

Při protřepání baňkou dochází k oxidaci methylenové modři s kyslíkem uvnitř baňky. Důsledkem toho je zmodrání roztoku. Pokud necháme baňku stát, dojde vlivem glukózy (redukuující cukr) k redukci methylenové modři. Ta se projeví odbarvením roztoku. Methylenová modř v tomto pokusu slouží jako redoxní indikátor.



Obrázek 7 - Oxidovaná forma (vlevo) a redukovaná forma (vpravo)



Otázky:

1. Co způsobuje zmodrání roztoku?
2. Proč se roztok následně odbarvil?
3. Jaký je rozdíl mezi oxidací a redukcí?



Časová náročnost:

5-10 minut



Princip:

Jako difuze se označuje proces samovolného pronikání částic jedné látky mezi částice látky druhé. Motorem difuze je rozdílná koncentrace. To znamená, že látky mají schopnost přecházet z prostředí o vyšší koncentraci do prostředí s nižší koncentrací. Difuze je děj spontánní a nevratný. Látka, která difunduje, se vždy rozptýlí do všech částí prostoru.



Pomůcky:

Odměrný válec (100ml), vystřižený čtverec filtračního papíru, laboratorní lžička, stříčka s destilovanou vodou.



Chemikálie:

Manganistan draselný (KMnO_4).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Manganistan draselný (s): oxidující (GHS03), dráždivý (GHS07), zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žravý (GHS05)

H věty: 2, 3, 4, 5a, 6, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 5, 7, 8 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Manganistan draselný (s)	ANO	ANO – dozor



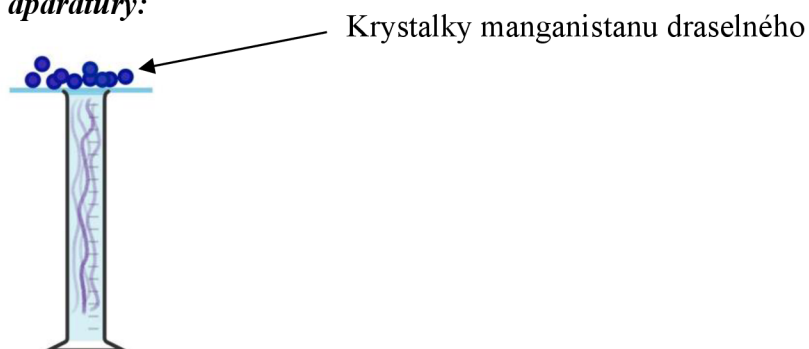
Pracovní postup:

1. Odměrný válec zcela naplníme vodou.
2. Na válec položíme filtrační papír, na který nasypeme několik krystalků manganistanu draselného.
3. Pozorujeme proces difuze.

(30)



Nákres aparatury:



Obrázek 8 - Nákres aparatury pro pokus difuze
(vytvořeno v programu chemix)



Pozorování:

Při rozpouštění manganistanu draselného dochází k prostupování částic přes filtrační papír a vzniká fialový roztok, který postupně klesá ke dnu až vyplní celý objem nádoby.



Obrázek 9 - Difuze manganistanu draselného



Otázky:

1. Co je to difuze?
2. Napiš sumární vzorec manganistanu draselného
3. Je difuze děj vratný či nevratný?



Časová náročnost:

15-20 minut



Princip:

Krystalizace je vylučování pevné fáze z roztoku. Při této fázové přeměně dochází k uspořádání částic do krystalové mřížky. Tuto metodu můžeme použít k čištění tuhých látek.

Trihydrát octanu sodného má teplotu tání 57 °C. Zahřátím nad tuto teplotu dochází k tání krystalů a k uvolňování vázané vody. Vzniká tedy přesycený roztok octanu sodného. Pokud se přesycený roztok zchladí na teplotu zhruba 15 °C, měl by sice přejít zpět do pevného stavu, ale zůstává stále kapalinou – tzv. podchlazenou kapalinou. Když tento přesycený, ochlazený roztok následně vystavíme kontaktu s krystalem octanu sodného, dochází ihned ke krystalizaci. Jako krystalizační centrum však nemusí být vždy krystal.



Pomůcky:

Magnetická míchačka s možností ohřevu, odměrný válec (10 ml), špejle, krystalizační miska, hodinové sklíčko, stříčka s destilovanou vodou, technické váhy.



Chemikálie:

Trihydrát octanu sodného ($\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Trihydrát octanu sodného (s)	ANO	ANO – dozor



Pracovní postup:

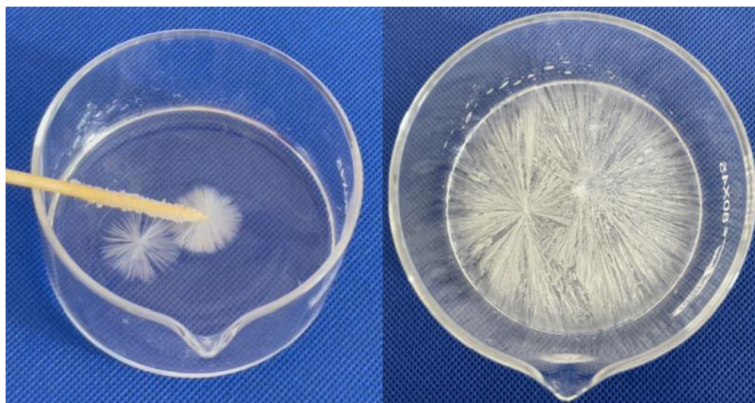
1. Do Erlenmeyerovy baňky nasypeme 15 g trihydrátu octanu sodného, který rozpustíme v 5 ml vody. Tato množství se mohou lišit, je však důležité dodržet poměr 3:1.
2. Baňku postavíme na vařič a necháme zahřívát do té doby, dokud nebudou rozpuštěny všechny krystalky.
3. Následně roztok přelijeme do krystalizační misky a necháme směs zchladnout.
4. Po vychladnutí do směsi přidáme špejli s pár krystalky trihydrátu octanu sodného.

(31)



Pozorování:

Při styku přesyceného roztoku s krystalem dochází ke krystalizaci. Když Petriho misku vezmeme do rukou, můžeme si povšimnout, že došlo k jejímu zahřátí během krystalizace, tudíž se jedná o děj exotermický.



Obrázek 10 – Krystalizace trihydrátu octanu sodného



Otázky:

1. Co to je krystalizace?
2. Při jaké teplotě taje trihydrát octanu sodného?
3. Kolik molekul H_2O je obsaženo v trihydrátu octanu sodného?



Časová náročnost:

10-15 minut



Princip:

Redukce je reakce, při které reaktant přijímá elektrony a jeho oxidační číslo klesá.

Redukční činidlo je látka, která jiné látky redukuje, ale sama se oxiduje.

V manganistanu draselném má mangan **oxidační číslo 7** a je redukován (snižuje se oxidační číslo) působením cukru (redukční činidlo) na manganan draselný (**oxidační číslo 6**) a následně na oxid manganičitý. Tyto oxidační stavy jsou charakteristické svým zbarvením, a proto lze postupnou redukcí pozorovat vizuálně.



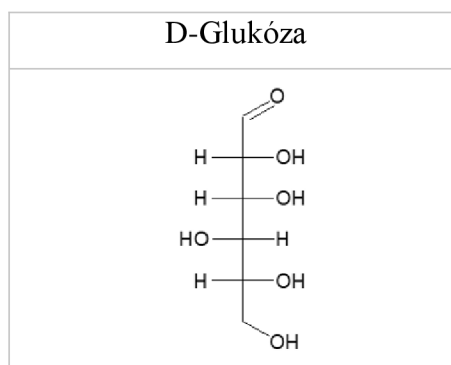
Pomůcky:

2x kádinka (300ml a 50ml), 2x odměrný válec (100 ml a 5 ml), magnetická míchačka, míchadlo, laboratorní lžička, technické váhy.



Chemikálie:

Glukóza ($C_6H_{12}O_6$), manganistan draselný ($KMnO_4$), hydroxid sodný ($NaOH$).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Hydroxid sodný (s): žíravý (GHS05)

H věty: 1, 2 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (viz seznam H-P vět)

Manganistan draselný (s): oxidující (GHS03), dráždivý (GHS07), zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žravý (GHS05)

H věty: 3, 2, 4, 5a, 6, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 3, 7, 8, 5, 2 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Hydroxid sodný (s)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Glukóza (s)	ANO	ANO – dozor
Manganistan draselný (s)	ANO	ANO – dozor



Pracovní postup:

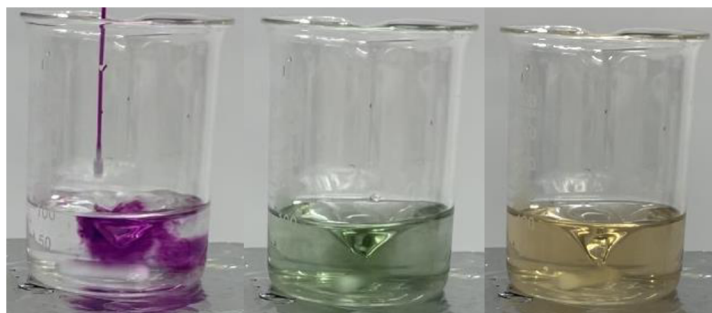
1. Ve větší kádince rozpustíme ve 100 ml destilované vody 0,15 g hydroxidu sodného a 1,5 g glukózy.
2. Do kádinky vložíme míchadlo a kádinku s roztokem položíme na magnetickou míchačku – zapneme míchání.
3. Do menší kádinky si připravíme roztok – pár krystalků manganistanu draselného v 5 ml destilované vody.
4. Menší množství tohoto roztoku přilijeme do větší kádinky.
5. Pozorujeme změnu zbarvení.

(32)



Pozorování:

Manganistan draselný má **fialové zbarvení**. Redukcí na mangan draselný přechází fialové zbarvení na **zelené zbarvení** až na oxid manganičitý, který má **žluto – hnědé zbarvení**.



Obrázek 11 - Manganistanový chameleon (postupně: manganistan draselný, mangan draselný a oxid manganičitý)



Otázky:

1. Zapište jednotlivé zbarvení pomocí oxidačních čísel manganu.
2. Jakou funkci má redukční činidlo?
3. Které redukční činidlo je zde využito?



Časová náročnost:

10-15 minut



Princip:

Při tomto chemickém pokusu dochází ke dvěma reakcím. K reakci peroxidu vodíku s jodidem draselným za vzniku jodu a hydroxidu draselného dle chemické rovnice: $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{KOH}$

Současně pak k rozkladu peroxidu vodíku za vývoje plynného kyslíku a tepla (exotermická reakce): $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Vzniklý jód můžeme dokázat škrobem, kdy se při styku těchto látek objeví modré zbarvení.



Pomůcky:

2x Kádinka (250ml a 100ml), laboratorní lžička, 2x odměrný válec (100ml a 50ml), táč, stříčka s destilovanou vodou, technické váhy.



Chemikálie:

Vodný roztok peroxidu vodíku, 35% (H_2O_2), jodid draselný (KI), bramborový škrob, saponát.



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

35% Peroxid vodíku (l): žravý (GHS05), dráždivý (GHS07),

H věty: 3, 8, 10, 11, 12 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 13, 14, 15 (viz seznam H-P vět)

Jodid draselný (s): zdraví škodlivý (GHS08)

H věty: 9 (viz seznam H-P vět)

P věty: 5, 9, 10, 11, 12 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Peroxid vodíku (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Jodid draselný (s)	ANO	ANO – dozor



Pracovní postup:

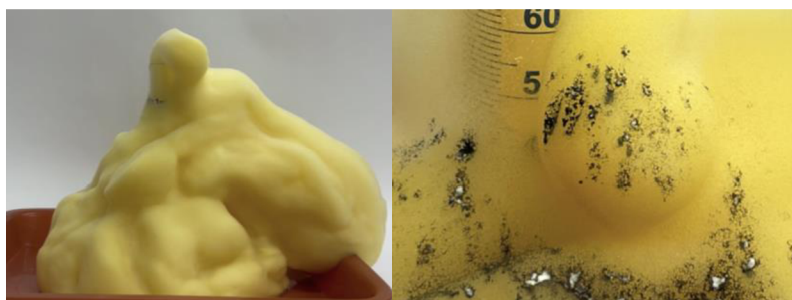
1. Do odměrného válce (100 ml) nalejeme zhruba 40 ml 35% peroxidu vodíku.
2. K tomuto objemu přidáme zhruba 10 ml saponátu a směs důkladně promícháme.
3. V menší kádince si nachystáme nasycený roztok jodidu draselného (v 7 ml destilované vody rozpustíme 10 g jodidu draselného).
4. Menší množství tohoto roztoku následně přilijeme ke směsi peroxidu vodíku a saponátu.
5. Pozorujeme průběh reakce.

(33)



Pozorování:

Produktem této reakce je žlutá pěna, která vzniká v důsledku uvolňujícího se kyslíku. Žluté zbarvení zapříčiňuje vzniklý jód. V okolí pěny lze pocíťovat uvolňující se teplo – exotermická reakce.



Obrázek 12 - Sloní zubní pasta a důkaz vzniklého jodu škrobem



Otázky:

1. Čím dokážeme vzniklý jód?
2. Napiš rovnici rozkladu peroxidu vodíku.
3. Jedná se o exotermickou reakci nebo endotermickou, vysvětli.



Časová náročnost:

5-10 minut



Princip:

V odměrném válci se nachází toluen s vodou. Tyto kapaliny se nesmísí z důvodu rozdílné hustoty. Dalším rozdílem mezi těmito dvěma rozpouštědly je fakt, že toluen je nepolární rozpouštědlo a voda polární. Sodík nereaguje s toluenem, ale reaguje, až když spadne k rozhraní s vodou. Probíhá následující reakce: $2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{ NaOH}$. Unikající vodík nadlehčuje kousek sodíku zpět k hladině toluenu. Tam se vodík uvolní do vzduchu a sodík zpět klesá k rozhraní, protože už jej nemá co nadlehčovat. Hydroxid sodný je možné dokázat přítomností acidobazického indikátoru fenolftaleinu ve vodě – růžové zbarvení.



Pomůcky:

Pinzeta, 2x odměrný válec (1x 50 ml a 1x 100 ml), stříčka s destilovanou vodou.



Chemikálie:

Sodík (Na), 1% ethanolový roztok fenolftaleinu ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$), toluen ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$).

Fenolftalein	Toluen



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Sodík (s): hořlavý (GHS02), žíravý (GHS05)

H věty: 2, 13, 33 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 5, 16, 17 (viz seznam H-P vět)

Ethanolový roztok fenolftaleinu, 1% (l): hořlavý (GHS02), dráždivý (GHS07), zdraví škodlivý (GHS08)

H věty: 14, 15, 16, 17 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 8, 18, 19, 20, 21 (viz seznam H-P vět)

Toluen (l): hořlavý (GHS02), zdraví škodlivý (GHS08), dráždivý (GHS07)

H věty: 5a, 6, 10, 12, 18, 19, 20 (viz seznam H-P vět)

P věty: 18, 8, 7, 22, 3, 23, 24 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Sodík (s)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
1% roztok fenolftaleinu (l)	NE	ANO – přímý dohled
Toluen (l)	NE	ANO – dozor



Pracovní postup:

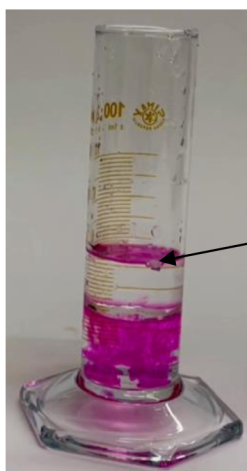
1. Odměrný válec (100 ml) naplníme do $\frac{1}{4}$ destilovanou vodou.
2. Přidáme 3-5 kapek 1% ethanolového roztoku acidobazického indikátoru fenolftaleinu a promícháme.
3. Do odměrného válce následně přidáme toluen, a to ve stejném množství jako je vody.
4. Na závěr do směsi pomocí pinzety vhodíme kousek sodíku.
5. Pozorujeme reakci.

(12) (34)



Pozorování:

Po vhození sodíku do válce s toluenem a vodou dochází k reakci sodíku pouze s vodou. Bublinky vodíku, které vznikají právě touto reakcí, nadlehčují sodík k hladině. Sodík u hladiny bublinky ztratí a klesá zpět k rozhraní. Voda, ve které byl přídavek roztoku fenolftaleinu, zružověla díky vznikajícímu NaOH.



Sodík

Obrázek 13 - chemické JOJO



Otázky:

1. Proč se rozpouštědla nasmíchala a vytvořila mezi sebou rozhraní?
2. Jaké bylo pH vody po jejím zružovění?
3. Které z uvedených rozpouštědel je nepolární?



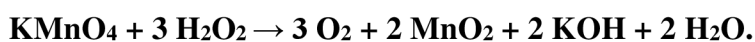
Časová náročnost:

5-10 minut



Princip:

Při tomto pokusu dochází k exotermické reakci:



Manganistan draselný už se nemá kam oxidovat, tudíž se redukuje na oxid manganičitý (burel). Peroxid vodíku se oxiduje na kyslík a vodu.



Pomůcky:

Erlenmeyerova baňka (250ml), kádinka (50ml), odměrný válec (100 ml), laboratorní lžička, stříčku s destilovanou vodou.



Chemikálie:

35% peroxid vodíku (H₂O₂), manganistan draselný (KMnO₄)



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

35% Peroxid vodíku (l): žíravý (GHS05), dráždivý (GHS07),

H věty: 3, 8, 10, 11, 12 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 13, 14, 15 (viz seznam H-P vět)

Manganistan draselný (s): oxidující (GHS03), dráždivý (GHS07), zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žíravý (GHS05)

H věty: 3, 2, 4, 5a, 6, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 3, 7, 8, 5, 2 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Peroxid vodíku (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Manganistan draselný (s)	ANO	ANO – dozor



Pracovní postup:

1. Do Erlenmeyerovy baňky přidáme 10 ml destilované vody a 10 ml peroxidu vodíku a celou směs řádně promícháme.
2. Následně do Erlenmeyerovy baňky přidáme čtvrt lžičky manganistanu draselného. (Stačí i menší množství, pokud bude manganistanu více, dochází k prskání ven z baňky)
3. Pozorujeme reakci.

(35)



Pozorování:

Reakce je velmi prudká. Uvolňuje se velké množství páry – efekt ducha. Protože je reakce exotermická, došlo k ohřevu baňky.



Obrázek 14 - Duch v baňce



Otázky:

1. Jsou reaktanty oxidačními nebo redukčními činidly?
2. Napiš chemickou rovnici probíhající reakce + vyčíslí.
3. Napiš sumární vzorec burelu.



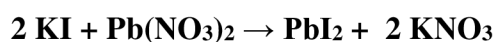
Časová náročnost:

30 minut



Princip:

Jodid draselný a dusičnan olovnatý spolu reagují následovně:



Stěžejní vlastností je zde reakční teplota. Na ní totiž závisí rozpustnost jodidu olovnatého. Pokud reakce probíhá za nižších teplot – jodid olovnatý není rozpustný (vzniká žlutá sraženina). Když reakce naopak probíhá za teplot vyšších – jodid olovnatý je rozpustný (nevzniká žlutá sraženina), ale po prudkém ochlazení se začne jodid olovnatý z roztoku vylučovat ve formě zlatavých krystalků.



Pomůcky:

3x kádinka (150 ml), Magnetická míchačka s možností ohřevu, Erlenmeyerova baňka (250 ml), zátka, laboratorní lžička, filtrační kruh, filtrační papír, nálevka, stojan laboratorní, svorka, technické váhy, stříčka s destilovanou vodou.



Chemikálie:

Dusičnan olovnatý ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$), jodid draselný (KI).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Dusičnan olovnatý (s): dráždivý (GHS07), zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žíravý (GHS05)

H věty: 7, 8, 9, 21, 22, 23, 24a, (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 14, 21, 25 (viz seznam H-P vět)

Jodid draselný (s): zdraví škodlivý (GHS08)

H věty: 9 (viz seznam H-P vět)

P věty: 5, 9, 10, 11, 12 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Dusičnan olovnatý (s)	NE	ANO – přímý dohled
Jodid draselný (s)	ANO	ANO – dozor



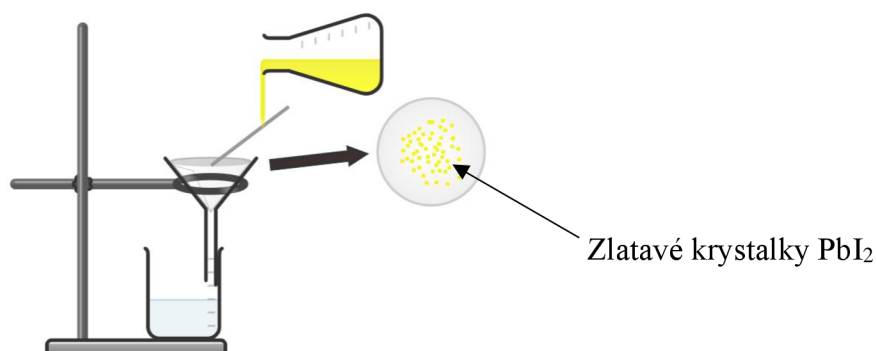
Pracovní postup:

1. V kádince rozpustíme 0,3 g dusičnanu olovnatého ve 100 ml destilované vody.
2. Ve druhé kádince rozpustíme 0,3 g jodidu draselné ve 100 ml destilované vody.
3. Oba tyto roztoky zahřejeme k varu a následně je za horka slejeme do Erlenmeyerovy baňky.
4. Erlenmeyerovu baňku poté dáme pod proud studené vody.
5. Prudkým ochlazením se začnou vylučovat zlatavé krystalky jodidu olovnatého.
6. Zlatavé krystalky můžeme filtrací oddělit.

(36) (34)



Nákres aparatury:

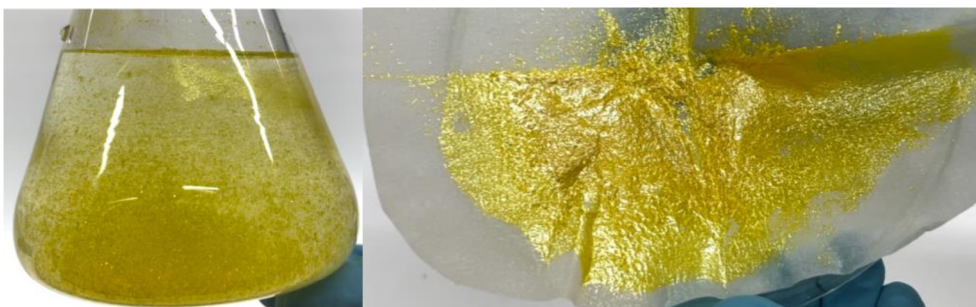


Obrázek 15 - Aparatura pro filtraci a detail krystalků PbI_2 na filtračním papíru



Pozorování:

Při slítí roztoků za horka sraženina nevznikla, protože jodid olovnatý je za horka rozpustný. Prudkým ochlazením Erlenmeyerovy baňky se směsí byly získány zlatavé krystalky jodidu olovnatého, které byly přefiltrovány.



Obrázek 16 - zlatý déšť (vlevo) a přefiltrované krystalky (vpravo)



Otázky:

1. Proč při slítí roztoků nevznikla sraženina?
2. Jak se jmenuje operace, pomocí které se pevná složka oddělí od kapalné?
3. Napiš chemickou rovnici reakce jodidu draselného s dusičnanem olovnatým + vyčíslí.



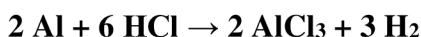
Časová náročnost:

10 minut



Princip:

Vodík tvoří se vzduchem výbušnou směs. V tomto pokusu bude připraven dle následující rovnice:



V reakční směsi bude navíc i $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Při nalití kyseliny chlorovodíkové do roztoku modré skalice nastane změna zbarvení z modré na zelenou příčinou vzniku chloridu měďnatého ve směsi. Pokud se pak vznikající vodík zapálí, zažehne modrým plamen, který doprovází charakteristické štěknutí. Unikající vodík totiž s sebou unáší částičky modré skalice a ta plamen barví do modra.



Pomůcky:

Odměrný válec (100 ml), špejle, laboratorní lžička, sirky, alobal, Erlenmeyerova baňka (250 ml), stříčka s destilovanou vodou.



Chemikálie:

Kyselina chlorovodíková 37% (HCl), pentahydrát síranu měďnatého ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Pentahydrát síranu měďnatého (s): dráždivý (GHS07), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žravý (GHS05)

H věty: 3, 8, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 9, 14, 26 (viz seznam H-P vět)

Kyselina chlorovodíková, 37% (l): žravý (GHS05), dráždivý (GHS07)

H věty: 1, 2, 11 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 13, 32 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Pentahydrát síranu měďnatého (s)	ANO	ANO – dozor
Kyselina chlorovodíková (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – přímý dohled



Pracovní postup:

1. Do Erlenmeyerovy baňky nalejeme 100 ml destilované vody a přidáme 3 vrchovaté lžičky $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a rozpustíme.
2. Následně přidáme 50 ml HCl , která je ředěná vodou v poměru 1:1.
3. Do směsi vhodíme pár kuliček alobalu.
4. Uvolňující vodík zapálíme pomocí hořící špejle.
5. Pozorujeme děj.



Pozorování:

Po slítí kyseliny chlorovodíkové k roztoku modré skalice došlo k zezelenání roztoku. Po zapálení unikajícího vodíku pomocí špejle se ozvalo štěknutí a plamen hořícího vodíku byl zbarven do modra. Hrdlo baňky se orosilo z důvodu vznikající vody.



Obrázek 17 - Vznikající modrý plamen



Otázky:

1. Jaký kov by se dal použít místo hliníku?
2. Napiš rovnici reakce hliníku s HCl .
3. Proč došlo k orosení baňky?



Časová náročnost:

10 minut



Princip:

Sodík a draslík jsou jedni z nejznámějších zástupitelů skupiny alkalických kovů. Tyto kovy mají podobné vlastnosti např. že jsou měkké a dají se krájet nožem, v místě řezu mají kovový vzhled a velmi ochotně reagují s vodou. Proto se musí uchovávat v petroleji nebo parafínovém oleji. S vodou reagují dle následující rovnice: $2 X + 2 H_2O \rightarrow 2 XOH + H_2$ ($X = Na, K$).

Průběh reakce je velice prudký a bouřlivý. Reakce se označuje za exotermickou – uvolňuje se během ní velké množství tepla. Vznikající hydroxid daného kovu je možné ve vodě dokázat různými acidobazickými indikátory, jako třeba fenolftaleinem (růžové zbarvení) nebo thymolftaleinem (modré zbarvení).



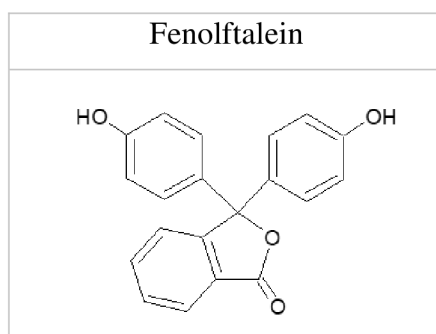
Pomůcky:

2x kádinka (600 ml), pinzeta, laboratorní špachtle, Pasteurova pipeta.



Chemikálie:

Draslík (K), sodík (Na), 1% ethanolový roztok fenolftaleinu ($C_{20}H_{14}O_4$).



Bezpečnost:

Sodík (s): hořlavý (GHS02), žíravý (GHS05)

H věty: 2, 13, 33 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 5, 16, 17 (viz seznam H-P vět)

Draslík (s): žíravý (GHS05)

H věty: 2, 13, 33 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 5, 16, 17 (viz seznam H-P vět)

Ethanolový roztok fenolftaleinu, 1% (I): hořlavý (GHS02), dráždivý (GHS07), zdraví škodlivý (GHS08)

H věty: 14, 15, 16, 17 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 8, 18, 19, 20, 21 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Draslík (s)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Sodík (s)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Roztok fenolftaleinu (I)	NE	ANO – přímý dohled



Pracovní postup:

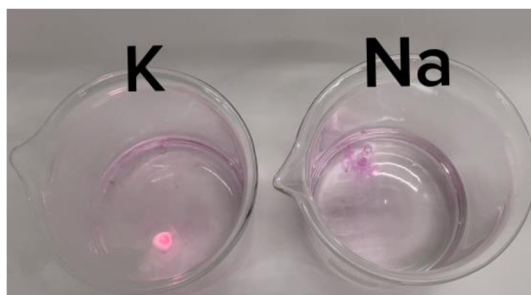
1. Obě kádinky naplníme zhruba do 1/4 destilovanou vodou.
2. Do obou kádinek následně přidáme zhruba 5 kapek roztoku fenolftaleinu a promícháme.
3. Pomocí laboratorní špachtle si ulomíme kousek draslíku a sodíku (velikost zhruba jako semeno čočky).
4. Ulomený kousek pomocí pinzety vhodíme opatrně do vody.
5. Pozorujeme reakci.

(37) (30)



Pozorování:

Reakce obou kovů s vodou byla doprovázena vyvíjením plynného vodíku. Díky zružovění roztoku byla dokázána přítomnost hydroxidu. Během reakce draslíku s vodou došlo i k uvolňování světla.



Obrázek 18 - Reakce kovů s vodou



Otázky:

1. Proč se draslík se sodíkem nemohou uchovávat ve vodě?
2. Vyjmenujte prvky spadající do skupiny alkalických kovů.
3. Jaké zbarvení má fenolftalein v zásaditém prostředí?



Časová náročnost:

15 minut (růst krystalů několik hodin)



Princip:

Křemičitan sodný neboli jeho vodný roztok (vodní sklo) tvoří reakcí se solemi daných kovů křemičitany těchto kovů, které jsou nerozpustné a různobarevné.

Příklad reakce: $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuSiO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Jelikož jsou vzniklé křemičitany nerozpustné, je dobré tento pokus provádět například v zavařovací sklenici, která se poté patřičně zlikviduje. Tímto se zabrání znehodnocení laboratorního skla.



Pomůcky:

Odměrný válec (100 ml), zavařovací sklenice, laboratorní špachtle, stříčka s destilovanou vodou.



Chemikálie:

Vodní sklo (36-38% vodný roztok křemičitanu sodného, Na_2SiO_3), heptahydrát síranu zinečnatého ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), pentahydrát síranu měďnatého ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), chlorid železitý (FeCl_3), hexahydrát síranu nikelnatého ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), hexahydrát dusičnanu kobaltnatého ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Pentahydrát síranu měďnatého (s): dráždivý (GHS07), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žravý (GHS05)

H věty: 3, 8, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 9, 14, 26 (viz seznam H-P vět)

Heptahydrát síranu zinečnatého (s): hořlavý (GHS02), žravý (GHS05), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09)

H věty: 3, 8, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 9, 10, 14 (viz seznam H-P vět)

Chlorid železitý (s): dráždivý (GHS07), žravý (GHS05)

H věty: 1, 3, 8, 10, 22 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 4, 13, 14, 15 (viz seznam H-P vět)

Hexahydrát síranu nikelnatého (s): zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), dráždivý (GHS07),

H věty: 3, 7, 9, 10, 16, 17a, 22, 24b, 26 (viz seznam H-P vět)

P věty: 2, 7, 14, 15, 18, 21 (viz seznam H-P vět)

Hexahydrát dusičnanu kobaltnatého (s): dráždivý (GHS07), žravý (GHS05), oxidující (GHS03), zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09)

H věty: 3, 4, 6, 7, 8, 16, 17, 22, 24, 26 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 8, 14, 21 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Heptahydrát síranu zinečnatého (s)	ANO	ANO – dozor
Pentahydrát síranu měďnatého (s)	ANO	ANO – dozor
Chlorid železitý (s)	ANO	ANO – dozor
Hexahydrát síranu nikelnatého (s)	NE	ANO – přímý dohled
Hexahydrát dusičnanu kobaltnatého (s)	NE	ANO – přímý dohled



Pracovní postup:

1. Zavařovací sklenici naplníme zhruba do 2/3 roztokem vodního skla, který je ředěný vodou v poměru 1:3.
2. Pomocí pinzety nebo špachtle vhodíme do sklenice pár krystalů každé z používaných solí.
3. Růst krystalů je časově docela náročný, a proto je vhodné pozorovat výsledek až druhý den (případně po několika hodinách).

(26) (38)



Pozorování:

Došlo k nárůstu barevných krystalů. Krystaly jsou křehké ale nerozpustné.



Obrázek 19 - Chemikova zahrádka



Otázky:

1. Jakou barvu měly vzniklé krystaly CoSiO_3 ? Lišily se od krystalů použité soli?
2. Napište reakci chloridu železitého s křemičitanem sodným a vyčíslete.
3. Jaké je průmyslové využití vodního skla?



Časová náročnost:

10-15 minut

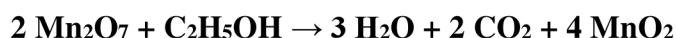


Princip:

Reakcí manganistanu draselného a kyseliny sírové vzniká oxid manganistý, který má oxidační vlastnosti.



Ve směsi oxiduje právě přítomný ethanol, přičemž se uvolňuje velké množství tepla, které je příčinou zajiskření.



Pomůcky:

Kádinka (min. 500 ml, vyšší lepší), zkumavka, laboratorní stojan, svorky.



Chemikálie:

Koncentrovaná kyselina sírová, 96% (H_2SO_4), ethanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), manganistan draselný (KMnO_4).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Kyselina sírová (96%) (I): žíravý (GHS05)

H věty: 1, 2 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 6, 27 (viz seznam H-P vět)

Ethanol (I): hořlavý (GHS02), dráždivý (GHS07),

H věty: 15, 18 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 8, 19, 20, 28, 29 (viz seznam H-P vět)

Manganistan draselný (s): oxidující (GHS03), dráždivý (GHS07), zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žíravý (GHS05)

H věty: 2, 3, 4, 5a, 6, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 5, 7, 8 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
96% Kyselina sírová (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Manganistan draselný (s)	ANO	ANO – dozor
Ethanol (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor



Pracovní postup:

1. Do zkumavky nalejeme 4 ml koncentrované kyseliny sírové (objem se odvíjí od velikosti zkumavky).
2. Kyselinu převrstvíme 4 ml ethanolu tak, aby se kapaliny nepromíchaly (aby mezi nimi zůstalo rozhraní) a stěny zkumavky zůstaly suché.
3. Zkumavku upevníme na stojan tak, aby byla buď ponořena do kádinky se studenou vodou, nebo visela nad mísou s pískem.
4. Nakonec do zkumavky vhodíme pár krystalků KMnO_4 .
5. Pozorujeme děj.

(36)



Pozorování:

Na rozhraní mezi ethanolem a kyselinou sírovou došlo k objevu jisker, které byli způsobeny oxidací ethanolu, během které se uvolňuje velké množství tepla.



Obrázek 20 - Efekt blesku



Otázky:

1. Proč musela být zkumavka chlazená nebo stát nad pískem?
2. Napiš vzorec oxidu manganistého.
3. Na jaké produkty se ethanol oxiduje?



Časová náročnost:

20-30 minut



Princip:

Hořící sacharóza, kde hoření podporuje ethanol, karamelizuje a postupně uhelnatí: $C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12 C + 11 H_2O$. Při hoření se zároveň hydrogenuhličitan sodný (jedlá soda) rozkládá na oxid uhličitý, uhličitan sodný a vodu dle následující rovnice: $2 NaHCO_3 \rightarrow CO_2 + Na_2CO_3 + H_2O$. Vznikající oxid uhličitý napěňuje zuhelnatělý cukr a tím vzniká tělo hada. Popel zde hraje roli katalyzátoru.



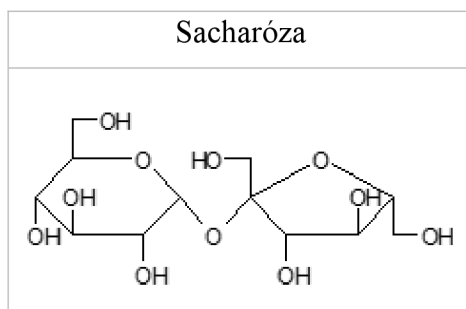
Pomůcky:

Nerezová mísa, třecí miska s tloučkem, sirky, laboratorní lžička, popel, technické váhy.



Chemikálie:

Sacharóza ($C_{12}H_{22}O_{11}$), ethanol (C_2H_6O), hydrogenuhličitan sodný ($NaHCO_3$).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Ethanol (I): hořlavý (GHS02), dráždivý (GHS07),

H věty: 15, 18 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 8, 19, 20, 28, 29 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Sacharóza (s)	ANO	ANO – dozor
Ethanol (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Hydrogenuhlíčan sodný (s)	ANO	ANO – dozor



Pracovní postup:

1. Třetinu mísy naplníme popelem a doprostřed uděláme důlek.
2. Důlek následně navlhčíme ethanolem.
3. V třecí misce rozetřeme 6 g sacharózy a 1 g hydrogenuhlíčitanu sodného a tuto směs nasypeme do důlku.
4. Celou směs i oblast kolem ní opět navlhčíme ethanolem.
5. Nyní už pomocí sirky zapálíme ethanol a pozorujeme děj.

(34)



Pozorování:

Tepelným rozkladem sacharózy a hydrogenuhlíčitanu sodného dochází k vytváření a růstu křehkých a pěnovitých útvarů, které připomínají hady.



Obrázek 21 - Vzniklé tělo hada



Otázky:

1. Co je to katalyzátor a co ho představuje v tomto pokusu?
2. Z jakých monosacharidů se skládá disacharid sacharóza?
3. Na jaké produkty se při hoření rozkládá hydrogenuhlíčan sodný?



Časová náročnost:

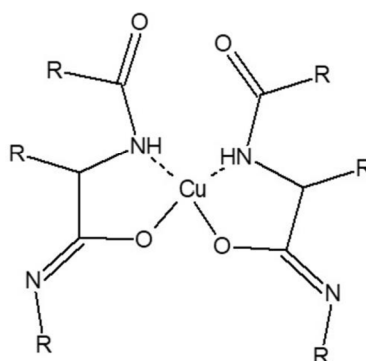
10 minut



Princip:

Proteiny neboli bílkoviny jsou charakteristické obsahem peptidových vazeb ve své struktuře (-CO-NH-). Jednou z reakcí, která se využívá k důkazu bílkovin nebo obecně látek, které obsahují právě peptidovou vazbu, je Biuretová reakce. Mechanismem této reakce je tvorba Cu^{+2} komplexu s peptidovou vazbou (viz Obrázek 15). Zalkalizováním vzorku dojde k tvorbě enolformy z peptidové vazby, která se podílí na tvorbě komplexu. Zdrojem měďnatých iontů je $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Vzniklý komplex má charakteristické zbarvení, jehož intenzita se mění v závislosti na koncentraci bílkovin.

Reakce však není specifická pouze pro sloučeniny obsahující peptidové vazby, ale probíhá také u látek s amidovými skupinami (-CO-NH₂).



Obrázek 22 - Náznak struktury vznikajícího barevného komplexu (vytvořeno v programu ChemSketch)



Pomůcky:

Laboratorní stojan, svorka, držák na zkumavku, zkumavka, 3x Pasteurova pipeta, zátka.



Chemikálie:

Hydroxid sodný (NaOH), pentahydrát síranu měďnatého ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), mléko.

**Bezpečnost:**

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Hydroxid sodný (s): žíravý (GHS05)

H věty: 1, 2 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (viz seznam H-P vět)

Pentahydrát síranu měďnatého (s): dráždivý (GHS07), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žíravý (GHS05)

H věty: 3, 8, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 9, 14, 26 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Hydroxid sodný (s)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Pentahydrát síranu měďnatého (s)	ANO	ANO – dozor

**Pracovní postup:**

1. Do zkumavky, která je umístěná v držáku, nalejeme zhruba 4 ml mléka.
2. Dále přidáme 2 ml 10% roztoku NaOH.
3. Nakonec přikápneme 5-10 kapek 5% roztoku $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
4. Obsah ve zkumavce zazátkujeme a promícháme.
5. Pozorujeme změnu zbarvení.

(39)

**Pozorování:**

Po protřepání došlo ke zfialovění obsahu. Potvrdila se přítomnost bílkovin v mléce.



Obrázek 23 - Výsledný barevný komplex



Otázky:

1. Jak se nazývá hlavní mléčný protein?
2. Naznač peptidovou vazbu.
3. Jaký název nese proběhlá reakce důkazu bílkovin?



Časová náročnost:

10 minut



Princip:

Jako fenoly označujeme takové organické sloučeniny, které mají na aromatickém jádře navázanou jednu nebo více hydroxylových funkčních skupin (-OH). Neřadí se do skupiny alkoholů, a proto mají také odlišné vlastnosti. Mají kyselější charakter a některé se využívají při výrobě dezinfekčních prostředků.

Reaktivitu fenolů ovlivňuje počet -OH skupin a aromatický charakter. Roztoky různých fenolů poskytují s chloridem železitým různobarevné komplexy. Barevného rozlišení lze využít právě k identifikaci těchto látek. Reakce s FeCl_3 však není pro fenoly specifická, podléhají jí i např. aldehydy a karboxylové kyseliny.



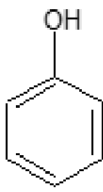
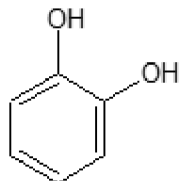
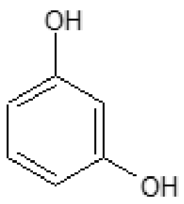
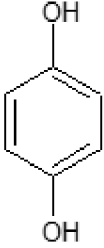
Pomůcky:

Stojan na zkumavky, 4x zkumavka, stříčka s destilovanou vodou, Pasteurova pipeta, kádinka (100 ml).



Chemikálie:

Fenol, resorcinol 98%, pyrokatechol, hydrochinon, chlorid železitý (FeCl_3).

Fenol	Pyrokatechol	Resorcinol	Hydrochinon
			



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Fenol (s): žíravý (GHS05), toxický (GHS06), zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09)

H věty: 2, 6, 16, 27, 28 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 5, 6, 7 (viz seznam H-P vět)

Resorciol (s): žíravý (GHS05), zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), dráždivý (GHS07)

H věty: 3, 7, 8, 10, 22, 29, 30 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 14, 15, 30 (viz seznam H-P vět)

Pyrokatechol (s): žíravý (GHS05), toxický (GHS06), zdraví škodlivý (GHS08)

H věty: 8, 10, 16, 17, 22, 25 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 13, 18, 22, 31 (viz seznam H-P vět)

Hydrochinon (s): žíravý (GHS05), toxický (GHS06), zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09)

H věty: 3, 7, 8, 16, 22, 23 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 14, 15, 21 (viz seznam H-P vět)

Chlorid železitý (s): dráždivý (GHS07), žíravý (GHS05)

H věty: 1, 3, 8, 10, 22 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 4, 13, 14, 15 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Fenol (s)	NE	ANO – přímý dozor
Resorcinol (s)	NE	ANO – dozor
Pyrokatechol (s)	NE	ANO – dozor
Hydrochinon (s)	NE	ANO – dozor
Chlorid železitý (s)	ANO	ANO – dozor



Pracovní postup:

1. Do čtyř zkumavek, umístěných ve stojanu na zkumavky, nalejeme zhruba 5 ml destilované vody.
2. V následujícím pořadí vhodíme do zkumavek krystal daného fenolu: 1 – fenol, 2 – resorcinol, 3 – pyrokatechol a 4 – hydrochinon.
3. Rozpustíme promícháním.
4. Nakonec přidáme ke každému vzorku pár kapek 5% roztoku FeCl_3 .
5. Pozorujeme změnu zbarvení.

(39) (40)



Pozorování:

Po přidání roztoku FeCl_3 došlo k následujícím zbarvením:

Látka	Zbarvení po přidavku FeCl_3
Fenol	Fialová
Resorcinol	Tmavě fialová
Pyrokatechol	Tmavě zelená
Hydrochinon	Žlutá



Obrázek 24 - Výsledná zbarvení fenolů



Otázky:

1. Která z těchto látek je kyslejší? Methanol nebo Fenol?
2. Napiš sumární vzorec pro hydrochinon. Platí tento vzorec i pro nějaké další využití fenoly? Jak potom tyto látky označujeme?
3. Nakresli strukturní vzorec pro pyrokatechol. V jaké poloze jsou vůči sobě $-\text{OH}$ skupiny?



Časová náročnost:

15-20 minut



Princip:

Cukry neboli sacharidy se rozdělují na monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy. Mezi oligosacharidy se řadí např. sacharóza (disacharid), která se skládá ze dvou monosacharidů – glukózy a fruktózy. Pokud má sacharid volnou karbonylovou skupinu (aldehydickou či ketonickou), pak jej lze označit za sacharid redukující – má redukující vlastnosti. Naopak když není karbonylová skupina volná, tak se jedná o sacharid neredukující.

Pro dokázání redukujících sacharidů slouží např. Fehlingův test. Využívá se zde dvou roztoků – Fehling I (roztok pentahydrátu síranu měďnatého) a Fehling II (roztok vinanu sodno-draselného a hydroxidu sodného). Pokud ve vzorku bude neredukující sacharid, nenastane po zahřátí žádná změna. Pakliže bude ve vzorku sacharid redukující, po zahřátí dojde ke vzniku oranžovo-červeného oxidu měďného redukcí měďnatého komplexu.



Pomůcky:

Magnetická míchačka s možností ohřevu, 4x kádinka (1x 250 ml a 3x 25 ml), 2x zkumavka, stojan na zkumavky, odměrný válec (10 ml) a 2x Pasteurova pipeta.



Chemikálie:

Sacharóza ($C_{12}H_{22}O_{11}$), hydroxid sodný (NaOH), koncentrovaná kyselina sírová, 96% (H_2SO_4), Fehling I (roztok $CuSO_4 \cdot 5H_2O$), Fehling II (roztok NaOH a $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Hydroxid sodný (s): žíravý (GHS05)

H věty: 1, 2 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (viz seznam H-P vět)

Kyselina sírová (96%) (I): žravý (GHS05)

H věty: 1, 2 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 6, 27 (viz seznam H-P vět)

Pentahydrát síranu měďnatého (s): dráždivý (GHS07), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žravý (GHS05)

H věty: 3, 8, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 9, 14, 26 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Hydroxid sodný (s)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
96% Kyselina sírová (I)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Pentahydrát síranu měďnatého (s)	ANO	ANO – dozor



Pracovní postup:

1. Do dvou zkumavek nalejeme zhruba 2 ml 10% roztoku sacharózy.
2. Učitel studentům připraví Fehlingovo činidlo I a II.
3. Do první zkumavky nalejeme 1 ml roztoku Fehling I a 1 ml roztoku Fehling II.
4. Do druhé přidáme zhruba 0,5 ml 10% kyseliny sírové.
5. Obě zkumavky zahřejeme ve vodní lázni.
6. Po krátkém povaření přidáme do druhé zkumavky cca 1 ml 10% roztoku hydroxidu sodného pro zneutralizování.
7. Následně přidáme 1 ml roztoku Fehling I a 1 ml roztoku Fehling II a zahřejeme ve vodní lázni.
8. Pozorujeme změny.

(41) (42)



Pozorování:

Sacharóza nepatří mezi redukující cukry, a tak roztok zůstal modrý. Po přidavku kyseliny sírové do roztoku došlo k hydrolyze (rozkladu) sacharózy na monosacharidy glukózu a fruktózu. Tyhle cukry se značí jako redukující, a proto došlo k redukci měďnatého komplexu na oxid měďný. Z modrého roztoku se stal oranžovo-červený.



Obrázek 25 - Výsledný důkaz redukujících cukrů



Otázky:

1. Z jakých monosacharidů se skládá sacharóza?
2. Proč ve druhé zkumavce došlo ke vzniku Cu_2O a v první zkumavce tomu tak nebylo?
3. Nakresli strukturu sacharózy v Haworthově projekci.



Časová náročnost:

15-20 minut



Princip:

Zkouška v plamenu je pokus, který je založen na dodání energie zkoumanému vzorku. Dodaná energie způsobí excitaci elektronů, excitované elektrony se následně vracejí zpět na své energetické hladiny a rozdíl energie mezi excitovaným a základním stavem je vyzářen ve formě záření. Jednotlivé prvky vyzařují světlo o různých vlnových délkách (různé zbarvení plamene). Tohoto principu se využívá v přesných analytických metodách – AES a AAS nebo v kvalitativní analýze. AES – atomová emisní spektrometrie, AAS – atomová absorpční spektrometrie.



Pomůcky:

6x rozprašovač, sirky, plynový kahan.



Chemikálie:

Pentahydrát síranu měďnatého ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), chlorid sodný (NaCl), dihydrát chloridu barnatého ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), dusičnan draselný (KNO_3), chlorid lithný (LiCl), chlorid vápenatý (CaCl_2).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Pentahydrát síranu měďnatého (s): dráždivý (GHS07), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žíravý (GHS05)

H věty: 3, 8, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 9, 14, 26 (viz seznam H-P vět)

Dihydrát chloridu barnatého (s): toxický (GHS06)

H věty: 15, 31, 32 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 9, 13, 22, 25 (viz seznam H-P vět)

Dusičnan draselný (s): oxidující (GHS03)

H věty: 4 (viz seznam H-P vět)

P věty: 2, 8, 12, 13, 34 (viz seznam H-P vět)

Chlorid lithný (s): dráždivý (GHS07)

H věty: 3, 10, 15 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 9, 10, 14, 15 (viz seznam H-P vět)

Chlorid vápenatý (s): dráždivý (GHS07)

H věty: 15 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 9, 35 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Pentahydrát síranu měďnatého (s)	ANO	ANO – dozor
Chlorid sodný (s)	ANO	ANO – dozor
Dihydrát chloridu barnatého (s)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Dusičnan draselný (s)	ANO	ANO – dozor
Chlorid lithný (s)	ANO	ANO – dozor
Chlorid vápenatý (s)	ANO	ANO – dozor



Pracovní postup:

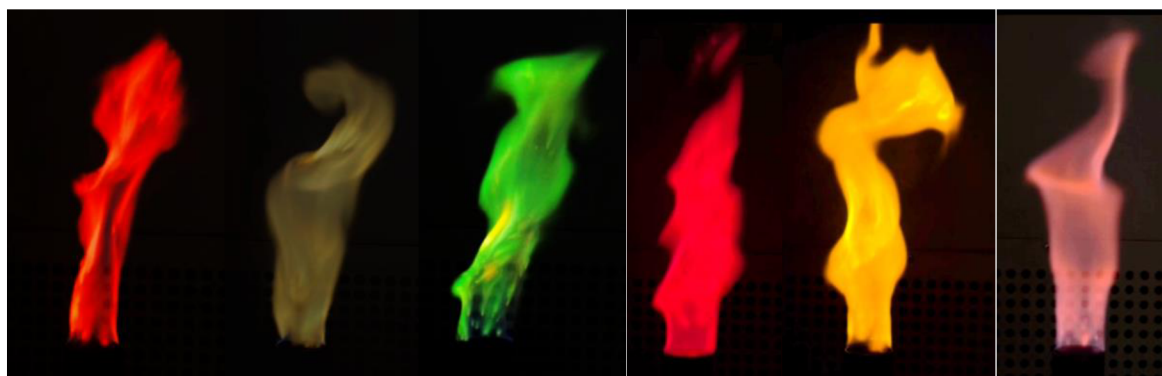
1. V první řadě si připravíme roztoky solí kovů a to tak, že zhruba 2-3 g soli rozpustíme v 40-50 ml destilované vody.
2. Roztoky lehce zamícháme a přelejeme do rozprašovačů.
3. Zapálíme plynový kahan a jednotlivé připravené roztoky vstříkneme rozprašovačem do plamene.
4. Pozorujeme vznik různě zbarvených plamenů.

(43)



Pozorování:

Soli kovů	Barva plamene
Ca^{+2}	Cihlově červená
Ba^{+2}	Žluto – zelená
Cu^{+2}	Zelená
Li^{+}	Červená
Na^{+}	Žlutá
K^{+}	Světle fialová



Obrázek 26 - Výsledek plamenové zkoušky (zleva: vápenaté ionty, barnaté ionty, mědnaté ionty, lithné ionty, sodné ionty a draselné ionty)



Otázky:

1. Na čem je založen barevný efekt kationtů?
2. Napiš alespoň 4 kationty, pojmenujte je a napište barvu plamene
3. Má princip tohoto pokusu využití v analytické chemii? V jakých metodách?



Časová náročnost:

20-25 minut



Princip:

Chromatografie je fyzikálně-chemická metoda, která se využívá k separaci látek přítomných v daném analytu. Dělení jednotlivých složek je založeno na rozdílné afinitě vůči mobilní a stacionární fázi. Mobilní fáze představuje tu fázi, která se pohybuje. Stacionární fázi je pak fáze nepohyblivá.

Barevné fixy jsou většinou složeny právě z několika barev. Analýzu přítomných barev umožní např. chromatografie. Zastoupené barvy se rozdělí na jednotlivé části ve stacionární fázi na základě rozdílné pohyblivosti.



Pomůcky:

Kádinka (300 ml), křída, fix černý a hnědý, Petriho miska.



Chemikálie:

Ethanol (C₂H₆O).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Ethanol (I): hořlavý (GHS02), dráždivý (GHS07),

H věty: 15, 18 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 8, 19, 20, 28, 29 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Ethanol (I)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor



Pracovní postup:

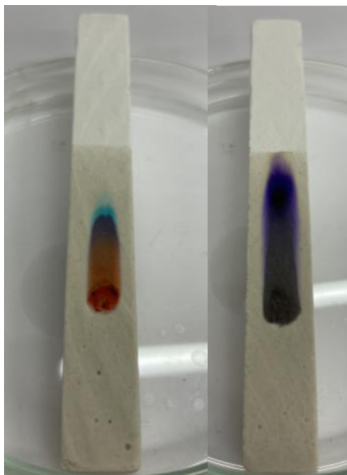
1. Na bílou křídou uděláme z jedné strany kolečko hnědým fixem a na druhou stranu černým fixem tak, aby byla kolečka asi 1,5 cm od okraje křídou.
2. Do kádinky nalejeme zhruba 50 ml ethanolu a postavíme do ní křídou, kolečka musí být ve spodní části.
3. Celou soustavu přikryjeme Petriho miskou.
4. Pozorujeme děj.

(44)



Pozorování:

Hnědý fix je ve výsledku složený z barev: červená, oranžová a modrá. Barevné složení černého fixu je následující: černá, tmavě modrá a fialová.



Obrázek 27 - Výsledek chromatografie fixů (zleva: hnědá a černá)



Otázky:

1. Popiš, co je chromatografie.
2. Z jakých barev byl složen hnědý a černý fix
3. Co bylo použito jako mobilní fáze a co jako fáze stacionární?



Časová náročnost:

15 minut



Princip:

Indikátory pH jsou charakteristické svým zbarvením právě v určité oblasti pH. Existuje celá řada pH indikátorů jako např. methyloranž, fenolftalein, thymolftalein, methylčerveně nebo bromthymolová modř.

pH indikátory mohou být i přírodního charakteru. Jedním z nich je červené zelí. Obsahuje totiž anthokyany, které reagují na změnu pH prostředí tím, že mění zbarvení. Tyto látky jsou obsaženy i např. v červených růžích.



Pomůcky:

8x Pasteurova pipeta, 7x vialka, stříčka s destilovanou vodou.



Chemikálie:

Koncentrovaná kyselina sírová 96% (H_2SO_4), hydrogenuhličitan sodný (NaHCO_3), amoniak vodný roztok ($\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$), hydroxid sodný (NaOH), citrónka, sprite limonáda.



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Kyselina sírová (96%) (I): žíravý (GHS05)

H věty: 1, 2 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 6, 27 (viz seznam H-P vět)

Amoniak vodný roztok (I): žíravý (GHS05), dráždivý (GHS07), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09)

H věty: 2, 7, 11 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 7, 13, 33 (viz seznam H-P vět)

Hydroxid sodný (s): žíravý (GHS05)

H věty: 1, 2 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Hydroxid sodný (s)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
96% Kyselina sírová (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
25% Amoniak vodný roztok (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor



Pracovní postup:

1. Připravíme si výluh z červeného zelí.
2. Do vialek nalejeme následující látky v tomto pořadí:
 - 1 – koncentrovaná kyselina sírová
 - 2 – citrónka
 - 3 – sprite limonáda
 - 4 – destilovaná voda
 - 5 – roztok jedlé sody (10%)
 - 6 – roztok amoniaku (25%)
 - 7 – roztok hydroxidu sodného (10%).
3. Nakonec do každé vialky přidáme zhruba 3–4 ml výluhu červeného zelí.
4. Pozorujeme změny zbarvení v závislosti na pH.

(44)



Pozorování:

Po přidání výluhu červeného zelí do jednotlivých vialek došlo ke změně zbarvení obsahu.

Látka	Zbarvení	pH
Konc. kyselina sírová	Červená	0-1
Citrónka	Červeno-růžová	3
Sprite limonáda	Růžová	4
Destilovaná voda	Fialová	7
10% roztok jedlé sody	Modrá	9
25% roztok amoniaku	Žluto-zelená až zelená	12
10% roztok hydroxidu sodného	Žlutá	13-14



Obrázek 28 - Výsledná barevná škála

pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Zbarvení	Red	Red	Red	Pink	Pink	Purple	Purple	Purple	Blue	Blue	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow

Obrázek 29 - Detailnější barevná škála zbarvení dle pH pro červené zelí



Otázky:

1. Jaké látky, přítomné v červeném zelí, reagují na změnu pH?
2. Jaké pH měl roztok jedlé sody?
3. Liší se barevně pH škála pro červené zelí a pro univerzální pH papírky?
Pokud ano, jak?



Časová náročnost:

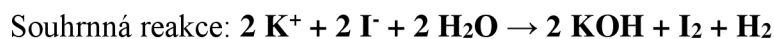
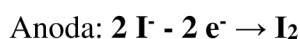
15-20 minut



Princip:

Elektrolýza je děj elektrochemický, při kterém dochází k vylučování prvků na elektrodách – katoda a anoda. Jako katoda se označuje záporně nabitá elektroda (připojena k zápornému pólu), na které dochází k redukci kationtů z elektrolytu (roztoku). Anoda je potom elektroda kladná (připojena ke kladnému pólu) a probíhá zde oxidace aniontů z elektrolytu. Elektrody mohou být zhotoveny z různých vodivých materiálů, jako jsou kovy (Fe, Cu, Zn, ...) nebo také uhlíková tuha (grafit). Schéma zapojení je vyznačené na Obrázku 7. Celým obvodem prochází stejnosměrný elektrický proud.

V případě elektrolýzy vodného roztoku KI dochází k následujícím dějům:



V praxi se elektrolýza využívá při pokovování (ochrana proti korozi), k výrobě kovů i plynů a nabíjení akumulátorů.

Výtěžnost elektrolýzy lze zjistit z prvního Faradayova zákona:

$$m = A * Q = A * I * t$$

Kde m je hmotnost látky, A je elektrochemický ekvivalent látky, Q symbolizuje prošlý náboj, I značí proud a t je čas.



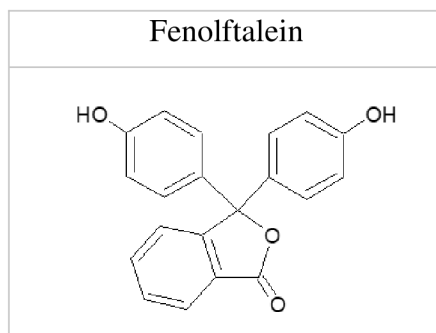
Pomůcky:

U – trubice, laboratorní stojan, kovové svorky, tuha, hřebík, vodiče – spojovací dráty, baterie (9 V).



Chemikálie:

Jodid draselný (KI), 1% ethanolový roztok fenolftaleinu ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Jodid draselný (s): zdraví škodlivý (GHS08)

H věty: 9 (viz seznam H-P vět)

P věty: 5, 9, 10, 11, 12 (viz seznam H-P vět)

Ethanolový roztok fenolftaleinu, 1% (l): hořlavý (GHS02), dráždivý (GHS07), zdraví škodlivý (GHS08)

H věty: 14, 15, 16, 17 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 8, 18, 19, 20, 21 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Jodid draselný (s)	ANO	ANO – dozor
Roztok fenolftaleinu (l)	NE	ANO – přímý dohled



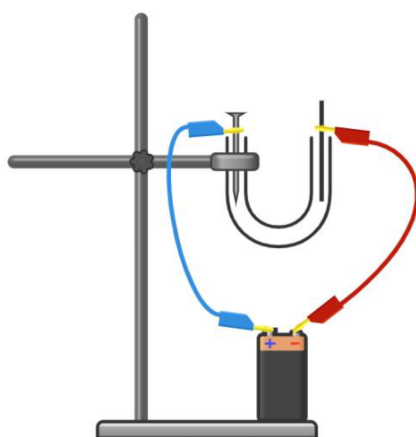
Pracovní postup:

1. U-trubici upevněnou na stojanu naplníme 10% roztokem KI tak, aby jeho hladina v obou částech sahala asi 1-2 cm pod okraj.
2. Do jedné části U-trubice přidáme 3 kapky ethanolového roztoku fenolftaleinu.
3. K zápornému pólu baterie (9 V) připojíme pomocí vodičů železný očištěný hřebík (katoda).
4. K pólu kladnému pak připojíme grafitovou tuhu pomocí vodičů (anoda).
5. Nyní katodu vložíme do části trubice, kde je přidán fenolftalein a anodu pak do části druhé.
6. Pozorujeme děj.

(45)



Nákres aparatury:

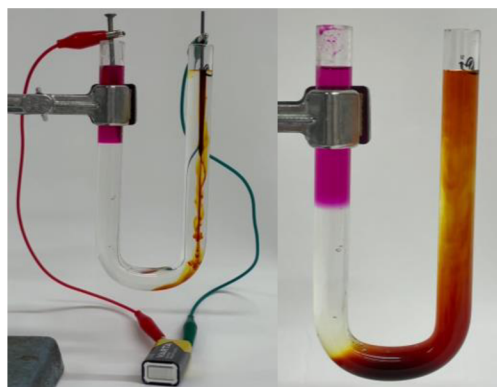


Obrázek 30 - Aparatura pro elektrolýzu KI (vytvořeno v programu Chemix)



Pozorování:

V části U-trubice, kde byla vložena katoda, došlo k zružovění roztoku. Bylo to důsledkem vzniku hydroxidu draselného, protože vznikající draselné ionty reagovaly ihned s vodou. Roztok hydroxidu má zásadité pH a tak došlo ke zbarvení fenolftaleinu. V druhé části, kde byla anoda, došlo ke vzniku čistého jodu, který je zbarven do hnědo-žluta.



Obrázek 31 – Zapojení, průběh a výsledek elektrolýzy roztoku KI



Otázky:

1. Oxidace probíhá na katodě nebo anodě?
2. Jaké produkty bychom získali elektrolýzou roztoku NaCl? Jak to bude v případě taveniny?
3. Napiš vzorec prvního Faradayova zákona.



Časová náročnost:

10 minut



Princip:

Pokud je tepelné zbarvení reakce exotermické, tak z toho vyplývá, že se při jejím průběhu uvolňuje teplo, někdy i světlo. K demonstrování tohoto jevu slouží následující pokus, který ilustruje spontánní zažehnutí. Nestojí za tím nic jiného než oxidace glycerolu manganistanem draselným.



Reakční směs postupně nabírá na teplotě až dojde k samovznícení. Z reakce se mimo jiné uvolňuje voda v podobě vodní páry.



Pomůcky:

Trojnožka, keramická síťka, laboratorní lžička, Pasteurova pipeta, třecí miska s tloučkem.



Chemikálie:

85% Glycerol (C₃H₈O₃), manganistan draselný (KMnO₄).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Manganistan draselný (s): oxidující (GHS03), dráždivý (GHS07), zdraví škodlivý (GHS08), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žravý (GHS05)

H věty: 2, 3, 4, 5a, 6, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 5, 7, 8 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme v digestoři a se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Glycerol (l)	ANO	ANO – dozor
Manganistan draselný (s)	ANO	ANO – dozor



Pracovní postup:

1. V třecí misce si rozetřeme manganistan draselný na jemný prášek.
2. Na keramickou síťku, která je na trojnožce v digestoři, nasypeme hromádku rozetřeného manganistanu draselného.
3. Na hromádku následně nakapeme 3-5 kapek glycerolu.
4. Pozorujeme děj.

(46)



Pozorování:

V prvních desítkách sekund došlo k oxidaci glycerolu manganistanem draselným. Prudká reakce byla doprovázena uvolňováním tepla a světla – exotermická reakce. Plamen byl zbarven do fialova z důvodu přítomnosti draselných iontů.



Obrázek 32 - Průběh reakce $KMnO_4$ s glycerolem



Otázky:

1. Který z reaktantů je v roli oxidačního činidla?
2. Co je opakem exotermické reakce? Popiš.
3. Proč byl manganistan draselný rozetřen?



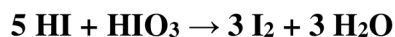
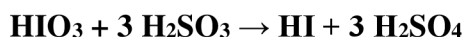
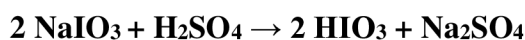
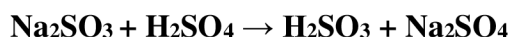
Časová náročnost:

30 minut

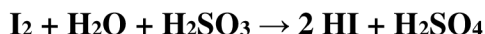


Princip:

Reakční kinetika neboli rychlost chemických reakcí je závislá např. na teplotě, koncentraci látek, rychlosti míchání nebo přítomnosti katalyzátoru. V tomto pokusu bude demonstrována závislost koncentrace reakčních látek. V systému probíhají následující reakce:



Výsledným produktem je jod, který reaguje se škrobem a vytváří tím modré zbarvení. Jenomže takto by se roztok zbarvoval postupně. V soustavě probíhá ještě jedna reakce:



Přítomné siřičitanové anionty reagují se vznikajícím jodem rychleji než škrob. Tato reakce běží tak dlouho, dokud nedojde k vyčerpání SO_3^{2-} iontů. Pak už jod reaguje se škrobem za vzniku modrého komplexu. Doba, než dojde k zreagování všech SO_3^{2-} iontů, je ovlivněna právě koncentrací reaktantů.



Pomůcky:

Magnetická míchačka s možností ohřevu, 11x kádinka (5x 150 ml, 5x 100 ml nebo 150 ml, 1x 600 ml), 2x odměrná baňka se zátkou (1x 500 ml, 1x 10 ml), 3x odměrný válec (1x 100 ml 2x 10 ml), nálevka, laboratorní lžička, stříčka s destilovanou vodou, technické váhy.



Chemikálie:

Siřičitan sodný (Na_2SO_3), jodičnan sodný (NaIO_3), koncentrovaná kyselina sírová 96% (H_2SO_4), bramborový škrob.



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Jodičnan sodný (s): oxidující (GHS03), dráždivý (GHS07), zdraví škodlivý (GHS08)

H věty: 3, 4, 22, 26 (viz seznam H-P vět)

P věty: 2, 8, 14, 15, 25, 33 (viz seznam H-P vět)

Kyselina sírová (96%) (l): žíravý (GHS05)

H věty: 1, 2 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 6, 27 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Sířičitan sodný (s)	ANO	ANO – dozor
Jodičnan sodný (s)	ANO	ANO – dozor
Kyselina sírová (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor



Pracovní postup:

1. V 500 ml destilované vody rozpustíme 1 g NaIO_3 = roztok A.
2. Dále v cca 15 ml destilované vody rozpustíme 1 g škrobu.
3. Vzniklý roztok nalejeme do 250 ml horké destilované vody a promícháme.
4. Po zchladnutí slejeme roztok do 500ml odměrné baňky a přidáme roztok Na_2SO_3 , který jsme připravili rozpuštěním 0,1 g této látky v 10 ml destilované vody.
5. Nakonec přilijeme 2,5 ml 6M H_2SO_4 a doplníme po rysku destilovanou vodou.
6. Podle tabulek (Obrázek 26) si do 10 kádinek nachystáme dané objemy roztoků A a B (roztoky se nesmí smíchat!).
7. Kádinky s roztoky, které mají stejná čísla, slejeme dohromady ve stejný moment.
8. Pozorujeme děj.

(47)

Číslo kádinky	1	2	3	4	5
Objem roztoku A [ml]	50	45	40	35	30
Objem vody [ml]	0	5	10	15	20

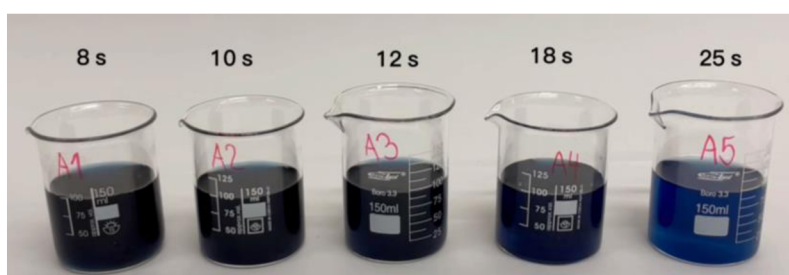
Číslo kádinky	1	2	3	4	5
Objem roztoku B [ml]	50	45	40	35	30
Objem vody [ml]	0	5	10	15	20

Obrázek 33 - Hodnoty objemů roztoků A a B a objemů destilované vody



Pozorování:

Čím menší byla koncentrace látek, tím déle trvalo, než se roztok zbarví do modra. V kádince s nejvyšší koncentrací došlo k zmodrání po zhruba 8 sekundách. Naopak u kádinky s nejnižší koncentrací látek roztok zmodral po 25 sekundách po smíchání.



Obrázek 34 - Zbarvení roztoků s hodnotami časů po smíchání



Otázky:

1. Na čem může záviset reakční rychlost?
2. Jak bylo poznáno, že v roztoku došlo k vyčerpání SO_3^{2-} iontů?
3. Se zvyšující se koncentrací reaktantů se zvyšuje či snižuje reakční rychlost?



Časová náročnost:

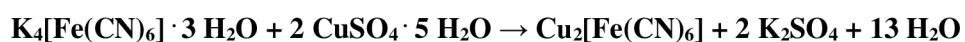
30 minut



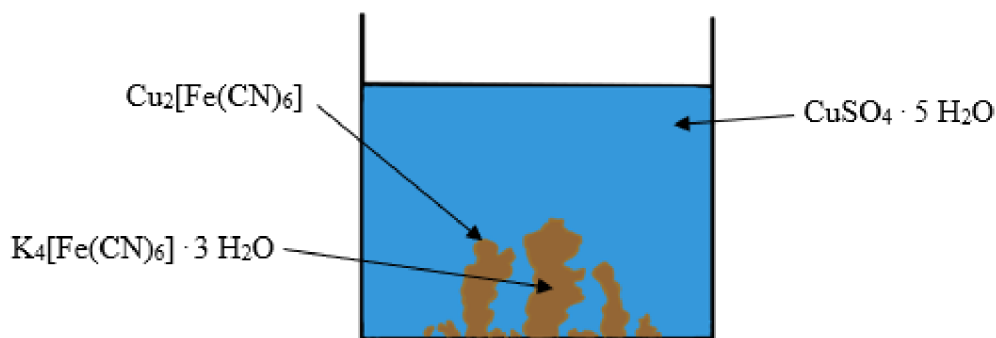
Princip:

Osmóza je jev založený na přestupu rozpouštědla (nejčastěji vody) přes polopropustnou neboli semipermeabilní membránu. Hnací silou je zde koncentrační gradient. Rozpouštědlo putuje z místa zředěnějšího (méně koncentrovaného) do místa koncentrovanějšího.

V tomto pokusu bude využito následující reakce:



Reakcí ferrokyanidu draselného (žlutá krevní sůl) se síranem měďnatým (modrá skalice) vzniká hexakynoželeznan měďnatý, který má schopnost propouštět vodu (funguje jako polopropustná membrána) ze zředěného roztoku modré skalice do vnitřních prostor pomyslných korálů ze žluté krevní soli, dokud nedojde k vyrovnání koncentrací mezi vnitřním a vnějším prostorem. Hexakynoželeznan měďnatý vzniká na povrchu korálů.



Obrázek 35 - Ilustrace pokusu "Osmotické korály"



Pomůcky:

Laboratorní špachtle, kádinka (min. 300 ml), stříčka s destilovanou vodou.



Chemikálie:

Trihydrát ferrokyanidu draselného ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), pentahydrát síranu měďnatého ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Pentahydrát síranu měďnatého (s): dráždivý (GHS07), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09), žíravý (GHS05)

H věty: 3, 8, 7 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 9, 14, 26 (viz seznam H-P vět)

Trihydrát ferrokyanidu draselného (s): dráždivý (GHS07), nebezpečný pro životní prostředí (GHS09)

H věty: 15, 28 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 7, 9, 26, 35 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Pentahydrát síranu měďnatého (s)	ANO	ANO – dozor
Ferrokyanid draselný (s)	ANO	ANO – dozor



Pracovní postup:

1. Do kádinky nalejeme 200 ml destilované vody a v ní rozpustíme 10 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
2. Do roztoku následně přidáme pár krystalků $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
3. Pozorujeme růst korálů (časově delší proces).



Pozorování:

Po několika minutách došlo k růstu korálů, které měly hnědo-červené zabarvení.



Obrázek 36 - Výrůstky osmotických korálů



Otázky:

1. Co je to osmóza?
2. Napiš vzorec žluté krevní soli.
3. Co znamená spojení semipermeabilní membrána?



Časová náročnost:

20-30 minut



Princip:

Luminiscence je označení pro samovolné vyzařování fotonů látkami (luminofory). Podstata tohoto jevu spočívá v přecházení elektronů z vyšších energetických hladin do nižších. Při každém takovém přechodu se pak uvolní energie v podobě viditelného světelného záření ($\lambda = 390\text{-}760\text{ nm}$). Přechod elektronů mezi vrstvami důkladněji popisuje Jablonského diagram.

Z hlediska časového trvání lze luminiscenci rozdělit na dva jevy: fluorescence a fosforescence. Při fluorescenci dojde k ukončení vyzařování světla ihned po přerušení excitačního působení. Fluorescenci podléhá např. aesculin, chlorofyl nebo kurkumin. Naopak v případě fosforescence vyzařování světla doznívá i po přerušení excitačního působení. Látkou schopnou fosforescence je např. fosforescein. Zdrojem excitačního působení může být např. UV lampa. UV záření má vyšší energii a může tak elektrony excitovat do vyšších energetických hladin.



Pomůcky:

UV lampa, kádinka, vialky, třecí miska s tloučkem, fosforescenční prvek, větev jírovce maďalu, stříčka s destilovanou vodou, laboratorní lžička.



Chemikálie:

Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), zelené listy, černý čaj (nejlépe sypaný), kari koření.



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Ethanol (I): hořlavý (GHS02), dráždivý (GHS07),

H věty: 15, 18 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 8, 19, 20, 28, 29 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Ethanol (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor



Pracovní postup:

Fluorescence kvercetinu, kurkuminu a chlorofylu:

1. V třecí misce rozetřeme dvě lžičky černého čaje spolu s 30 ml ethanolu.
2. To samé provedeme s kurkumou a se zelenými listy.
3. Část extraktu přelejeme do vialek.
4. Zhasneme osvětlení a následně na vzorky posvítíme UV lampou a pozorujeme děj.

Fluorescence aesculinu:

1. Do kádinky nalejeme horkou vodu.
2. Zhasneme osvětlení, zapneme UV lampu a ponořením větve jírovce mařalu do kádinky pozorujeme difuzi aesculinu.

Fosforescence:

1. Na fosforescenční prvek působíme chvíli UV zářením.
2. Po zhasnutí UV lampy sledujeme rozdíl mezi fluorescencí a fosforescencí.

(48)

Pozorování:



Pod UV zářením byla pozorována fluorescence přírodních látek. Chlorofyl – červená, kurkumin – žlutá, kvercetin – červená a aesculin – modrá.

Pomocí fosforescenčního prvku byl dokázán rozdíl mezi fosforescencí a fluorescencí. Prvek svítil i po zhasnutí UV světla.



Obrázek 37 - Výsledky pokusu (vlevo – vzorky pod UV lampou (zleva: chlorofyl, kurkumin, kvercetin a fosforescenční prvek), uprostřed – vzorky po vypnutí UV lampy a vpravo – fluorescence aesculinu)



Otázky:

1. Jaký je rozdíl mezi fluorescencí a fosforescencí?
2. Čím je způsobeno spontánní záření látek?
3. Jaká látka způsobuje modrý svit jírovce maďalu?



Časová náročnost:

15 minut



Princip:

Fotochemické reakce využívají ke svému průběhu světelné záření. Jednou z vlastností thioninu je fakt, že funguje jako redoxní indikátor. Železnaté ionty v přítomnosti silného zdroje světla redukují v kyselém prostředí modrý až fialový thionin na leuco-thionin, který je bezbarvý. Po odejmutí světelného zdroje dojde opět ke zmodrání roztoku, tudíž k oxidaci. Děj je tedy reverzibilní a opakovatelný.



Pomůcky:

Kádinka (600 ml), laboratorní lžička, zdroj světla, skleněná tyčinka, hodinové sklo, odměrný válec, alobal, analytické váhy.



Chemikálie:

Thionin, koncentrovaná kyselina sírová 96% (H_2SO_4), heptahydrát síranu železnatého ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).



Bezpečnost:

Pracujeme v plášti, s rukavicemi a brýlemi.

Thionin (s): dráždivý (GHS07)

Kyselina sírová (96%) (l): žíravý (GHS05)

H věty: 1, 2 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 3, 4, 6, 27 (viz seznam H-P vět)

Heptahydrát síranu železnatého (s): dráždivý (GHS07)

H věty: 3, 10, 15 (viz seznam H-P vět)

P věty: 1, 2, 9, 10, 14, 15 (viz seznam H-P vět)

Pracujeme se zvýšenou opatrností!

Chemická látka	SŠ teoretická výuka	SŠ praktická v.
Ethanol (l)	ANO – přímý soustavný dohled	ANO – dozor
Thionin (s)	ANO	ANO – dozor
Heptahydrát síranu železnatého (s)	ANO	ANO



Pracovní postup:

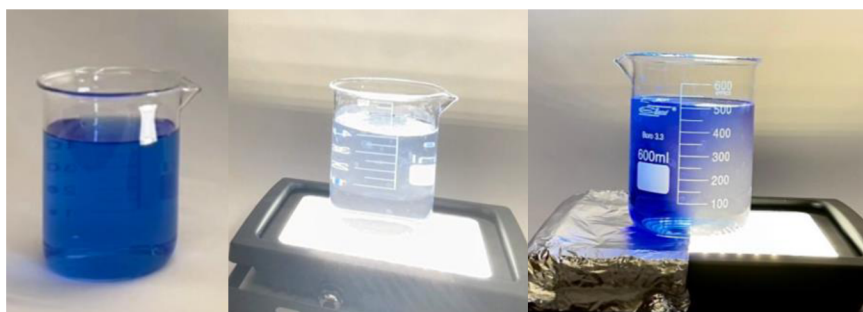
1. Do kádinky navážíme 0,025g thioninu, který rozpustíme ve 100 ml destilované vody.
2. 10 ml tohoto roztoku přelejeme do větší kádinky o objemu 600 ml.
3. Přilijeme 490 ml destilované vody.
4. K tomuto roztoku poté přidáme 3 ml koncentrované kyseliny sírové a 2 gramy heptahydrátu síranu železnatého.
5. Směs důkladně promícháme.
6. Následně vystavíme kádinku zdroji světla.
7. Pozorujeme děj.

(49) (50)



Pozorování:

Po osvětlení směsi došlo k odbarvení původně modrého roztoku. Následným odvrácením od zdroje světla směs opět zmodrala. Děj je tudíž reverzibilní. Je možné půlku zdroje světla zakrýt alobalem či jiným materiálem, pak bude polovina kádinky modrá a polovina bezbarvá.



Obrázek 38 – Oxidovaná forma (vlevo) a redukovaná forma (uprostřed) thioninu. Alternativní provedení pokusu vpravo.



Otázky:

1. Je děj reverzibilní nebo ireverzibilní (vrátný či nevratný)?
2. Jak se nazývá redukovaná forma thioninu?
3. Co je katalyzátorem této reakce?

DISKUZE

Na chemicky zaměřených středních školách lze od studentů očekávat zájem či vložky k tomuto vědnímu oboru. Na ostatních středních školách a gymnáziích však chemie patří mezi málo oblíbené předměty. Důvodem může být náročnost náplně předmětu či samotný monotónní přednes učitele. Proto by bylo vhodné do výuky chemie zařadit chemické pokusy, díky kterým by mohla nejen stoupnout popularita předmětu, ale také by studentům mohly právě pomoci k snazšímu pochopení probíraného učiva či k propojení jednotlivých kapitol.

V rámci teoretické části byla vypracována literární rešerše, která se týká problematiky experimentální výuky na středních školách a upřesnění omezení přísnými legislativními předpisy. Také je zde rozvinuta teorie a členění chemického pokusu a výuka chemie na středních školách spojena s Rámcovým vzdělávacím programem a školním vzdělávacím programem.

Cílem praktické části této bakalářské práce bylo zpracování 25 efektních chemických pokusů, které by mohly pomoci ke zlepšení oblíbenosti chemie a také k lepšímu propojení získaných znalostí. Pokusy byly následně rozděleny do odvětví vyučované chemie:

Obecná chemie:

1. Modrá baňka (oxidace a redukce)
2. Difuze
3. Krystalizace (horký led)
4. Manganistanový chameleon

Anorganická chemie:

5. Sloní zubní pasta (hrnečku vař)
6. Chemické JOJO
7. Duch v baňce
8. Zlatý déšť
9. Modrý plamen
10. Kovy ve vodě
11. Chemikova zahrádka
12. Blesky ve zkumavce

Organická chemie:

13. Faraonovi hadi
14. Důkaz proteinů v mléce
15. Reakce fenolů
16. Redukující cukry

Analytická chemie:

17. Plamenová zkouška
18. Chromatografie na křídě
19. Červené zelí jako indikátor pH

Fyzikální chemie:

20. Elektrolýza KI
21. Samozápalná směs
22. Chemické hodiny
23. Osmotické korály
24. Luminiscence kolem nás
25. Fotocitlivá reakce

Zároveň byly také rozčleněny dle RVP maturitního oboru Aplikovaná chemie. Všechny pokusy byly provedeny v laboratoři, kde byla ověřena jejich funkčnost, bezpečnost a časová náročnost. Jednotlivé pokusy byly nafoceny a popřípadě natočeny. Ze získaných videozáznamů byla vytvořena edukační videa, která jsou dostupná v příloze č. 1 spolu s fotografiemi. V seznamu H a P vět jsou poté uvedeny H a P věty jednotlivých chemikálií.

Pro každý pokus byla zhotovena pracovní karta, která obsahuje: časovou náročnost, princip, pomůcky, chemikálie (složitější struktury nakresleny pomocí programu ChemSketch), bezpečnost, pracovní postup, pozorování + fotografie a otázky. Pro některé pokusy byla nakreslena i aparatura (nakreslena pomocí internetové stránky Chemix). V rámci bezpečnosti je také uvedeno, zda mohou studenti středních škol s potřebnými chemikáliemi pracovat.

Do budoucna by mohla být vybraná videa a pracovní karty nahrány na webové stránky "Chemie žije!".

ZÁVĚR

Náplní teoretické části bakalářské práce byla literární rešerše týkající se problematiky experimentální výuky chemie na středních školách v České republice a upřesnění omezení přísnými legislativními předpisy, které studentům snižují možnost práce s chemikáliemi. Práce s chemikáliemi na středních školách závisí hlavně na jejich typu/zaměření. Práce se také zaměřuje na výuku chemie na různých typech středních škol a její propojení s RVP a ŠVP. V teoretické části byl také definován chemický pokus jako nástroj výuky a demonstrace v hodinách chemie.

Praktická část byla věnována samotnému zpracování 25 navržených chemických efektních pokusů, které vynikají od těch klasických pokusů právě svojí efektivitou (změna barvy, hoření, zvukový doprovod a podobně). Všechny pokusy jsou rozřazeny mezi jednotlivá odvětví vyučované středoškolské chemie – obecná, anorganická, organická, analytická a fyzikální chemie. Kromě toho jsou také zařazeny do osnov Rámcového vzdělávacího programu pro střední školy a jsou chronologicky seřazeny dle probíraného učiva.

Během zkoušení jednotlivých experimentů byl kladen důraz na ověření časové náročnosti a na samotnou rizikovost. Byly také pořízeny z každého pokusu fotografie či videozáznamy (viz. příloha 1), ze kterých byly vytvořeny edukační videa. Všechna pořízená média jsou rozčleněna do složek s odpovídajícím pořadovým číslem pokusu v této práci. Složky jsou součástí příloh. K samotným pokusům byly zhotoveny pracovní karty, které mají funkci pomyslného průvodce daným experimentem. Je v nich uveden princip, pracovní postup, časová náročnost, potřebné pomůcky a chemikálie, bezpečnost, pozorování s obrázky a teoretické otázky.

V budoucnu by vybraná edukační videa mohla být nahrána na webové stránky “Chemie žije!” a mohly by zde sloužit pedagogům pro inspiraci do jimi vedených vyučovacích hodin nebo samotným studentům pro objasnění probíraného učiva.

V závěru lze říci, že byla splněna kritéria požadovaná ke správnému vypracování bakalářské práce. Nahraná videa budou pak dodatkem samotné práce.

CITOVANÁ LITERATURA

1. **Čtrnáctová Hana, Josef Halbych.** *Didaktika a technika chemických pokusů.* Praha 1 : Univerzita Karlova v Praze, 3. vydání, 2006.
2. **Trtílek, Josef, Hofmann, Viktor a Borovička, Jiří .** *Školní chemické pokusy.* Praha : Státní pedagogické nakladatelství , 1973.
3. **Solárová, Marie.** Učitel chemie - Studijní materiály - Experimenty. *Učitel chemie.* [Online] 2011. [Citace: 16. Březen 2024.] http://ucitelchemie.upol.cz/materialy/experimenty/experimenty_solarova_domaci_chemicke_pokusy.pdf.
4. **Pachmann, Eduard, Holada, Karel a Banýr, Jiří.** *Didaktika chemie - praktická cvičení.* Praha : Univerzita Karlova v Praze, 1975.
5. **Dušek, Bohuslav .** *Kapitoly z didaktiky chemie.* Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2012. ISBN 978-80-7080-736-1.
6. **Pinka, Tomáš.** Archiv závěrečné práce Tomáš Pinka PřF N-UCC UCMV, UCCH. *Informační systém Masarykovy univerzity.* [Online] 8. Červenec 2021. [Citace: 16. Březen 2024.] <https://is.muni.cz/th/quek2/>.
7. **Čtrnáctová , Hana, a další.** *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost.* Praha : Prospektrum, 2000. ISBN 80-7175-057-3.
8. **Mokrejšová , Olga .** *Moderní výuka chemie.* Praha : Triton, 2009. stránky 11-30. ISBN 978-80-7387-234-2.
9. **Holzhauser, P., Matuška, R.** Použití chemických látek při výuce a v rámci volnočasových aktivit žáků mladších 15 let. *Chemické listy.* 2019, Sv. 113, 4, stránky 233-239.
10. **Drechslerová , Tat'ána, Plačková , Tereza a Bečvářová, Ilona.** *Laboratorní technika* Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni , 2016. ISBN 978-80-261-0628-9.
11. **Bartáková , Lenka , a další.** *Chemie: laboratorní a terénní cvičení .* Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci , 2015. ISBN 978-80-244-4590-8.
12. **Šima, Marek a Šolc, Jiří .** *Laboratorní cvičení z chemie I.* Ostrava : Pavko , 2023. ISBN 978-80-86369-25-9.
13. **Šima, Marek , Janeczková, Anna a Fialová, Anna.** *Chemické laboratorní cvičení II.* Ostrava : nakladatelství Pavko, 2017. ISBN 978-80-86369-23-5.

14. **Winder, Chris, Azzi, Rola a Wagner, Drew.** The development of the globally harmonized system (GHS) of classification and labelling of hazardous chemicals. *Journal of Hazardous Materials*. 2005, Sv. 125, ISSN 0304-3894.
15. **Novák, Ladislav a Ventura, Karel.** *Globální harmonizovaný systém klasifikace a označování chemických výrobků a povinnosti výrobců, dovozců a distributorů, které z něj plynou*. Pardubice : Chemické listy, 2011.
16. **Kaličinská, Jitka.** *Chemická laboratorní cvičení I: studijní text pro SPŠCH*. Ostrava : Pavel Klouda, 2005. ISBN 80-86369-12-9.
17. **Holoubek , Ivan .** *bezpečnost práce v chemické laboratoři .* Brno : Univerzita J.E.Purkyně , 1983. 55-021-83.
18. **Klečková , Marta , Mašláňová , Helena a Smékal, Zdeněk.** *Školní pokusy z chemie .* Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci , 2021. ISBN 978-80-244-5981-3.
19. **Zajíček, Jiří a Beneš, Pavel.** *Použití chemických ve škole podle nové legislativy: nejen pro vyučující chemie na základních školách a v nižších ročnících víceletých gymnázií.* Praha : Fortuna, 2001. ISBN 80-7168-777-4.
20. **Černá, Břetislava .** *Školní laboratoř - vybavení, technika, bezpečnost a hygiena práce.* Brno : Masarykova univerzita v Brně Pedagogická fakulta, 1997. ISBN 80-210-1657-4.
21. **Rubešová , Kateřina , Jakeš, Vít a Jankovský, Ondřej.** *Laboratoř anorganické chemie II.* Ostrava : Pavel Klouda - nakladatelství Pavko, 2017. ISBN 978-80-7080-983-9.
22. **Sýkorová , Dagmar a Mastný, Libor.** *Návody pro laboratoře z anorganické chemie.* Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2001. ISBN 80-7080-452-1.
23. *Použití chemických látek při výuce a v rámci volnočasových aktivit žáků ve věku 15-18 let.* **Holzhauser, Petr a Matuška, Radek.** 7, Praha : Chemické Listy, 2019, Sv. 113, stránky 441-446. ISSN 1213-7103.
24. **ČESKO.** Fragment #f2067505 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů - znění od 1. 1. 2024. *Zákony pro lidi.cz* . [Online] AION CS 2010-2024. [Citace: 8. Březen 2024.] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258#f2067505>.
25. **Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy.** edu.cz. *RVP - Rámcové vzdělávací programy*. [Online] 2022. [Citace: 18. 11 2023.] <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/>.

26. **Solárová, Marie.** *Význam praktické výuky chemie.* Praha : Národní institut pro další vzdělávání, 2007. ISBN 80-86956-03-2.
27. **Střední škola logistiky a chemie.** sslch.cz. *Přehled oborů školy, Aplikovaná chemie.* [Online] 1. 9 2022. [Citace: 18. 11 2023.] https://www.sslch.cz/informace-o-oboru-aplikovana-chemie-prehled-oboru-skoly-k_72.html.
28. **Halla, Oliver, a další.** *Sbírka chemických pokusů pro 1. ročník SŠ.* Praha : MAXDORF, 2023. ISBN 978-80-7345-760-0.
29. **Kotlík, Bohumír a Růžičková, Květoslava.** *CHEMIE I v kostce - obecná a anorganická chemie, výpočty v oboru chemie.* Havlíčkův Brod : FRAGMENT, 1996. ISBN 80-7200-319-4.
30. **Beneš, Pavel, Pumpr, Václav a Banýr, Jiří.** *Základy chemie I.* Praha : FORTUNA, 2000. ISBN 80-7168-720-0.
31. **Hiegel, Gene A.** Crystallization of sodium acetate. *Journal of Chemical Education.* 1980, Sv. 57, 2.
32. **Ricardo J. Fernández-Terán, Estefanía Sucre-Rosales, Lorenzo Echevarria and Florencio E. Hernández.** A Sweet Introduction to the Mathematical Analysis of Time-Resolved Spectra and Complex Kinetic Mechanisms: The Chameleon Reaction Revisited. *Journal of Chemical Education.* 2022, Sv. 99, 6, stránky 2327-2337.
33. **Martina, Mráčková.** Pokusy z anorganické chemie jako doplněk k výuce chemie na gymnáziu. *Theses.cz.* [Online] 27. Březen 2012. [Citace: 17. Březen 2024.] <https://theses.cz/>.
34. **Bárta, Milan.** *Jak (ne)vyhodit školu do povětří 2.* Brno : Didaktis, 2005. ISBN 978-80-7358-017-9.
35. **Fleming, Declan.** The genie in the bottle. *Royal Society of Chemistry.* [Online] 18. Červen 2018. [Citace: 29. Březen 2024.] <https://edu.rsc.org/exhibition-chemistry/the-genie-in-the-bottle/3009156.article>.
36. **Straka, Miloslav.** *Kouzelnické pokusy z chemie.* Žďár nad Sázavou : Informační a metodické centrum, 1997.
37. **Mach, Josef, Plucková, Irena a Šibor, Jiří.** *CHEMIE - Úvod do obecné a anorganické chemie, učebnice.* Brno : NOVÁ ŠKOLA, s.r.o., 2017. ISBN 978-80-7289-922-7.
38. **Mokrejšová, Olga.** *Praktická a laboratorní výuka chemie.* Praha : TRITON s.r.o., 2005. ISBN 80-7254-726-7.

39. **Vašková, Růžena.** *Vybrané experimenty jako doplněk k výuce organické chemie na gymnáziu.* Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017.
40. **McMurry, John.** *Organická chemie.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2007. ISBN 978-80-214-3291-8.
41. **Šulcová, Renata a Böhmová, Hana.** Přírodovědecká fakulta - Univerzita Karlova. *Pokusy z chemie i praktického života a experimenty s mikrovlnnou troubou.* [Online] 2007. [Citace: 6. Duben 2024.] <https://web.natur.cuni.cz/~kudch/main/JPD3/navody2007/8seminarfotky.pdf>.
42. **Banýr, Jiří, a další.** *Chemie pro střední školy.* Praha : SPN - pedagogické nakladatelství, a.s., 1995. ISBN 80-85937-46-8.
43. **Švandová, Veronika, a další.** *Obecná chemie 1 - učebnice pro gymnázia .* Praha : TAKTIK, 2023. ISBN 978-80-7563-590-7.
44. **Bárta, Milan.** *Jak (ne)vyhodit školu do povětří 1.* Brno : Didaktis, 2004. ISBN 80-86285-99-5.
45. **Shakhashiri, Bassam Z.** *Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry.* Madison : The University of Wisconsin Press, 1992. Sv. 4. ISBN 0-299-12860-1.
46. **Shakhashiri, Bassam Z.** *Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry.* Madison : University of Wisconsin Press, 1983. Sv. 1. ISBN 0-299-08890-1.
47. **Novotná, Petra.** Chemické experimenty s podporou moderních výukových prostředků. *Theses.cz.* [Online] 2015. [Citace: 6. Duben 2024.] https://theses.cz/id/k2h6kp/DP_Petra_Novotn.pdf.
48. **Pokorný, Jan.** *Luminiscence ve středoškolské laboratoři.* Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc : Přírodovědecká fakulta, 2015. Diplomová práce.
49. **University of Washington, Department of chemistry.** Photochemical Reaction with Thionin. [Online] 2024. [Citace: 16. Duben 2024.] <https://chem.washington.edu/lecture-demos/photochemical-reaction-thionin>.
50. **Scientific, Flinn.** Thionin-The Two-Faced Solution-Chemical Demonstration Kit. [Online] 2024. [Citace: 16. Duben 2024.] <https://www.flinnsci.com/thionin---the-two-faced-solution---chemical-demonstration-kit/ap8845/#variantSpecs>.
51. **Römpf, Hermann , Běhounek , František a Burian, Zdeněk .** *Chemické pokusy, které se podaří .* Praha : Toužimský a Moravec , 1941.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Cíl pokusu (1)	10
Obrázek 2 - Klasifikace chemického pokusu (5).....	11
Obrázek 3 - Výstražné symboly (10).....	16
Obrázek 4 - Ukázka popisu láhve peroxidu vodíku (12).....	16
Obrázek 5 - Chemické nádobí a pomůcky (7).....	22
Obrázek 6 - Redukovaná a oxidovaná forma methylenové modři (zleva).....	36
Obrázek 7 - Oxidovaná forma (vlevo) a redukovaná forma (vpravo).....	38
Obrázek 8 - Nákres aparatury pro pokus difuze (vytvořeno v programu chemix).....	40
Obrázek 9 - Difuze manganistanu draselného	40
Obrázek 10 – Krystalizace trihydrátu octanu sodného	42
Obrázek 11 - Manganistanový chameleon (postupně: manganistan draselný, manganan draselný a oxid manganičitý).....	44
Obrázek 12 - Sloní zubní pasta a důkaz vzniklého jodu škrobem	47
Obrázek 13 - chemické JOJO	50
Obrázek 14 - Duch v baňce	52
Obrázek 15 - Aparatura pro filtraci a detail krystalků PbI_2 na filtračním papíru	54
Obrázek 16 - zlatý déšť (vlevo) a přefiltrované krystalky (vpravo).....	55
Obrázek 17 - Vznikající modrý plamen	57
Obrázek 18 - Reakce kovů s vodou	59
Obrázek 19 - Chemikova zahrádka	63
Obrázek 20 - Efekt blesku	65
Obrázek 21 - Vzniklé tělo hada	67
Obrázek 22 - Náznak struktury vznikajícího barevného komplexu (vytvořeno v programu ChemSketch)	68
Obrázek 23 - Výsledný barevný komplex	69
Obrázek 24 - Výsledná zbarvení fenolů	73
Obrázek 25 - Výsledný důkaz redukujících cukrů	76
Obrázek 26 - Výsledek plamenové zkoušky (zleva: vápenaté ionty, barnaté ionty, měďnaté ionty, lithné ionty, sodné ionty a draselné ionty)	79
Obrázek 27 - Výsledek chromatografie fixů (zleva: hnědá a černá).....	81
Obrázek 28 - Výsledná barevná škála	84
Obrázek 29 - Detailnější barevná škála zbarvení dle pH pro červené zelí	84

Obrázek 30 - Aparatura pro elektrolýzu KI (vytvořeno v programu Chemix).....	87
Obrázek 31 – Zapojení, průběh a výsledek elektrolýzy roztoku KI.....	87
Obrázek 32 - Průběh reakce KMnO_4 s glycerolem	89
Obrázek 33 - Hodnoty objemů roztoků A a B a objemů destilované vody.....	92
Obrázek 34 - Zbarvení roztoků s hodnotami časů po smíchání	92
Obrázek 35 - Ilustrace pokusu "Osmotické korály"	93
Obrázek 36 - Výrůstky osmotických korálů.....	94
Obrázek 37 - Výsledky pokusu (vlevo – vzorky pod UV lampou (zleva: chlorofyl, kurkumin, kvercetin a fosforescenční prvek), uprostřed – vzorky po vypnutí UV lampy a vpravo – fluorescence aesculinu)	97
Obrázek 38 – Oxidovaná forma (vlevo) a redukovaná forma (uprostřed) thioninu. Alternativní provedení pokusu vpravo.	100

SEZNAM H A P VĚT

H věty

1. H290 Může být korozivní pro kovy.
2. H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.
3. H302 Zdraví škodlivý při požití.
4. H272 Může zesílit požár; oxidant.
5. H361 Podezření na poškození reprodukční schopnosti nebo plodu v těle matky.

- 5a. H361d Podezření na poškození plodu v těle matky.
6. H373 Může způsobit poškození orgánů.
7. H410 Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

8. H318 Způsobuje vážné poškození očí.
9. H372 Způsobuje poškození orgánů.
10. H315 Dráždí kůži.
11. H335 Může způsobit podráždění dýchacích cest.
12. H412 Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
13. H260 Při styku s vodou uvolňuje hořlavé plyny, které se mohou samovolně vznítit.

14. H226 Hořlavá kapalina a páry.
15. H319 Způsobuje vážné podráždění očí.
16. H341 Podezření na genetické poškození.
17. H350 Může vyvolat rakovinu.

- 17a. H350i Může vyvolat rakovinu při vdechování.
18. H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry.
19. H304 Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt.

20. H336 Může způsobit ospalost nebo závratě.
21. H302 + H332 Zdraví škodlivý při požití nebo při vdechování.
22. H317 Může vyvolat alergickou kožní reakci.
23. H351 Podezření na vyvolání rakoviny.
24. H360 Může poškodit reprodukční schopnost nebo plod v těle matky.

- 24a. H360Df Může poškodit plod v těle matky. Podezření na poškození reprodukční schopnosti.
- 24b. H360D Může poškodit plod v těle matky.
25. H301 + H331 Toxický při požití nebo při vdechování.
26. H334 Při vdechování může vyvolat příznaky alergie nebo astmatu nebo dýchací potíže.

27. H301 + H311 + H331 Toxický při požití, při styku s kůží nebo při vdechování.
28. H411 Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
29. H370 Způsobuje poškození orgánů.
30. H371 Může způsobit poškození orgánů.
31. H301 Toxický při požití.
32. H332 Zdraví škodlivý při vdechování.
33. EUH014 Prudce reaguje s vodou.

P věty

1. **P305 + P351 + P338** PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.
2. **P280** Používejte ochranné rukavice/ ochranný oděv/ ochranné brýle/ obličejový štít.
3. **P303 + P361 + P353** PŘI STYKU S KŮŽÍ (nebo s vlasy): Veškeré kontaminované části oděvu okamžitě svlékněte. Opláchněte kůži vodou [nebo osprchujte]
Uchovávejte pouze v původním balení
Nevdechujte prach/dým/plyn/mlhu/páry/aerosoly
4. **P234**
5. **P260**
6. **P304 + P340 + P310**
7. **P273**
8. **P210** Zabraňte uvolnění do životního prostředí
Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným ohněm a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.
9. **P264** Po manipulaci důkladně omyjte
10. **P270** Při používání tohoto výrobku nejezte, nepijte ani nekuřte
11. **P314** Necítíte-li se dobře, vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření
12. **P501** Odstraňte obsah/obal ...
13. **P261** Zamezte vdechování prachu, dýmu, plynu, mlhy, par, aerosolů.
14. **P301 + P312** PŘI POŽITÍ: Necítíte-li se dobře, volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO/lékaře/...
15. **P302 + P352** PŘI STYKU S KŮŽÍ: Omyjte velkým množstvím vody/ ...
Zabraňte styku s vodou.
16. **P223**
17. **P231 + P232** Manipulace a skladování pod inertním plynem /...
Chraňte před vlhkem.
18. **P202** Nepoužívejte, dokud jste si nepřečetli všechny bezpečnostní pokyny a neporozuměli jim.
19. **P233** Uchovávejte obal těsně uzavřený.
20. **P240** Uzemněte a upevněte obal a odběrové zařízení.
21. **P308 + P313** Při expozici nebo podezření na ni: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.
22. **P301 + P310** PŘI POŽITÍ: Okamžitě volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO/lékaře/...
23. **P331** NEVYVOLÁVEJTE zvracení.
24. **P403 + P233** Skladujte na dobře větraném místě. Uchovávejte obal těsně uzavřený.
25. **P304 + P340 + P312** PŘI VDECHNUTÍ: Přeneste osobu na čerstvý vzduch a ponechte ji v poloze usnadňující dýchání. Necítíte-li se dobře, volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO/lékaře.
26. **P391** Uniklý produkt seberte.
27. **P363** Kontaminovaný oděv před opětovným použitím vyperte.

- 28. P241** Použijte [elektrické/ventilační/ osvětlovací/...] zařízení do výbušného prostředí.
- 29. P242** Použijte nářadí z nejměkčího kovu.
- 30. P308 + P311** PŘI expozici nebo podezření na ni: Volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO/lékaře/....
- 31. P302 + P352 + P312** PŘI STYKU S KŮŽÍ: Omyjte velkým množstvím vody. Necítíte-li se dobře, volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO/lékaře.
- 32. P271** Použijte pouze venku nebo v dobře větraných prostorách.
- 33. P220** Uchovávejte odděleně od oděvů a jiných hořlavých materiálů.
- 34. P370 + P378** V případě požáru: K hašení použijte....
- 35. P337 + P313** Přetrvává-li podráždění očí: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.
- 36. P422** Skladujte pod ochranná kapalina.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Atd.	A tak dále
CLP	Z anglického Classification, Labelling and Packaging
CAS	Z anglického Chemical abstracts service
ČSN EN	Česká technická norma
ČR	Česká republika
GHS	Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemických látek
GHS 01	Výbušné látky
GHS 02	Hořlavé látky
GHS 03	Oxidující látky
GHS 04	Plyny pod tlakem
GHS 05	Korozivní a žíravé látky
GHS 06	Toxické látky
GHS 07	Dráždivé látky
GHS 08	Látky nebezpečné pro zdraví
GHS 09	Korozivní a žíravé látky
H – věty	Z anglického Hazard statements
Např.	Například
OSN	Organizace spojených národů
P – věty	Z anglického Precautionary statements
REACH	Z anglického The Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP – SOV	Rámcový vzdělávací program pro střední odborné vzdělávání
SŠ	Střední škola
ŠVP	Školní vzdělávací program
Tzv.	Takzvaně
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – příloha obsahuje seznam fotografií a videí k jednotlivým pokusům. Z důvodu velikosti souborů nebylo možné je nahrát do STAGu, a proto byly prostřednictvím USB flash disku předány katedře anorganické chemie. Jednotlivé fotografie a videozáznamy jsou rozřazeny do složek s odpovídajícím pořadovým číslem pokusu.