

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra anorganické chemie



Žákovské experimenty
v hodinách chemie na ZŠ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Kateřina Machancová
Studijní obor: Chemie pro vzdělávání /
Český jazyk a literatura se zaměřením na vzdělávání
Typ studia: Prezenční
Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Šilha, Ph.D.

Olomouc 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci sepsala samostatně pod dohledem vedoucího bakalářské práce a že jsem uvedla veškerou 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: 24. 4. 2023

Kateřina Machancová

Poděkování:

Ráda bych poděkovala Mgr. Tomáši Šilhovi, Ph.D. a Mgr. Ivetě Bártové, Ph.D. za jejich cenné rady, připomínky a veškerou pomoc, kterou mi poskytovali při psaní této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat i všem členům Katedry anorganické chemie Univerzity Palackého v Olomouci, kteří mi byli ochotni pomoci pokaždé, když jsem je o to požádala.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora:	Kateřina Machancová
Název práce:	Žákovské experimenty v hodinách chemie na ZŠ
Typ práce:	Bakalářská
Pracoviště:	Katedra anorganické chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci
Vedoucí práce:	Mgr. Tomáš Šilha, Ph.D.
Konzultant:	Mgr. Iveta Bártová, Ph.D.
Rok obhajoby práce:	2023
Abstrakt:	Tato bakalářská práce obsahuje literární rešerši týkající se problematiky experimentální výuky chemie na základních školách a upřesnění její omezení přísnými legislativními předpisy zakazující mladistvým práci s vybranými chemickými látkami. Dále obsahuje 25 navržených vhodných chemických experimentů použitelných ve výuce na základních školách a při volnočasových aktivitách. Navržené chemické experimenty vyhovují všem platným legislativním předpisům (jako je bezpečnostní hledisko pokusu, ekonomická a časová náročnost pokusu) a jsou seřazeny podle osnov platného Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání.
Klíčová slova:	Chemie, chemický pokus, učitel, žák, školní laboratoř, chemické vybavení, bezpečnost práce, rozdělení chemického pokusu, demonstrační pokus, žákovský pokus
Počet stran:	98
Jazyk:	Čeština

Bibliographical identification:

Author:	Kateřina Machancová
Title:	Student's experiments in chemistry lessons at primary school
Type of thesis:	Bachelor
Department:	Department of Inorganic Chemistry, Faculty of Science, Palack University Olomouc, Czechia
Supervisor:	Mgr. Tomáš Šilha, Ph.D.
Consultant:	Mgr. Iveta Brtov, Ph.D.
Year of presentation:	2023
Abstract:	<p>This bachelor thesis contains a overview related to problems of experimental teaching of chemistry in elementary schools and it specifies its limitation by strict legislative regulations prohibiting handling by adolescents with selected chemical substances. It also contains 25 proposed suitable chemical experiments that can be used in teaching at primary schools and during free time activities. The proposed chemical experiments comply with all valid legislative regulations (such as the safety aspect of the experiment, the economic and time-consuming nature of the experiment) and are arranged according to the syllabus of the valid Framework Education Programme for Elementary Education.</p>
Keywords:	Chemistry, chemical experiment, teacher, student, school laboratory, classroom, chemical equipment, safety, division of chemical experiment, demonstration trial, student experiment
Number of pages:	98
Language:	Czech

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE PRÁCE	10
TEORETICKÁ ČÁST	11
1. Historický vývoj výuky chemie	11
2. Současná legislativa pro výuku chemie.....	12
2.1. Rámcový vzdělávací program a chemie.....	13
3. Chemický pokus.....	15
3.1. Obecná struktura chemického pokusu.....	16
3.1.1.Přípravná fáze.....	17
3.1.2.Realizační fáze.....	17
3.1.3.Poexperimentální fáze.....	18
3.2. Rozdělení chemických pokusů	18
4. Vyučovací metody	20
4.1. Názorně demonstrační metody	20
4.1.1.Demonstrační provedení pokusu	20
4.2. Praktické metody.....	21
4.2.1.Žákovské provedení pokusu	21
5. Výběr pokusu.....	22
5.1. Bezpečnost chemického pokusu	22
5.2. Věk žáků.....	23
5.3. Časová náročnost pokusu	26
5.4. Ekonomická náročnost	27
5.5. Vybavenost školy	27
5.5.1.Školní chemická laboratoř.....	27
5.5.2.Laboratorní pomůcky	28
5.6. Pokusy v běžné třídě	31
5.7. Kartotéka chemických pokusů.....	31
PRAKTICKÁ ČÁST.....	33
6.1. Seznam potřebných chemických látek.....	33
6.2. Seznam potřebných pomůcek	34

6.3. Seznam pokusů rozdělený dle platného RVP ZŠ.....	34
I. a) Pozorování teploty tání.....	36
I. b) Ovlivnění rychlosti rozpouštění látek.....	38
II. a) Absorpční vlastnosti uhlíku.....	40
II. b) Chromatografie na křídě.....	42
II. c) Porovnání objemu teplého a studeného vzduchu.....	44
II. d) Destilace ovocného džusu.....	46
II. e) Sublimace kofeinu.....	48
III. a) Vytěsňování mědi železem.....	50
III. b) Difúze manganistanu draselného.....	52
IV. a) Mávající rukavice.....	54
IV. b) Pěnící příšera.....	56
IV. c) Volná krystalizace modré skalice.....	58
V. a) Jak vznikají krápníky?.....	60
V. b) Hasící přístroj.....	62
V. c) Příprava ethanolu kvašením.....	64
VI. a) Příprava ethynu.....	66
VI. b) Faraonovi hadi.....	68
VI. c) Dělení listových barviv.....	70
VI. d) Tajné písmo.....	72
VI. e) Obsahuje brambor katalasu?.....	74
VII. a) Výroba vlákna z PET láhve.....	76
VII. b) Jak se pere v tvrdé vodě?.....	78
VII. c) Stanovení tvrdosti vody.....	80
VII. d) Jak se zbavit mastnoty?.....	82
VII. e) Důkaz redukčních účinků vitamínu C.....	84

DISKUZE	86
ZÁVĚR	88
SEZNAM ZKRATEK	89
POUŽITÁ LITERATURA.....	90
SEZNAM PŘÍLOH	94
PŘÍLOHY.....	95
Příloha 1 Seznam H-vět – standardní věty o nebezpečnosti (H věty) podle směrnice CLP (1272/2008/ES)	95
Příloha 2 – Fotografie zachycující průběh pokusů.....	98

ÚVOD

*„Co slyším, to zapomenu. Co vidím, to si pamatuji.
Co si vyzkouším, tomu rozumím.“*

Konfucius

Chemie, jeden ze zástupců přírodních věd, není u žáků základních škol příliš oblíbený předmět. Pro žáky je učivo často velmi teoretické a výuka je nebaví. A to i přes to, že chemie je jedním z předmětů, které mají k dispozici velké množství různých motivačních prvků pro zvýšení zájmu žáků a lepšího pochopení učiva. Mezi tyto metody patří bezpochyby i chemický pokus, který vždy byl, je a bude nedílnou součástí výuky chemie. Chemický experiment činí výuku chemie pro žáky mnohem zajímavější a motivuje je k dalšímu zájmu o tuto vědu. Proces objevování vlastností látek, jejich chování při různých podmínkách a vzájemných reakcí pomocí experimentů nebo bádání, je dnes velkým trendem v přístupech k výuce chemie. Stále část učitelů, především pak těch na základních školách, ale pokusy do výuky chemie nezařazuje. Důvodů může být hned několik, například nevybavenost školy, ekonomická náročnost, bezpečnost žáků nebo jenom to, že učitel z nějakého důvodu pokusy ve výuce realizovat nechce. Výuka chemie má na našem území více než 200letou tradici a zájem o chemii zpravidla začíná právě u pokusů a bez jejich zařazení do procesu vzdělávání chemie ztrácí své kouzlo a jedinečnost mezi ostatními předměty.

Teoretická část bakalářské práce se věnuje problematice experimentální chemie na základních školách a při volnočasových aktivitách (například vědeckých kroužcích) a podává přehled přísných legislativních předpisů platných v České republice, které upřesňují a omezují práci nezletilých žáků s chemickými látkami. Dále literární rešerše vymezuje pojem chemický pokus, definuje jeho obecnou strukturu, rozdělení, zařazení do výuky a vhodný výběr pokusu.

V praktické části bakalářské práce je navrženo 25 chemických pokusů, které jsou vhodné pro žáky základních škol. Pokusy jsou seřazeny podle platného Rámcového vzdělávacího plánu pro základní vzdělávání a ke každé oblasti RVP jsou navrženy minimálně dva vhodné pokusy. Tudiž navržené experimenty tematicky pokrývají celé 2 roky výuky chemie na základních školách. Byly vybrány i pokusy, které se nemusí provádět pouze v laboratoři, ale mohou být bez problému realizovány v běžné třídě nebo centrech volnočasových aktivit. Ke každému navrženému experimentu byl po vyzkoušení a ověření postupu v laboratoři vypracován kartotéční list.

CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo vypracování literární rešerše týkající se problematiky experimentální výuky chemie na základních školách a upřesnit její limitování přísnými legislativními předpisy, které stanovují zákony a vyhlášky platné v České republice. Tyto předpisy zakazují mladistvým práci s vybranými chemickými látkami.

Dalším cílem bylo navržení vhodných chemických experimentů použitelných ve výuce na základních školách a při volnočasových aktivitách. Navržené chemické experimenty vyhovují všem platným legislativním předpisům (jako je bezpečnostní hledisko pokusu, ekonomická a časová náročnost pokusu a také věkovému omezení žáků) a jsou seřazeny podle osnov platného Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání.

Nezbytným cílem bakalářské práce bylo také ověření bezpečnosti i časové náročnosti pokusu při demonstračním vyzkoušení každého pokusu v laboratoři.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Historický vývoj výuky chemie

Za hlavní zlom ve školství na našem území jsou považovány tereziánské reformy z doby vlády Marie Terezie. Všeobecný školský řád, který zásadně změnil školství v celé rakouské monarchii byl vydán 6. prosince 1774. Chlapci i dívky měli povinnou školní docházku od 6 do 12 let. Chemie se ovšem v té době vyučovala zatím pouze na univerzitách. Na nižších stupních vzdělání chemie jako samostatný předmět neexistovala. Neexistovaly ani žádné český psané učebnice. [1; 2; 3]

Na začátku 30. let 19. století vznikly první české reálky, na kterých se chemie začala vyučovat teoreticky, tedy bez systému a vysvětlování jevů. Na začátku 40. let 19. století byla publikována práce Karla Slavoje Amerlinga (1807–1884), kterou můžeme označit za první českou psanou publikaci učebnicového typu. Popisovala chemii na úrovni znalostí tehdejší doby. Konkrétně se jedná o tituly *Přehled lučby čili hmotozpytu* (Praha, 1841) a *Lučba čili chemie řemeslná* (Praha, 1840). [1; 2; 4; 5]

Další výrazné změny ve školství přinesly Exner–Benitzovy reformy. Díky těmto reformám se na základních školách (tehdy hlavních městských školách) začal vyučovat předmět přírodopyt, v rámci něhož byly vyučovány přírodovědné předměty, tedy fyzika a chemie. Tento předmět vydržel na školách téměř 100 let. Učebnice přírodopytu byly z počátku pouze teoretické, postupně se ale v nich začaly objevovat i praktické návody a schémata jednoduchých chemických pokusů jako například v knize *Lučební základové hospodářství a řemeslnictví* (Amerling, Karel Slavoj, Praha, 1851). Po roce 1874 začaly vycházet učebnice psané pod vlivem německé školy, které byly na velmi vysoké metodické úrovni. [1; 2; 5]

V roce 1948 byl přijat Školský zákon o jednotné škole, díky němuž se chemie začala vyučovat jako samostatný předmět. Základ tvořila anorganická a organická chemie. Učebnice byly z odborného i didaktického hlediska na dobré úrovni. Po upevnění komunistické moci vstoupil v roce 1953 v platnost Nový zákon o školské úpravě a vzdělávání učitelů, který přísně vymezoval osnovy vzdělávání. Došlo k velké redukci učiva. Učebnice musely být přepracovány, což vedlo ke snížení jejich úrovně. [1; 2]

Zásadní změnu přinesl pád komunismu v roce 1989. Začala se vyvíjet didaktika chemie. Učební osnovy již nebyly tak závazné, byl kladen větší důraz na propojení znalostí chemie s každodenním životem. Dále na aktivní činnost a motivaci žáků, využívání učebních pomůcek a aktivačních metod, kam můžeme jednoznačně zařadit i chemické pokusy. [1; 2]

2. Současná legislativa pro výuku chemie

Od 90. let dvacátého století prošlo české školství důležitými reformami. V průběhu 20 let byla provedena celá řada nejen organizačních změn, ale také změn pedagogických dokumentů pro výuku na základních a středních školách. Výchozím dokumentem těchto změn byl Národní program rozvoje vzdělávání, který byl publikován na začátku r. 2001. Tento projekt byl pojat jako: „*systémový projekt, formulující myšlenková východiska, obecné záměry a rozvojové programy, které mají být směrodatné pro vývoj vzdělávací soustavy ve střednědobém horizontu*“. [6] Současně se připravoval Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání, tzv. Školský zákon (Zákon č. 561/2004 Sb.), který vstoupil v platnost k 1. 1. 2005. „*Školský zákon představuje zákonnou normu pro uvedené stupně vzdělávání ve školách a školských zařízeních, stanoví podmínky, za nichž se výchova a vzdělávání uskutečňuje, vymezuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob při vzdělávání a vymezuje působnost orgánů vykonávajících státní správu a samosprávu ve školství. V rámci obecných ustanovení zákon nově zavádí systém vzdělávacích programů.*“ [6]

Státní úroveň v systému kurikulárních dokumentů představují Rámcové vzdělávací programy (RVP). Ty vymezují obecně závazné požadavky pro jednotlivé stupně školství a jednotlivé obory vzdělávání. Obsahují také obecné zásady pro tvorbu školních vzdělávacích programů. [7]

Školní vzdělávací programy (ŠVP) jsou kurikulární dokumenty, podle nichž se realizuje vzdělávání na dané konkrétní škole. Každá škola si podle specifikací rámcových vzdělávacích programů vytváří vlastní školní vzdělávací programy, což zvyšuje jejich autonomii a uplatňuje potenciál každé jednotlivé školy. [6]

Vláda ČR svým usnesením ze dne 19. 10. 2020 schválila Strategii vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+, klíčový dokument pro rozvoj vzdělávací soustavy v dekádě 2020–2030+. Cílem je modernizovat vzdělávací systém v oblasti regionálního školství, zájmového a neformálního vzdělávání a celoživotního učení, připravit ho na nové výzvy a zároveň řešit problémy, které v českém školství přetrvávají. Během tohoto období dojde k revizi RVP. [8; 9]

2.1. Rámcový vzdělávací program a chemie

Hlavním cílem Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) je rozvoj tzv. klíčových kompetencí žáka, které „*představují souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti.*“ [7] Konkrétně se jedná o kompetence k učení; kompetence k řešení problémů; kompetence komunikativní; kompetence sociální a personální; kompetence občanské; kompetence pracovní a kompetence digitální. Dále RVP ZV vymezuje vzdělávací obsah (očekávané výstupy a učivo). Veškeré informace v této bakalářské práci vycházejí z RVP ZV vydaného v lednu 2021. V současné době probíhá celková revize rámcových vzdělávacích programů. [7]

Vyučovací předmět chemie řadíme spolu s fyzikou, zeměpisem a přírodopisem do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, která zahrnuje problémy spojené se zkoumáním přírody. RVP charakterizuje tuto oblast takto: „*svým činnostním a badatelským charakterem výuky umožňují žákům hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů, a tím si uvědomovat i užitečnost přírodovědných poznatků a jejich aplikací v praktickém životě. Zvláště významné je to, že při studiu přírody specifickými poznávacími metodami si žáci osvojují i důležité dovednosti. Jedná se především o rozvíjení dovednosti soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry.*“ [7]

Obsah učiva chemie na základní škole tvoří tato hesla:

- pozorování, pokus a bezpečnost práce (vlastnosti látek, zásady bezpečné práce, nebezpečné látky a přípravky)
- směsi (směsi a jejich vlastnosti, voda, vzduch)
- částicové složení látek a chemické prvky (složení látek, prvky, chemické sloučeniny)
- chemické reakce (chemické reakce, faktory ovlivňující rychlost reakcí)
- anorganické sloučeniny (oxidy, kyseliny a hydroxidy, soli kyslíkaté a bezkyslíkaté)
- organické sloučeniny (uhlovodíky, paliva, deriváty uhlovodíků, přírodní látky)
- chemie a společnost (chemický průmysl v ČR, průmyslová hnojiva, tepelně zpracovávané materiály, plasty a syntetická vlákna, detergenty a pesticidy, insekticidy, hořlaviny, léčiva a návykové látky). [7]

Rámcové vzdělávací programy tedy heslovitě uvádějí pouze okruhy, se kterými se mají žáci ve výuce seznámit, ale nikoli již jejich pořadí, obsah, rozsah a úroveň osvojení. Tyto témata a očekávané výstupy učitelé respektují, ale pro tvorbu ŠVP a reálnou výuku jsou obvykle málo dostačující. „Proto se základem pro stanovení obsahu a rozsahu učiva chemie stávají rozmanité učebnice.“ [6] Všechny používané učebnice na základní škole musí mít platnou doložku od MŠMT. Přehled učebnic chemie pro ZŠ s platnou doložkou MŠMT k 1. 1. 2023 uvádí Tabulka 1. [6]

Tabulka 1 Přehled učebnic chemie pro ZŠ s platnou doložkou MŠMT k 1. 1. 2023 – 1. část

Název učebnice	Autor	Nakladatelství	Rok vydání	Platnost doložky
Základy chemie 1 (učebnice a pracovní sešit)	Beneš, P.; Pumpr, V.; Banýr, J.	Fortuna	1996	04. 11. 2026
Základy chemie 2 (učebnice a pracovní sešit)	Beneš, P.; Pumpr, V.; Banýr, J.	Fortuna	1993	04. 11. 2026
Základy praktické chemie 1 pro 8. ročník ZŠ (učebnice a pracovní sešit)	Beneš, P.; Pumpr, V.; Banýr, J.	Fortuna	1999	04. 11. 2026
Základy praktické chemie 2 pro 9. ročník ZŠ (učebnice a pracovní sešit)	Beneš, P.; Pumpr, V.; Banýr, J.	Fortuna	2000	04. 11. 2026
Chemie pro 8. ročník ZŠ (učebnice a pracovní sešit)	Škoda, J.; Doulík, P.; Pánek, J.; Jodas, B.	Fraus	2018	28. 06. 2024
Chemie pro 9. ročník ZŠ (učebnice a pracovní sešit)	Škoda, J.; Doulík, P.; Šmídl, M.; Jodas, B.	Fraus	2018	28. 06. 2024
Chemie 8 pro základní školy a odpovídající ročníky nižšího gymnázia (učebnice a pracovní sešit)	Škoda, J.; Doulík, P. a kol.	Fraus	2018	12. 04. 2024
Chemie 9 pro základní školy a odpovídající ročníky nižšího gymnázia	Škoda, J.; Doulík, P. a kol.	Fraus	2018	23. 04. 2024
Chemie 8	Morbacherová, J.; Příhoda, J.	Nová škola - DUHA s.r.o.	2020	18. 11. 2025
Chemie 9	Morbacherová, J.; Příhoda, J.	Nová škola - DUHA s.r.o.	2020	29. 07. 2026
Chemie 8 - Úvod do obecné a anorganické chemie (učebnice a pracovní sešit)	Mach, J.; Plucková, I.; Šibor, J.	Nová škola, s.r.o.	2016	11. 02. 2027

Tabulka 2 Přehled učebnic chemie pro ZŠ s platnou doložkou MŠMT k 1. 1. 2023 – 2. část

Název učebnice	Autor	Nakladatelství	Rok vydání	Platnost doložky
Chemie 9 - Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů (pracovní sešit)	Plucková, I.; Šibor, J.	Nová škola, s.r.o.	2018	27. 02. 2024
Chemie 9 - Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů (učebnice)	Mach, J.; Plucková, I.; Šibor, J.	Nová škola, s.r.o.	2017	13. 07. 2023
Chemie I pro 8. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií (učebnice a pracovní sešit)	Karger, I.; Pečová, D.; Peč, P.	Prodos	2011	27. 02. 2023
Chemie II pro 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií (učebnice a pracovní sešit)	Pečová, D.; Karger, I.; Peč, P.	Prodos	2011	27. 02. 2023
Hravá chemie 8 (učebnice a pracovní sešit)	kol. autorů	TAKTIK International	2020	09. 02. 2028
Hravá chemie 9 (učebnice a pracovní sešit)	kol. autorů	TAKTIK International	2020	09. 02. 2028

3. Chemický pokus

Jak již bylo zmíněno v úvodu, chemie nepatří mezi nejoblíbenější předměty na základní škole. [10] Pro žáky bývá učivo příliš teoretické a většina probíraného učiva jim nedává smysl. Velmi záleží na učiteli, jak dokáže žáky aktivovat a především namotivovat. Pomoci vzbudit u žáků zájem a nadšení z chemie by mohlo zařazení pokusů do výuky. „Chemický pokus je významný didaktický prostředek, který žákům zprostředkovává přírodní zákonitosti, poskytuje empirické a posléze teoretické poznávání. Při chemických pokusech se žáci učí správně pozorovat a rozlišovat jevy podstatné od méně podstatných a rozvíjí své dovednosti i vědomosti a tím zároveň vytváří očekávané výstupy základního vzdělávání, tzv. kompetence.“ [11]

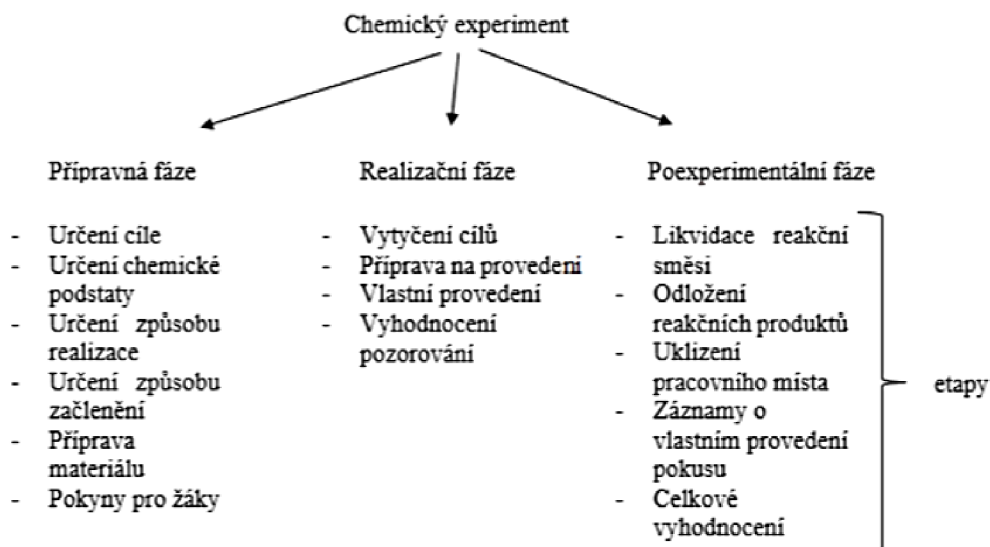
Význam pokusů ve výuce chemie můžeme z pohledu vyučujícího shrnout takto:

- motivace žáků k většímu zájmu o studium chemie, oživení výukové hodiny, aktivizace žáků
- zjišťování vlastností látek a zkoumání chemických dějů, ověřování, konkretizace a upevňování vědomostí
- rozvoj různorodých dovedností a schopností (manipulačních, pozorovacích, interpretačních, plánovacích, komunikačních)
- seznámení se s experimentováním jako součástí práce přírodovědce – získávání a ověřování informací, dokládání tvrzení empirickými důkazy, způsob poznání světa kolem nás. [12]

3.1. Obecná struktura chemického pokusu

Podle Prokší můžeme začleňování praktické výuky do hodin chemie rozdělit do tří základních směrů – praktistického, teoretického a pragmatického, přičemž každý z nich plní pozitivní úlohu ve vzdělávání. Praktistický směr využívá ve výuce výhradně pokusy z platných učebnic. Teoretický směr ve výuce využívá klíčové pokusy bez ohledu na jejich zařazení v platných učebnicích. Pragmatický směr, je střední cestou mezi předchozími dvěma směry. [2; 13]

Podstatou je, aby si učitelé uvědomili, že jeden chemický pokus lze různě upravovat a díky těmto úpravám jej lze začlenit do výuky různými způsoby, které se od sebe navzájem liší. K tomu, aby učitel mohl chemický pokus vhodně upravovat nebo sám chemický pokus vytvářet, je třeba chápat jeho obecnou strukturu, kterou autor rozděluje do tří fází, přičemž každá fáze má své další etapy viz Obrázek 1. [2; 13]



***Obrázek 1** Obecná struktura chemického pokusu
(převzato z PROKŠA, Miroslav. *Didaktika chemie - její současnost a perspektivy*. Brno: Masarykova univerzita, 1997. Sborník prací didaktiků chemie. ISBN 80-210-1487-3.)*

3.1.1. Přípravná fáze

Přípravnou fázi můžeme rozdělit na materiálovou a nemateriálovou. Materiálovou přípravou rozumíme přípravu chemického nádobí a všech dalších pomůcek (váhy, kahany, správně sestavená chemická aparatura) a přípravu potřebných chemikálií, případně množství chemikálií nebo roztoků přesné koncentrace. V nemateriálové přípravě musí učitel zvážit hned několik faktorů nezbytných pro správný a úspěšný průběh chemického pokusu. Nejprve si učitel musí vytyčit cíl, kterého chce daným pokusem docílit. Poté by měl zvážit, který z pokusů, splňující jeho cíl, by byl nejvhodnější vzhledem k jeho možnostem (didaktické hledisko, ekonomická a časová náročnost, dostupnost chemikálií, výraznost pozorovaných dějů, věk žáků a v neposlední řadě hygiena a bezpečnost práce). Po určení chemické podstaty experimentu následuje určení způsobu realizace, při kterém by měl učitel opět zvážit všechna výše zmíněná hlediska a zvolit nejschůdnější cestu (samotné provedení pokusu, anebo demonstrace pomocí videa). V momentě, kdy má učitel vybraný chemický pokus, následuje etapa začlenění pokusu do vyučování, tedy příprava materiálu a seznámení žáků s pokyny, vztahujících se ke správnému provedení pokusu. [2; 13]

3.1.2. Realizační fáze

Realizační fáze se týká provedení vybraného pokusu a konkretizace cílů. Nejprve jsou žáci seznámeni s pokusem a s jejich začleněním do experimentu, poté následuje samotná příprava na jeho provedení. Ta je velmi důležitá v momentě, kdy chemický pokus provádějí žáci. Vlastní realizace zahrnuje postupné provedení všech bodů pracovního postupu až k získání

výsledků. Načež navazuje vyhodnocení pozorovaných výsledků. Při realizaci demonstračního pokusu musí učitel správně sestavit aparaturu (z pohledu žáků ve směru chemické reakce) a správně pokus komentovat (jeho projev musí být přiměřený, učitel nesmí komentovat průběh pokusu podmiňovacím způsobem, pokud to nevyžadují zvláštní okolnosti, učitel neprozrazuje výsledek předem, při neúspěšné realizaci pokusu je nutno neúspěch zdůvodnit, nevnucovat žákovi to, co nevidí). [2; 13]

3.1.3. Poexperimentální fáze

Poexperimentální fáze (v některých zdrojích je označovaná jako hodnotící fáze) začíná ukončením pokusu a zahrnuje likvidaci reakční směsi, odložení reakčních produktů a uklizení pracovního místa. Je do ní začleněna také reflexe, která spočívá ve zhodnocení přínosu pokusu ve výuce učitelem a slouží k zaznamenání si postřehů a poznámek pro lepší příští provedení daného pokusu. Také se sem řadí hodnocení práce žáků v hodině a vyhodnocování výsledků jejich práce. Žák si musí udělat závěr z toho, co viděl a porovnat ho s teoretickými vědomostmi. [2; 13]

3.2. Rozdělení chemických pokusů

Chemické pokusy je možné dělit z řady hledisek, přičemž jeden pokus může spadat do více kategorií. Podle Kolorose můžeme pokusy dělit dle oboru, vnějších forem vyučování, vnitřních forem vyučování, gnozeologického hlediska, fáze vyučování, exaktnosti práce a hodnocení výsledků, vstupních látek, množství použitých látek nebo převládající laboratorní techniky.

1. Podle oboru:

- anorganická chemie
- organická chemie
- fyzikální chemie
- analytická chemie
- biochemie

2. Podle vnějších forem vyučování:

- povinná
 - hodiny základního typu
 - laboratorní cvičení
 - terénní cvičení

- volitelná
 - semináře
 - cvičení
 - nepovinná
 - zájmové činnosti
 - chemická olympiáda
 - středoškolská odborná činnost
 - domácí
3. Podle vnitřních forem vyučování:
 - demonstrační
 - žákovské
 4. Podle gnozeologického hlediska:
 - zjišťující, potvrzující, vysvětlující
 - ověřující
 - odporující
 - problémový
 - doplňující, ilustrující
 - aplikující
 - reprodukcující
 5. Podle fáze vyučování:
 - motivační
 - k osvojení učiva
 - k upevnění učiva a kontrole
 6. Podle exaktnosti práce a hodnocení výsledků:
 - kvalitativní
 - kvantitativní
 7. Podle vstupních látek:
 - pokusy s čistými látkami
 - pokusy se směsí
 8. Podle množství použitých látek:
 - makrotechnika
 - semimikrotechnika
 - mikrotechnika

9. Podle převládající laboratorní techniky:

- rozpouštění
- filtrace
- zahřívání
- destilace
- sublimace apod. [14]

4. Vyučovací metody

Vyučovací neboli didaktické metody zahrnují jak činnost učitele, tak činnost žáka. V současné době je charakterizujeme jako pomoc a rady učitele při osvojování vědomostí a dovedností žáků. Učitel musí být s těmito metodami dobře seznámen, aby ve vyučovacím procesu zvolil vhodnou metodu, vhodně je střídal nebo používal souběžně.

Chemický pokus můžeme zařadit hned do dvou vyučovacích metod. A to do metod názorně demonstračních a metod praktických. [15]

4.1. Názorně demonstrační metody

Tyto metody zaujímají při výuce chemie své specifické místo, jsou nezastupitelné a nelze je ve vyučovacím postupu vynechat. Spojují v sobě metodu předvádění (demonstrace) a metodu pozorování (observace). Předvádění je činnost prováděná za účelem pozorování. Pozorování je aktivní záměrná činnost žáků. Tyto metody umožňují, aby výuka pro žáky probíhala dostatečně konkrétně, zajímavě a přesvědčivě. Nejdůležitější formou pro výuku chemie z těchto metod je demonstrační pokus. [15]

4.1.1. Demonstrační provedení pokusu

Za demonstrační pokus považujeme takový pokus, který provádí jedna osoba. Ve výuce se jedná nejčastěji o učitele, ve výjimečných případech může demonstrační pokus předvést předem určený žák. Ten ale musí mít pokus dopředu vyzkoušen a musí být dodržena všechna bezpečnostní opatření. Zbytek žáků se do provedení nijak nezapojuje a pokus pouze pozoruje z lavic, jsou tedy pasivní. Učitelé zařazují do výuky demonstrační pokusy častěji než pokusy žákovské. Výhodou demonstračního pokusu je totiž značná úspora času a potřebného materiálu. Učitel také může demonstrovat pokus, který by žáci z bezpečnostních důvodů provést nemohli. Provedení pokusu musí učitel slovně okomentovat a společně s žáky pokus vyhodnotit. Za další variantu demonstračních pokusů považujeme i promítnutí chemického experimentu ve výuce. [11; 12; 15]

Charakteristická činnost žáka: sleduje průběh pokusu, zaznamenává viděné, klade otázky.

Charakteristická činnost učitele: provádí pokus, komentuje činnosti a děje, zdůrazňuje podstatné, odhaluje souvislosti, závislosti a návaznosti, připomíná limity, formuluje závěry. [16]

4.2. Praktické metody

Praktické metody neboli praktické metody činnosti žáků jsou charakteristické zapojením motoriky. Nejdůležitější jsou tyto metody právě pro výuku chemie, patří do nich kromě žákovských experimentů také práce s molekulovými modely či mikroskopem. [15]

4.2.1. Žákovské provedení pokusu

Při tomto provedení pokusu provádí praktickou činnost sami žáci, a to buď každý samostatně nebo ve dvojicích, popřípadě v malých skupinkách. Znamená to tedy, že žáci jsou aktivní a zaujatí pro práci. Pro učitele je tento způsob výuky náročnější na přípravu pomůcek i potřebný čas, ale nabízí žákům osobní zkušenost pomocí jejich vlastní práce. Tato praktická činnost vede k lepšímu pochopení učiva. Nevýhodou je zvyšující se riziko úrazu. Neexistuje žádný zcela bezpečný chemický pokus, vždy se může něco pokazit, ovšem volbou vhodného pokusu, použitím co nejmenšího množství chemikálií a důsledným vedením žáků k dodržování pokynů bezpečné práce a používáním ochranných pomůcek lze toto riziko minimalizovat. Žákovský pokus může být proveden v běžné vyučovací hodině, častěji ovšem v laboratorním cvičení. Před samotným provedením pokusu žáky by si měl učitel sám experiment vyzkoušet a přizpůsobit ho technickému zázemí školy i schopnostem svých žáků. Pokus by neměl porušovat bezpečnostní pravidla podle zákonů 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví, 356/2003 Sb. O chemických látkách a chemických přípravcích a 345/2005 Sb. (novela zákona 356/2003 Sb.). [12]

Ve vyučovacím procesu má žákovský pokus tři základní funkce:

1. Informativní funkce – pokus je zdrojem mnoha informací a slouží k ověření a upevnění teoretických poznatků. Při provádění pokusu žáci získávají kromě nových poznatků (např. o vlastnostech a reaktivitě látek) i nové dovednosti (např. dovednost organizovat si práci, vyvozovat závěry, aj.).

2. Formativní funkce – experimentální práci také formují své morální vlastnosti (jako je pečlivost, ukázněnost, odpovědnost, smysl pro pořádek). V této fázi je velmi důležité,

aby byl učitel důsledný v kontrole pracovní činnosti žáků, jinak by se mohli naučit pracovat nedbale, nepoctivě a nedodržovat zásady bezpečné práce.

3. Metodologická (gnoseologická) funkce – u žáků slouží tato fáze k uvědomění si vztahu mezi experimentálním výsledkem a teorií, složitosti reality, reprodukovatelnosti experimentu a ovlivnění výsledků použitím různých podmínek.

Nejčastěji učitelé ve výuce chemie volí frontální žákovské pokusy, při kterých žáci pod bezprostředním vedením učitele provádí stejné operace ve stejnou dobu. Nevýhodou je omezení pouze na krátké pokusy a pomalé tempo práce, protože se musíme řídit podle nejpomalejších žáků. Výhodou je, že učitel může dávat rady a doplňující informace hromadně všem žákům a reagovat na aktuální situaci.

V laboratorních cvičeních převládají simultánní pokusy žáků, při kterých všichni žáci provádí stejnou práci, ovšem každý svým vlastním tempem nezávisle na tempu spolužáků. Žáci pracují podle písemných pracovních návodů. Potřebné informace a pokyny o bezpečnosti práce dostávají žáci před zahájením vlastní práce. Učitel během práce žáky sleduje a poskytuje jim individuální rady a pomoc. [15]

5. Výběr pokusu

Učitelé chemie si ale často kladou otázku, jaký pokus do výuky mají zařadit a jaký naopak vynechat. Realizace chemického pokusu ve výuce je ovlivněna několika specifickými faktory, z nichž nejdůležitější je bezpečnost pokusu, dále pak časová náročnost, ekonomická náročnost, vybavenost dané školy a věk žáků. [12]

5.1. Bezpečnost chemického pokusu

Bezpečnost pokusu má pro výběr demonstračního i žákovského pokusu rozhodující význam. Učitel nesmí zapomenout na to, že musí být bezpečný jak pro žáky, tak pro něj samotného. Je nezbytné volit takové provedení pokusu, které bude v daných podmínkách bezpečné.

Každá chemická látka nebo směs má své specifické vlastnosti, které mohou být pro člověka a životní prostředí nebezpečné. Všechny láhve a nádoby, ve kterých jsou uchovávány chemické látky nebo jejich směsi, mají na obalu kromě chemického nebo obchodního názvu a informací o výrobcí či dodavateli povinně uvedené informace o konkrétních bezpečnostních rizicích ve formě výstražného symbolu (viz Obrázek 2), signálního slova a H-vět, dále základní pravidla pro bezpečné nakládání s látkou a P-věty.

H-věty poskytují informace o nebezpečnosti, P-věty jsou standardizované pokyny pro bezpečné zacházení s chemickými látkami a jejich směsmi. Všechny tyto informace musí být na obalu uvedeny výrazně, čitelně a v českém jazyce. Veškeré podrobné informace o chemických látkách jsou obsaženy v jejich bezpečnostních listech. [12]



Obrázek 2 Výstražné symboly nebezpečnosti podle nařízení (ES) č. 1272/2008

5.2. Věk žáků

Dalším důležitým aspektem je věk žáků. Legislativa pro nakládání s chemickými látkami rozlišuje tyto 3 kategorie – žáci do 15 let, mladiství žáci ve věku 15 až 18 let, dospělí žáci a studenti. V osmé a deváté třídě, kdy je chemie vyučována, je většinou žákům 13 až 15 let. Uvážíme-li, že třída je různorodá (některým žákům je 15 let až na konci školního roku) je nejlepší do výuky na základní škole zařazovat pouze ty pokusy, které splňují kritéria bezpečnosti pro žáky do 15 let.

Žáci do 15 let mohou bez omezení nakládat s potravinami a s běžně dostupnými látkami, jejichž prodej a používání není nijak omezen. Dále mohou pod dohledem odpovědné osoby pracovat s látkami a přípravky, které jsou součástí chemických hraček. Podle Zákona o ochraně veřejného zdraví 258/2000 Sb., §44a žáci mladší 15 let nesmí pracovat s látkami klasifikovanými jako akutně toxické (kategorie 1, 2, a 3), toxické pro specifické cílové orgány po jednorázové nebo opakované expozici (kategorie 1) a žíravé (kategorie 1). [12]

V Tabulce 2 nalezneme seznam chemických látek a jejich maximální množství, které podle České státní normy (ČSN EN 71-4 ed. 2 Bezpečnost hraček – Část 4: Soupravy pro chemické pokusy a podobné činnosti) splňují kritéria bezpečnosti chemických hraček, tudíž mohou být využity při žákovských experimentech žáky mladšími 15 let.

Tabulka 2 Maximální množství chemických látek, směsí a indikátorů pro chemické soupravy a jejich označení – 1. část

Chemická látka/směs	Maximální množství v soupravě	GHS symbol	Signální slovo	Číslo CAS
Aktivní uhlí	100 g	-	-	7440-44-0
Bezolovnatá pájka	100 g	-	-	-
Bromid draselný	15 g	GHS07	Varování	7758-02-3
Citronan sodný	600 g	-	-	6132-04-3
Disiřičitan sodný	10 g	GHS05, GHS07	Nebezpečí	7681-57-4
Dusičnan stříbrný (0,01 g/ml hmot. koncentrace vodného roztoku)	10 ml	GHS05, GHS07, GHS09	Varování	7761-88-8
Dusičnan vápenatý	5 g	GHS03, GHS05, GHS07	Nebezpečí	10124-37-5
Eosin	1 g	GHS07	Varování	17372-87-1
Fenolová červeň	1 g	GHS07	Varování	143-74-8
Glycerin (obsah vody nejméně 15 %)	25 g	-	-	56-81-5
Hexakyanidoželezitan draselný	10 g	GHS07	Varování	13746-66-2
Hexakyanidoželeznatan draselný	10 g	-	-	13943-58-3
Hexamethylentetramin (tuhé palivo)	10 g	GHS02, GHS07	Varování	100-97-0
Hořčík, proužek	3 g	GHS02	Varování	7439-95-4
Hydrogenfosforečnan sodnoamonný	5 g	-	-	13011-54-6
Hydrogensíran sodný	30 g	GHS05	Nebezpečí	7681-38-1
Hydrogenuhlíčitan sodný	50 g	-	-	144-55-8
Hydroxid vápenatý	20 g	GHS05, GHS07	Nebezpečí	1305-62-0
Chlorid amonný	30 g	GHS07	Varování	12125-02-9
Chlorid cínatý	15 g	GHS05, GHS07, GHS08, GHS09	Nebezpečí	7772-99-8
Chlorid sodný	100 g	-	-	7647-14-5
Chlorid vápenatý	10 g	GHS07	Varování	10043-52-4

Tabulka 2 Maximální množství chemických látek, směsí a indikátorů pro chemické soupravy a jejich označení – 2. část

Chemická látka/směs	Maximální množství v soupravě	GHS symbol	Signální slovo	Číslo CAS
Chlorid železitý	10 g	GHS05, GHS07	Nebezpečí	7705-08-0
Jod (0,025 g/ml hmot. koncentrace ve vodném roztoku) v jodidu draselném	10 ml	GHS08	Varování	7553-56-2
Jodid draselný	10 g	GHS08	Nebezpečí	7681-11-0
Jodová tinktura (0,025 g/ml hmot. koncentrace ethanolového roztoku)	10 ml	GHS02, GHS07, GHS08	Nebezpečí	7553-56-2
Kyselina citronová	20 g	GHS07	Varování	77-92-9
Kyselina citronová	100 g	GHS07	Varování	77-92-9
Kyselina jablečná	60 g	GHS07	Varování	6915-15-7
Kyselina vinná	20 g	GHS05	Nebezpečí	87-69-4
Kyselina vinná	60 g	GHS05	Nebezpečí	87-69-4
Lakmus červený	1 g	-	-	1393-92-6
Lakmus modrý	1 g	-	-	1393-92-6
Laktóza	100 g	-	-	63-42-3
Luminol (5% (m/m) ve směsi se síranem sodným)	3 g	-	-	521-31-3
Manganistan draselný (od 12 let)	15 g	GHS03, GHS07, GHS08, GHS09	Nebezpečí	7722-64-7
Manganistan draselný ve směsi se síranem sodným (1:2) (m/m)	10 g	GHS03, GHS07, GHS08, GHS09	Nebezpečí	-
Měděný plech	100 g	-	-	7440-50-8
Methylenová modř	1 g	GHS07	Varování	61-73-4
Methyloranž (15% (m/m) ve směsi se síranem sodným)	3 g	GHS07	Varování	547-58-0
Močovina	10 g	-	-	57-13-6
Ninhydrin	1 g	GHS07	Varování	485-47-2
Octan sodný	20 g	-	-	127-09-3
Octan sodný	100 g	-	-	127-09-3
Oxid mangančitý	5 g	GHS07, GHS08	Nebezpečí	1313-13-9
Oxid měďnatý	10 g	GHS07, GHS09	Varování	1317-38-0
Oxid vápenatý	10 g	GHS05, GHS07	Nebezpečí	1305-78-8
Pepsin A	10 g	GHS07, GHS08	Nebezpečí	9001-75-6
Roztok křemičitanu sodného (SiO ₂ :Na ₂ O > 2)	100 ml	GHS05	Nebezpečí	1344-09-8

Tabulka 2 Maximální množství chemických látek, směsí a indikátorů pro chemické soupravy a jejich označení – 3. část

Chemická látka/směs	Maximální množství v soupravě	GHS symbol	Signální slovo	Číslo CAS
Síra	15 g	GHS07	Varování	7704-34-9
Síran hlinitodraselný	10 g	-	-	10043-64-1
síran hořečnatý	25 g	-	-	7487-88-9
Síran manganatý	15 g	GHS05, GHS08, GHS09	Nebezpečí	7785-87-7
Síran měďnatý	15 g	GHS05, GHS07, GHS09	Nebezpečí	7758-98-7
Síran sodný	100 g	-	-	7757-82-6
Síran vápenatý	100 g	-	-	7778-18-9
Síran zinečnatý (heptahydrát)	20 g	GHS05, GHS07, GHS09	Nebezpečí	7446-20-0
Síran železitoamonný	5 g	GHS05	Nebezpečí	10138-04-2
Síran železnatý	10 g	GHS07	Varování	7720-78-7
Tanin	15 g	-	-	1401-55-4
Thiosíran sodný	50 g	-	-	7772-98-7
Thymolová modř	1 g	-	-	76-61-9
Uhlíčitan amonný	5 g	GHS07	Varování	10361-29-2
Uhlíčitan sodný	50 g	GHS07	Varování	497-19-8
Uhlíčitan vápenatý	100 g	-	-	471-34-1
Univerzální indikátorový papírek	1 balíček	-	-	-
Vinan sodno-draselný	600 g	-	-	6381-59-5
Zinek práškový (stabilizovaný)/granulovaný	20 g	GHS09	Varování	7440-66-6
Železné piliny	100 g	GHS02	Varování	7439-89-6
Železný prášek	100 g	GHS02	Nebezpečí	7439-89-6

5.3. Časová náročnost pokusu

Jedna vyučovací hodina na základní škole trvá 45 minut. Proto je do výuky vhodné zařazovat převážně krátkodobé pokusy, které mají dobu provedení maximálně do 15 minut. Časově náročnější pokusy mohou být zařazeny např. do laboratorního cvičení. Při výběru experimentu musí učitel uvažovat i čas potřebný k přípravě chemického pokusu před samotnou výukou. Ten je často delší než čas realizační. [12]

5.4. Ekonomická náročnost

V současné době se stále více klade důraz na ekonomickou nenáročnost školních chemických pokusů ve výuce. Především pak žákovských pokusů. Tento trend je způsoben cenou chemikálií potřebných k provedení. Důležitá je také spotřeba energií a vody. [12]

5.5. Vybavenost školy

Nejvhodnějším místem pro provádění chemických pokusů je samozřejmě vybavená chemická laboratoř. Bohužel ne každá základní škola má svoji školní laboratoř nebo speciální místnost pro výuku přírodovědných předmětů. Často výuka probíhá pouze v obyčejné školní třídě. [12]

5.5.1. Školní chemická laboratoř

Jako chemickou laboratoř označujeme prostor pro nejrůznější chemické práce. Pokud škola má školní laboratoř, nabízí se učitelům více pokusů, které může do výuky zařadit. Při práci ve školní chemické laboratoři je nutné řídit se normou ČSN 01 8003 Zásady pro bezpečnou práci v chemických laboratořích. Tato norma stanovuje zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v chemické laboratoři. Vztahuje se také na školní laboratoře a jejich zázemí. Dále norma určuje i povinné vybavení laboratoře:

- provozní řád laboratoře (v písemné podobě, vyvěšený na viditelném a dobře dostupném místě)
- bezpečnostní listy
- hasící prostředky
- ochranné osobní pomůcky
- přívod pitné vody
- lékárnička s prostředky pro poskytnutí první pomoci
- přenosná svítidla (pokud není laboratoř vybavena nouzovým osvětlením)
- prostředky pro likvidaci náhodného úniku používaných látek. [12]

Každá laboratoř by měla být dobře větraná, suchá a kvalitně osvětlená. Vybavení laboratoře nábytkem, laboratorními pomůckami a přístroji pak závisí na finančních možnostech dané školy. K základnímu vybavení patří pracovní laboratorní stoly (většinou se zásuvkami a prostorem k sloužícím pro uložení běžných pracovních pomůcek). Často jsou stoly vybaveny i zabudovaným rozvodem vakua, vody a elektřiny. Deska stolu by měla být odolná proti působení většiny chemikálií a tepla. Neměla by chybět funkční digestoř, dále pak židle, police

na pracovní roztoky, skříně pro skladování chemického nádobí a dalších pomůcek, lednička a samozřejmě výlevka. Zařízení laboratoře by nebylo úplně bez plynového nebo lihového kahanu, elektrického vařiče nebo topného hnízda, magnetických míchaček a elektronických vah. V dnešní době je nedílnou součástí laboratoře počítač s přístupem k internetu a pokrytí Wi-Fi připojením.

Školní laboratoř by neměla být volně přístupná, žáci do ní mohou vstupovat pouze pod dohledem učitele. Před vstupem do laboratoře je vhodné vyhradit prostor, v němž si mohou žáci odložit jídlo, pití a další své věci, které nejsou potřebné pro výuku.

Od prostoru laboratoře by měl být oddělen sklad chemikálií. Sklad se nechává zamčený, žáci ani nikdo nepovoláný do něj nemá přístup. Skladování chemikálií je definováno v platné legislativě (Zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb., §44a) a příslušných bezpečnostních listech. [11; 12]

5.5.2. Laboratorní pomůcky

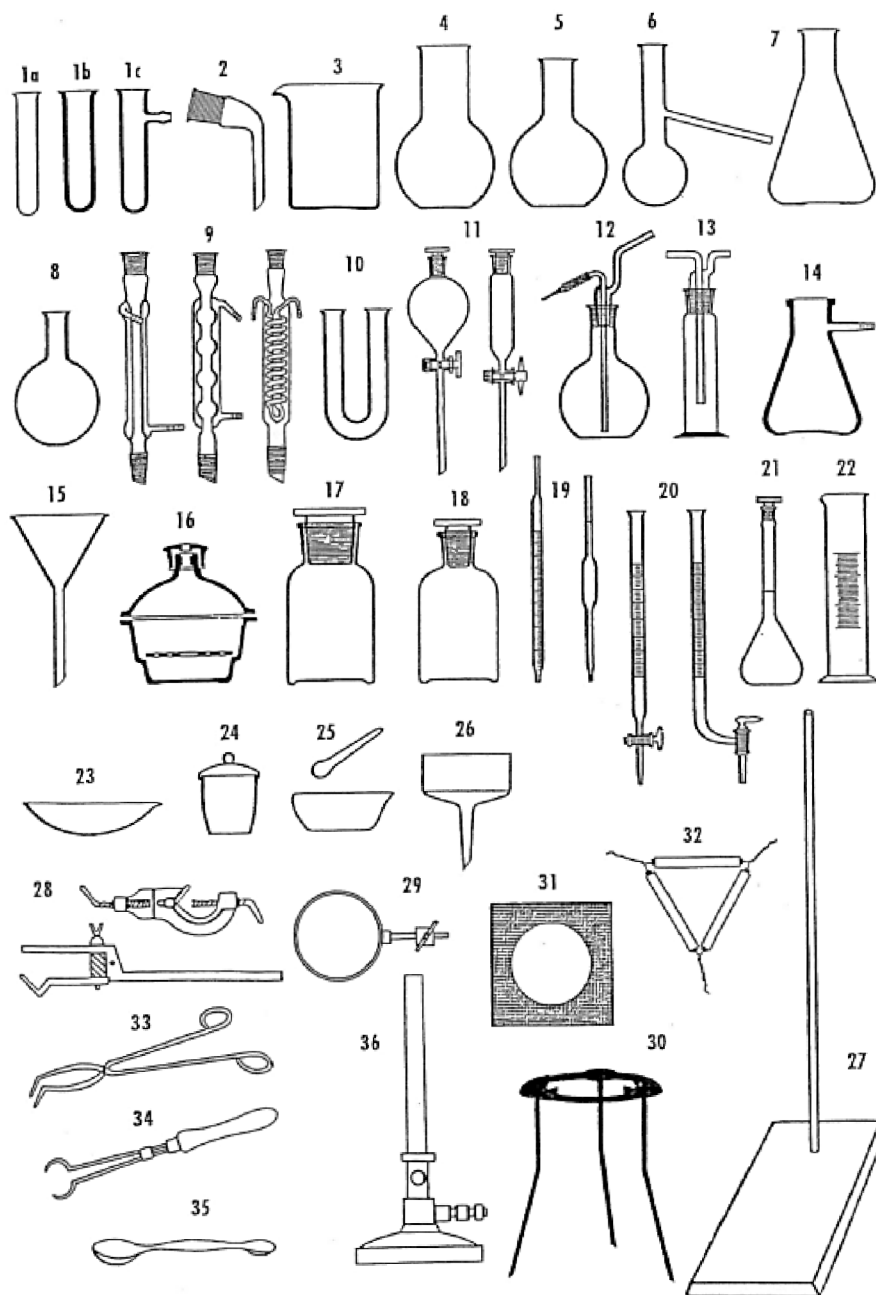
Jako laboratorní pomůcky označujeme všechny předměty používané v chemické laboratoři. K základnímu materiálnímu vybavení laboratoře patří chemické sklo, porcelánové nádobí, kovové, plastové a pryžové a konstrukční pomůcky. Toto vybavení slouží k sestavování aparatur. Při výběru laboratorních pomůcek je důležitým kritériem druh prováděné práce nebo množství používaných látek. V Tabulce 3 nalezneme přehled laboratorního skla, nádobí a pomůcek, které může být v pracovním stole a jejich použití. Vyobrazení tohoto skla a pomůcek nalezneme na Obrázku 3.

Tabulka 3 Přehled laboratorního skla, nádobí a pomůcek a jejich použití – 1. část

Číslo na Obrázku 3	Varné sklo	Použití
1a	zkumavka	příprava a práce s roztoky malých objemů
1b	těžkotavitelná zkumavka	zahřívání pevných látek
1c	odsávací zkumavka	příprava malého množství plynů, filtrace
2	alonž	součást destilační aparatury
3	kádinka	příprava roztoků a práce s nimi
4	titrační baňka	titrační stanovení
5	varná baňka	zahřívání roztoků nebo směsí pevných látek
6	frakční baňka	příprava plynů, součást destilační aparatury
7	Erlenmayerova baňka	příprava roztoků a práce s nimi
8	destilační baňka	součást destilační aparatury
9	chladič	součást destilační aparatury
10	U trubice	elektrolýza, reakce plynů s pevnými látkami

Tabulka 3 Přehled laboratorního skla, nádobí a pomůcek a jejich použití – 2. část

Číslo na Obrázku 3	Technické sklo	Použití
11	dělicí nálevka	příprava plynů, dělení dvou nemísitelných kapalin
12	stříčka	příprava roztoků a vymývání nádobí
13	promývací baňka	jímání a sušení plynů
14	odsávací baňka	filtrace za sníženého tlaku
15	nálevka	filtrace za normálního tlaku
16	exsikátor	sušení látek
17	prachovnice	ukládání pevných látek
18	reagenční láhev	ukládání roztoků
Číslo na Obrázku 3	Odměrné sklo	Použití
19	pipety	odměřování malých objemů kapalin
20	byrety	titrační stanovení
21	odměrná baňka	příprava roztoků dané koncentrace
22	odměrný válec	odměřování objemů kapalin
Číslo na Obrázku 3	Porcelánové nádobí	Použití
23	odpařovací miska	zahuštění roztoků a krystalizace
24	žihací kelímek	žihání pevných látek
25	třecí miska s tloučkem	rozmělnování pevných látek
26	Büchnerova nálevka	filtrace za sníženého tlaku
Číslo na Obrázku 3	Laboratorní pomůcky	Použití
27	stojan	sestavování a upevňování jednotlivých částí aparatury
28	držáky a svorky	sestavování a upevňování jednotlivých částí aparatury
29	kruh	sestavování a upevňování jednotlivých částí aparatury
30	trojnožka	sestavování a upevňování jednotlivých částí aparatury
31	síťka s keramickou vložkou	zahřívání skleněných a porcelánových nádob
32	triangl (trojhran)	zahřívání porcelánových kelímků
33	chemické kleště	přenášení nádobí a chemikálií
34	držák na zkumavky	držení zkumavek při zahřívání
35	lžičky na chemikálie	nabírání pevných látek
36	kahan	zahřívání



Obrázek 3 Laboratorní sklo a pomůcky

(převzato z ČTRNÁCTOVÁ, Hana, Josef HALBYCH, Jiří HUDEČEK a Jana ŠMÍDOVÁ. *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. 1. vydání. Praha: PROSPEKTRUM, 2000. ISBN 80-7175-071-9, str. 9.)

V neposlední řadě je také důležité zmínit i filtrační papír, jehož využití v laboratoři je velmi široké.

Od prostoru laboratoře by měl být oddělen sklad chemikálií. Sklad se nechává řádně zabezpečený, žáci ani nikdo nepovolaný do něj nemá povolen přístup. Skladování chemikálií je definováno v platné legislativě a příslušných bezpečnostních listech. [11; 12; 17; 18]

5.6. Pokusy v běžné třídě

Jak již bylo zmíněno, řada základních škol nemá vybavenou laboratoř. Často učitelé nemají k dispozici ani dostatek vhodných pomůcek pro výuku. Pokusy ale do výuky chemie neodmyslitelně patří, a proto je potřeba hledat způsoby, jak experimenty provést, nikoli důvody, proč to nejde. Učitel by tedy měl zvážit provádění pokusů i v běžné třídě. Často se rozhodne pouze pro pokus demonstračního charakteru, ovšem i v obyčejné třídě lze provádět žákovské experimenty. Ještě před samotným provedením pokusu ve třídě, je potřeba zamyslet se nad jiným uspořádáním třídy, vhodnou volbou pokusu a zajištěním potřebných materiálů a úklidu.

Při práci s plnou třídou žáků obvykle není možné, aby pracoval každý žák nebo dvojice žáků samostatně. Proto je nutné lavice ve třídě přestavět tak, aby vznikly pracovní místa, u kterých budou žáci pracovat ve čtveřicích či pěticích. Stěhování lavic by v hodině zabralo příliš času, proto je vhodné požádat o něj žáky o přestávce.

Pokud chce učitel předvést pouze demonstrační pokus, musí myslet na to, že by měl být pro žáky názorný a dobře viditelný, a to i pro žáky sedící v zadních lavicích. Tento problém lze eliminovat například vyvýšením pracovního místa, kde experiment probíhá, dále pak optickými metodami (vhodným bočním nebo spodním osvětlením). Nejjednodušší metodou pro lepší názornost je v dnešní době bezpochyby projekce a promítnutí pokusu na bílé plátno nebo televizní monitor.

Každý pokus ovšem ve třídě provést nelze. Někdy kvůli velkému počtu pomůcek, které by nešlo přestěhovat, nebo kvůli využívání laboratorních operací, které nelze ve třídě provést, nejčastěji ovšem kvůli bezpečnostnímu riziku. Existuje ale celá řada jednoduchých pokusů se základními pomůckami, které lze provést i v běžné třídě.

Pro transport pomůcek a chemikálií do třídy lze využít pevné košíky nebo plastové boxy. Velkou výhodou je, když má každá pracovní skupina připravený svůj box s veškerými pomůckami. Pokud by hrozilo zašpinění nebo poničení lavic, je lepší zakrýt je omyvatelným ubrusem. V rámci úklidu obvykle stačí umytí lavic vlhkými papírovými utěrkami nebo hadříkem a opláchnutí skleněných pomůcek pod tekoucí vodou. [11; 12; 13; 19]

5.7. Kartotéka chemických pokusů

Kartotéka chemických pokusů slouží učitelům jako pomůcka při výuce chemie a při přípravě na hodinu chemie. Jinými slovy se jedná o systematickou databázi školních experimentů, která je mnohdy výsledkem dlouholetého sběru materiálů ze všech oborů chemie

během pedagogické praxe. Učitel v ní má zaznamenány všechny údaje, které jsou nezbytné pro techniku a metodiku vybraných experimentů, včetně zásad bezpečnosti práce. První kartotéku chemických experimentů si budoucí učitelé většinou zakládají již při studiu na vysoké škole v rámci praktických cvičení, která jsou zaměřena na školní pokusy. Každý pokus má být zaznamenán na samostatném kartotéčním listu. Úprava kartotéčního listu je individuální, ale všechny kartotéční listy musí být strukturovány stejným způsobem a obsahovat tyto informace:

- téma, název pokusu, didaktický cíl pokusu
- způsob provedení (Ž – žákovský, D – demonstrační, vhodný jako D i Ž)
- časová náročnost pokusu
- pomůcky a chemikálie včetně optimálního množství a koncentrace látek
- princip pokusu, zobecnění výsledku
- postup (technika provedení, pozorované jevy), nákres aparatury (dle potřeby)
- bezpečnostní pokyny
- poznámky k technice a metodice pokusu
- vlastní poznámky z výuky

Karta může mít i zadní stranu, na kterou se doporučuje psát doplňující informace jako jsou různé varianty pokusu, přehled jiných způsobů přípravy prvku či sloučeniny, motivační náměty a použitou literaturu. Zbylé volné místo na zadní straně lze využít k případné aktualizaci experimentu.

Pro lepší orientaci v kartotéce chemických experimentů se doporučuje zavést číslování jednotlivých karet, což umožňuje učitelům lepší a snazší vyhledávání konkrétního experimentu. Kartotéka může být také rozdělena např. podle jednotlivých odvětví chemie (obecná, anorganická, organická, analytická, fyzikální chemie a biochemie) a ty následně na jednotlivé tematické celky (vodík, kyslík, kovy, nekovy, uhlovodíky atd.). Velikou výhodou takto uspořádané kartotéky je, že se může neustále obměňovat a doplňovat.

Dříve si učitelé vedli kartotéku pouze v papírové podobě, v dnešní době je velice dobré mít kartotéku také v podobě elektronické (snadnější vyhledávání karet, jednoduchá možnost obměny karet a doplňování informací, při ztrátě možnost znovu vytisknout). [12; 15; 20]

PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části bylo vybráno 25 chemických pokusů, které jsou vhodné pro žákovské provedení na základních školách a při volnočasových aktivitách. Pokusy jsou rozděleny podle osnov platného Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání, které nalezneme na stránkách MŠMT. Rámcový vzdělávací program slouží jako předloha pro tvorbu ŠVP základních škol. Ke každé oblasti RVP jsou navrženy minimálně 2 vhodné žákovské pokusy. Tudiž navržené experimenty tematicky pokrývají celé 2 roky výuky chemie na základních školách. Byly vybrány i pokusy, které se nemusí provádět pouze v laboratoři, ale mohou být bez problému realizovány v běžné třídě.

Všechny uvedené pokusy a pracovní postupy byly demonstračně vyzkoušeny v laboratoři, přičemž byla ověřena bezpečnost, časová náročnost pokusu a ověřena funkčnost pracovního postupu. Následně byl ke každému pokusu vypracován kartotéční list, který se skládá z následujících částí: název pokusu, provedení (Ž, D), časová náročnost, potřebné pomůcky a chemikálie, princip, pracovní postup, pozorování, bezpečnost, poznámky. V poznámkách učitel nalezne tipy a vychytávky k pokusům nebo jiné chemikálie, se kterými lze pokus také provést.

Každý pokus byl zaznamenán na fotografiích. Vzniklé fotografie byly roztříděny do složek. Každá složka obsahuje fotografie jednoho pokusu a je pojmenovaná zcela totožně, jako je pokus pojmenován na kartotéčním listu. Pokusy, jejichž průběh lze na fotografiích hůře zaznamenat, byly zpracovány formou videa. Video jsou dostupná pomocí QR kódu a webových odkazů, které byly vloženy na příslušné kartotéční listy. Zároveň byla všechna videa zveřejněna na facebookových a instagramových stránkách Chemického spolku UP, v rámci pro tyto účely speciálně vytvořeného Týdne s pokusy ([#tydenspokusy](#)).

6.1. Seznam potřebných chemických látek

Manganistan draselný KMnO_4 , destilovaná voda, chlorid sodný NaCl , krystalový cukr, živočišné uhlí, potravinářské barvivo, ovocný džus, zrnka kávy, pentahydrát síranu měďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, ocet, hydrogenuhličitan sodný NaHCO_3 , saponát (mycí přípravek na nádobí), uhličitan sodný NaCO_3 , pekařské kvasnice, fenolftalein, karbid vápenatý CaC_2 , ethanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, kakao, prací prášek, kohoutková voda, minerální voda, tuhé mýdlo, rostlinný olej, tabletky vitamínu C, škrobový maz, kapky obsahující jod (JOX kapky), 10% roztok peroxidu vodíku H_2O_2 .

6.2. Seznam potřebných pomůcek

Alobal, vodové fixy, alonž, zápalky, bavlněný provázek, zátky na zkumavky, bílá křída, zkumavky, bílé bavlněné hadříky 3 ks, železné kleště, brambor, železný hřebík, citron, čajová svíčka, destilační baňka s kulatým dnem, Erlenmayerova baňka, filtrační kruh, filtrační nálevka, filtrační papír, gumová rukavice, gumové hadičky, kádinky, kamínky 2 ks, krystalizační miska, laboratorní lžička, laboratorní předvážky, laboratorní stojan, laboratorní teploměr, laboratorní vaříč, led.

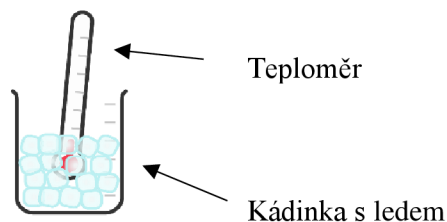
6.3. Seznam pokusů rozdělený dle platného RVP ZŠ

- I.** Pozorování, pokus a bezpečnost práce (vlastnosti látek, zásady bezpečné práce, nebezpečné látky a přípravky)
 - a) Pozorování teploty tání
 - b) Ovlivnění rychlosti rozpouštění látek
- II.** Směsi (směsi a jejich vlastnosti, voda, vzduch)
 - a) Absorpční vlastnosti uhlíku
 - b) Chromatografie na křídě
 - c) Porovnání objemu teplého a studeného vzduchu
 - d) Destilace ovocného džusu
 - e) Sublimace kofeinu
- III.** Částicové složení látek a chemické prvky (složení látek, prvky, chemické sloučeniny)
 - a) Vytěsňování mědi železem
 - b) Difuze manganistanu draselného
- IV.** Chemické reakce (chemické reakce, faktory ovlivňující rychlost reakcí)
 - a) Mávající rukavice
 - b) Pěnicí příšera
 - c) Volná krystalizace modré skalice
- V.** Anorganické sloučeniny (oxidy, kyseliny a hydroxidy, soli kyslíkaté a bezkyslíkaté)
 - a) Jak vznikají krápníky?
 - b) Hasící přístroj
 - c) Příprava ethanolu kvašením

- VI.** Organické sloučeniny (uhlovodíky, paliva, deriváty uhlovodíků, přírodní látky)
- a) Příprava ethynu
 - b) Faraonovi hadi
 - c) Dělení listových barviv
 - d) Tajné písmo
 - e) Obsahuje brambor katalasu?
- VII.** Chemie a společnost (chemický průmysl v ČR, průmyslová hnojiva, tepelně zpracovávané materiály, plasty a syntetická vlákna, detergenty a pesticidy, insekticidy, hořlaviny, léčiva a návykové látky)
- a) Výroba vlákna z PET láhve
 - b) Jak se pere v tvrdé vodě?
 - c) Stanovení tvrdosti vody
 - d) Důkaz redukčních účinků vitamínu C
 - e) Jak se zbavit mastnoty?

Pomůcky:

- Kádinka
- Laboratorní teploměr
- Třecí miska s tloučkem
- Laboratorní lžička

Nákres aparatury:Chemikálie:

- Chlorid sodný NaCl (kuchyňská sůl)
- Led

Princip:

Když led taje, v roztáté vodě se rozpouští sůl a spotřebovává se okolní teplo. Tání ale probíhá rychleji a okolí nestihne teplo dodávat, proto vzniknou ve směsi velmi nízké teploty. Čím lépe je směs promíchána, tím je teplota nižší. [11]

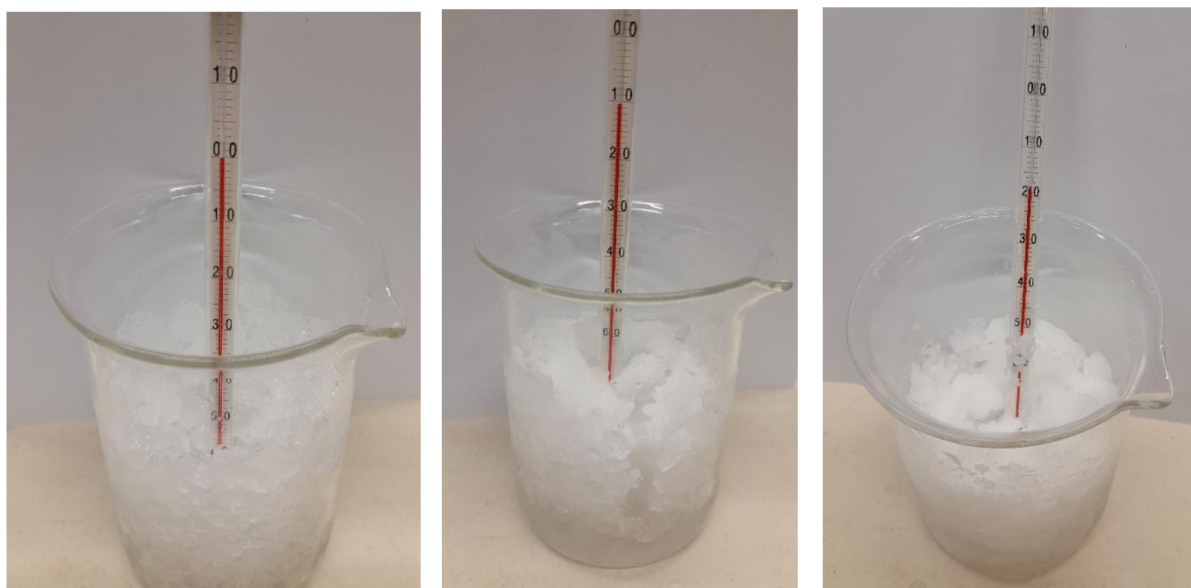
Pracovní postup:

1. V třecí misce rozdrťme led na menší kusy.
2. Kádinku naplníme zhruba do poloviny ledovou tříští.
3. Do kádinky vložíme teploměr a změříme teplotu. Hodnotu teploty si zaznamenáme.
4. Na ledovou tříšť nasypeme 2 lžičky chloridu sodného.
5. Bez míchání změříme teplotu a zaznamenáme si ji.
6. Důkladně promícháme a znovu vložíme teploměr a změříme teplotu.
7. Porovnáme naměřené hodnoty.

Pozorování:

Teplota směsi vody a ledu s chloridem sodným je výrazně nižší než teplota čisté látky (ledu). Důvodem je, že vodné roztoky látek mají nižší teplotu tání než čistá voda (rozpuštědlo). Tento jev označujeme jako kryoskopický efekt.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Při nízkých teplotách v kádince s NaCl dáváme pozor na vznik omrzlin.
- Pracujeme v ochranných brýlích.

Poznámky:

- Pokus můžeme provádět i s chloridem draselným.

Tabulka:

	Ledová tříšť	Led a sůl (bez míchání)	Led a sůl (po promíchání)
Teplota (° C)	0	-10	cca -20

I. b) Ovlivnění rychlosti rozpouštění látek Ž 10 minut

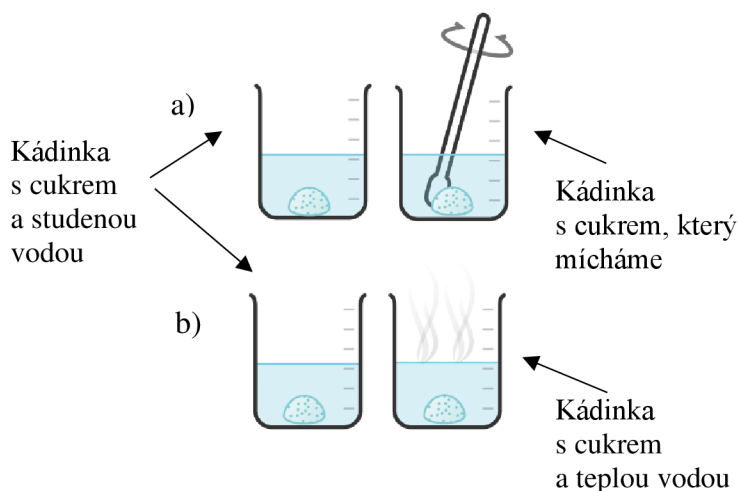
Pomůcky:

- 2 stejně velké kádinky,
- Laboratorní lžička
- Stopky
- Odměrný válec

Chemikálie:

- Krystalový cukr
- Voda

Nákres aparatury:



Princip:

Rozpustnost látky v daném rozpouštědle je určena hmotností látky, kterou lze rozpustit za daných podmínek v určitém objemu rozpouštědla. Rychlost rozpouštění lze ovlivnit několika faktory: zvýšením teploty, mícháním nebo zmenšením objemu rozpouštěné látky. [21; 22]

Pracovní postup:

a) Ovlivnění rychlosti rozpouštění mícháním

1. Obě kádinky naplníme do poloviny vodou.
2. Do každé kádinky přidáme jednu lžičku krystalového cukru.
3. Cukr v druhé kádince mícháme lžičkou, cukr v první kádince nemícháme.
4. Změříme čas, kde se krystalový cukr dříve rozpustí. Údaje si zapíšeme.

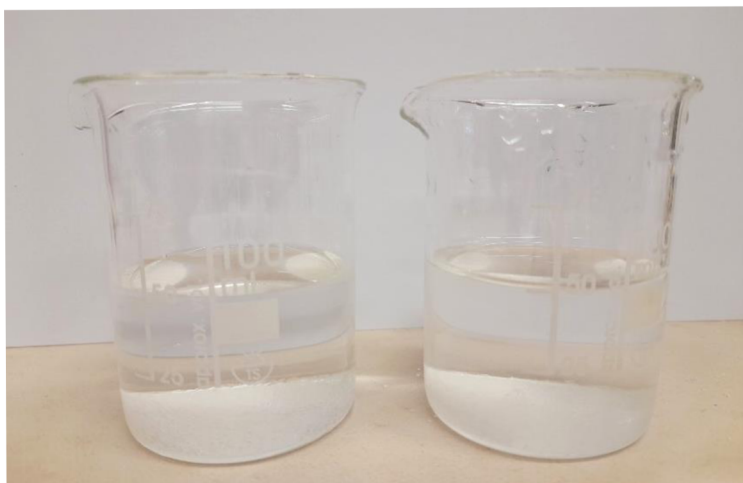
b) Ovlivnění rychlosti rozpouštění teplotou

1. První kádinku naplníme do poloviny studenou vodou.
2. Do druhé kádinky nalijeme stejné množství teplé vody.
3. Do každé kádinky přidáme lžičku cukru. Nemícháme.
4. Změříme rychlost, ve které vodě se cukr rozpustil rychleji. Údaje opět zapíšeme.
5. Porovnáme, naměřené časy rozpuštění.

Pozorování:

- a) Rychleji se cukr rozpustil v kádince, kde jsme jej míchali.
- b) Rychleji se cukr rozpustil v kádince s teplou vodou.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.

Poznámky:

- Místo kádinek můžeme použít sklenice.

II. a)

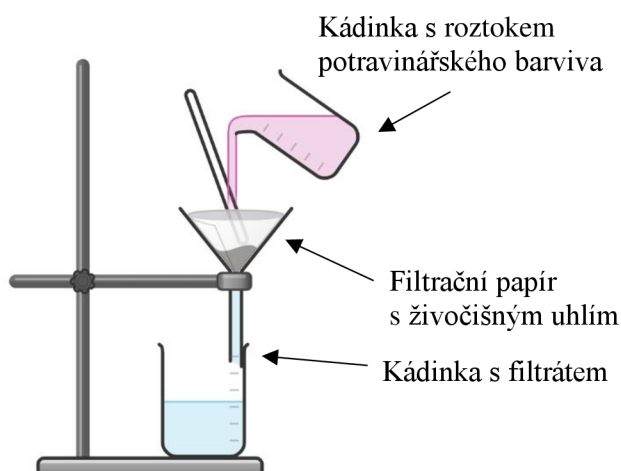
Absorpční vlastnosti uhlíku

Ž i D 20 minut

Pomůcky:

- Laboratorní stojan
- Filtrační kruh a svorky
- Filtrační nálevka
- 2 kádinky
- Filtrační papír a nůžky
- Skleněná tyčinka
- Laboratorní lžička
- Třecí miska s tloučkem

Nákres aparatury:



Chemikálie:

- Živočišné uhlí
- Potravinářské barvivo
- Destilovaná voda

Princip:

Uhlík vytváří několik alotropických modifikací (nejznámějšími jsou grafit a diamant) a má různé formy. Některé formy uhlíku se vyznačují velkým povrchem a význačnými adsorpčními vlastnostmi. Velikost povrchu aktivního uhlí je v rozmezí $300\text{--}2000\text{ m}^2\cdot\text{g}^{-1}$. Aktivní uhlí adsorbuje některé plyny a různá barviva. Těto vlastnosti se využívá například v průmyslu k čištění látek. [12; 18]

Pracovní postup:

1. Sestavíme filtrační aparaturu podle obrázku. Filtrační kruh upevníme ke stojanu. Do kruhu dáme filtrační nálevku a pod ní umístíme kádinku.
2. Do nálevky vložíme filtrační papír a navlhčíme jej trochou destilované vody.
3. Na filtrační papír dáme 2 lžičky rozdrceného živočišného uhlí.
4. Připravíme si roztok potravinářského barviva – druhou kádinku naplníme do poloviny vodou, přidáme lžičku potravinářského barviva a důkladně zamícháme.
5. Připravený roztok po skleněné tyčince nalijeme na filtrační papír s živočišným uhlím. Část roztoku potravinářského barviva si uschováme pro srovnání.
6. Porovnáme filtrát s roztokem potravinářského barviva.

Pozorování:

Po průchodu nálevkou s aktivním uhlím se roztok potravinářského barviva ve vodě odbarvil. Barvu absorbovalo živočišné uhlí.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Dbáme opatrnosti při práci s nůžkami.
- Pracujeme v ochranných brýlích.

Poznámky:

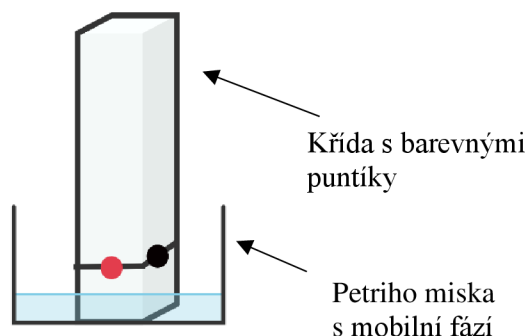
- Místo na filtrační papír můžeme živočišné uhlí přidat do připraveného roztoku potravinářského barviva, důkladně zamíchat a zfiltrvat. Roztok se také odbarví. Pro úplně odbarvení musíme roztok přefiltrovat přes živočišné uhlí minimálně dvakrát.
- Místo potravinářského barviva můžeme použít inkoust, fenolftalein, víno nebo Coca-Colu.

Pomůcky:

- Bílá křída
- Petriho miska
- Fixy (vodové)

Chemikálie:

- Destilovaná voda

Nákres aparatury:Princip:

Chromatografie je metoda, která se používá k rozdělení jednotlivých složek ve směsi. Složky mají odlišné vlastnosti, například velikost částic nebo náboj částic.

Při chromatografii jsou složky směsi rozdělovány mezi dvě fáze, fázi pohyblivou (mobilní) a nepohyblivou (stacionární). Fáze pohyblivá je například voda nebo ethanol, fáze nepohyblivá je například křída nebo filtrační papír. Pohyblivá fáze s sebou unáší složky ze směsi. Některé složky směsi jsou unášeny rychleji, některé pomaleji, čímž dochází k rozdělení složek směsi. [23]

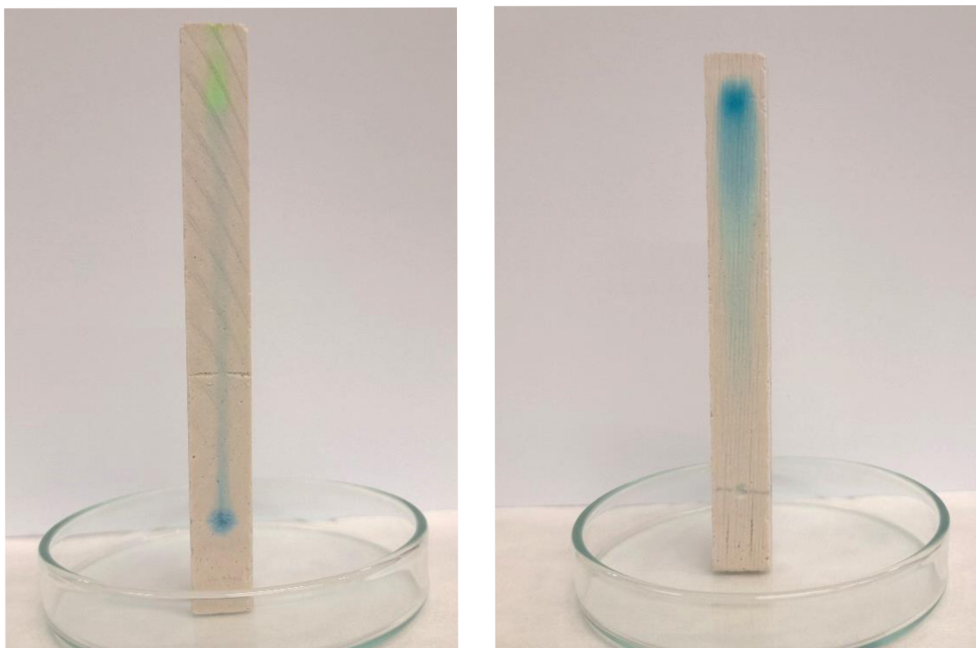
Pracovní postup:

1. 2 cm od spodního okraje křídě nakreslíme tužkou čáru = START.
2. Na startovní čáru uděláme fixem puntík (na každou stěnu použijeme jinou barvu). Křídu postavíme do Petriho misky tak, aby puntíky byly směrem dolů.
3. Do Petriho misky dáme rozpouštědlo (vodu) tak, aby hladina rozpouštědla byla pod startovní čárou.
4. Rozpouštědlo necháme vzlínat po křídě. Chromatografii ukončíme, jakmile bude čelo rozpouštědla 2 cm od horního okraje křídě.
5. Pozorujeme pohyb a změny tvaru puntíků.

Pozorování:

Pozorujeme, jak se každá z barev dělí na jednotlivé základní barvy, z nichž je složená.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.

Poznámky:

- Existují dva druhy fixů – líhové a vodové. Pro rozdělení líhových fixů musíme jako rozpouštědlo použít ethanol.

Porovnání objemu teplého a studeného vzduchu

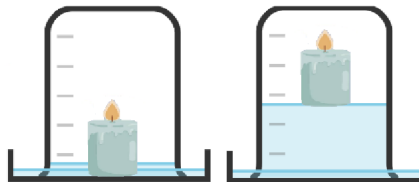
II. c)

Ž, D 10 minut

Pomůcky:

- Krystalizační miska
- Kádinka nebo odměrný válec
- Čajová svíčka a zápalky

Nákres aparatury:



Chemikálie:

- Destilovaná voda

Princip:

Při hoření svíčky se ohřívá okolní vzduch, který zvětšuje svůj objem. Jakmile svíčka zhasne, vzduch se ochlazuje a zmenšuje svůj objem. Tím vzniká podtlak, který nasává vodu do válce. Výška sloupce vody je rozdílem objemu teplého a studeného vzduchu. [24]

Pracovní postup:

1. Krystalizační misku naplníme do 1/3 vodou.
2. Na hladinu vody položíme svíčku, zapálíme ji a opatrně ji přikryjeme odměrným válcem nebo kádinkou.
3. Pozorujeme.

Pozorování:

Pozorujeme nasávání vody do kádinky (stoupá hladina). Po chvíli hořící svíčka zhasne.

Obrázek:



Bezpečnost:

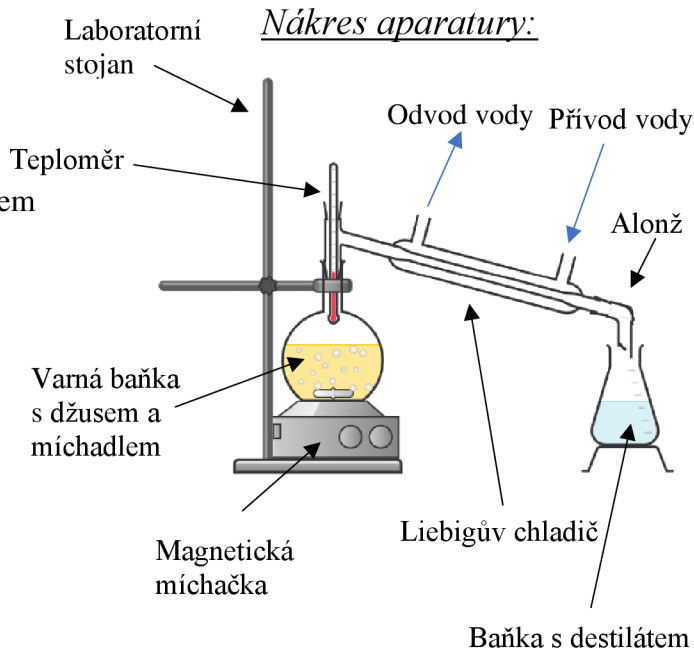
- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Dbáme opatrnosti při práci s otevřeným ohněm, riziko vzniku popálenin.
- Používáme ochranné brýle.

Poznámky:

- Místo čajové svíčky můžeme použít svíčku plovoucí.

Pomůcky:

- Laboratorní stojan
- 2x křížová svorka
- Destilační baňka s plochým dnem
- Magnetická míchačka s míchadlem (nebo vaříč)
- Teploměr
- Liebigův chladič
- Alonž
- 2x gumová hadička
- Kádinka

Nákres aparatury:Chemikálie:

- Ovocný džus
- Destilovaná voda

Princip:

Destilace je metoda, při které se složky ze směsi oddělují na základě rozdílné teploty varu. Zahříváním ovocného džusu se odpařují jednotlivé složky obsažené v džusu. Složky se odpařují postupně s rostoucí teplotou bodu varu. Tyto složky ve formě par přecházejí do chladiče, ve kterém se přeměňují na kapalinu a odkapávají do předlohy. [25]

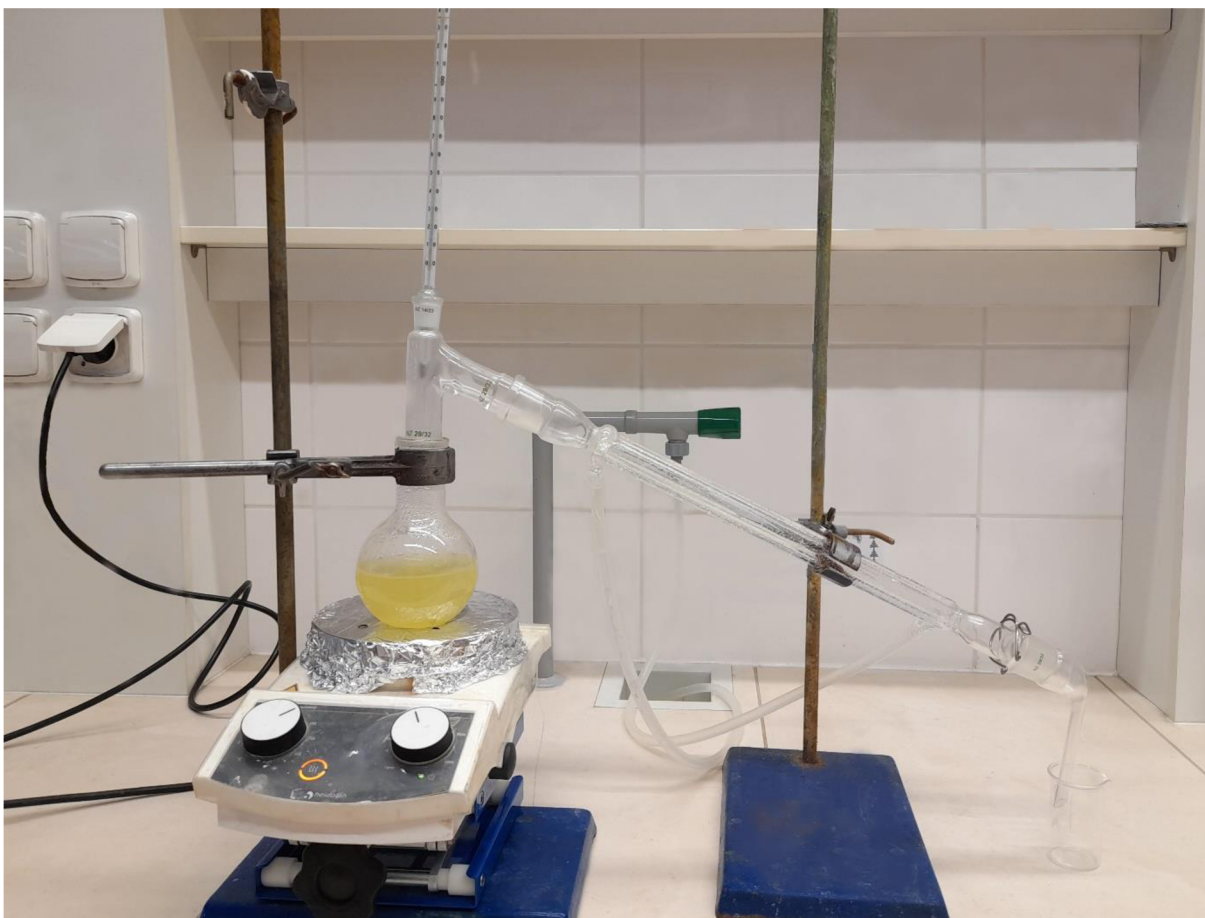
Pracovní postup:

1. Sestavíme destilační aparaturu podle obrázku.
2. Destilační baňku naplníme do poloviny ovocným džusem a přidáme do baňky míchadlo.
3. Zapneme přívod studené vody do chladiče.
4. Destilační baňku s džusem zahříváme. Teplotu v baňce sledujeme pomocí teploměru a udržujeme ji okolo 100 °C. Pokud bude teplota v baňce vyšší, ztlumíme zahřívání.
5. Pozorujeme

Pozorování:

Po 15 minutách zahřívání začne do kádinky stékat bezbarvý destilát. Barva destilačního zbytku pomalu tmavne z jasně žluté do oranžové.

Obrázek:



Bezpečnost:

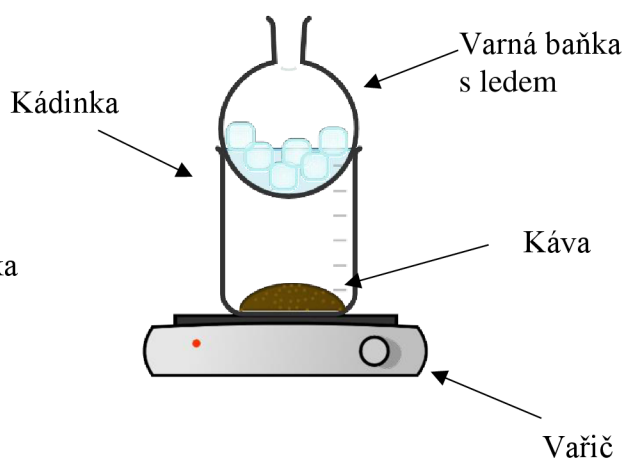
- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Dbáme opatrnosti při práci s horkým sklem, riziko vzniku popálenin.
- Pracujeme v ochranných brýlích.

Poznámky:

- Pokud použijeme vařič, musíme do destilační baňky vložit i varné kamínky.

Pomůcky:

- Varná baňka
- Elektrický vařič
- Kádinka
- Kostky ledu
- Laboratorní lžička a skleněná tyčinka
- Třecí miska s tloučkem

Nákres aparatury:Chemikálie:

- Zrnka kávy

Princip:

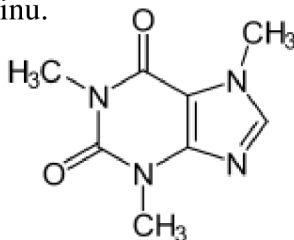
Sublimace je proces přechodu pevné látky na plynnou, aniž by docházelo k tání látky (tedy bez přechodu přes kapalnou fázi). Kofein je přírodní látka, která patří do skupiny alkaloidů. Vyskytuje se například v kávových zrnkách a čajových lístcích. Je velmi těkavý a lze ho získat sublimací z přírodního materiálu. Kofein sublimuje při teplotě 170–180 °C. [18]

Pracovní postup:

1. Do kádinky dáme lžičku rozemletých zrn kávy a pozvolna ji zahříváme na elektrickém vaříči.
2. Zahříváme pomalu a za stálého míchání abychom kávu nespálili až na teplotu 200 °C
3. Když začneme pozorovat sublimaci (vidíme unikající páry), vložíme do kádinky varnou baňku s kulatým dnem s ledem.
4. Po vychladnutí pozorujeme krystalky kofeinu.

Pozorování:

Po chvíli zahřívání pozorujeme sublimaci bílé látky. Na vrchní chlazené Petriho misce vzniká vrstva bílých krystalků kofeinu.




Strukturní vzorec kofeinu

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Dbáme opatrnosti při práci s horkým sklem, riziko vzniku popálenin.
- Pracujeme v ochranných brýlích a gumových rukavicích

<i>Chemická látka</i>	<i>Výstražné slovo</i>	<i>Výstražné symboly</i>
<i>Kofein</i>	<i>Varování</i>	 <i>GHS07</i>

Poznámky:

- Krystalky kofeinu můžeme pozorovat i pod mikroskopem. Krystalky pod mikroskopem budou mít jehlicovitý tvar.

III. a)

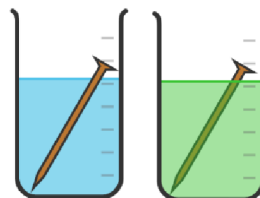
Vytěsňování mědi železem **Ž i D 20 minut**

Pomůcky:

- Vyšší kádinka
- Železný hřebík
- Laboratorní lžička

Nákres aparatury:

Kádinka s roztokem modré skalice a hřebíkem
Kádinka s roztokem modré skalice a hřebíkem po 15 minutách



Chemikálie:

- Pentahydrát síranu měďnatého
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (modrá skalice)

Princip:

Železo patří mezi tzv. neušlechtilé kovy. V Beketotově řadě napětí kovů se nachází vlevo, má nižší redoxní potenciál, a tudíž dokáže z roztoku vytěsnit kationty kovů ušlechtilých, jako je například měď. [26; 27]

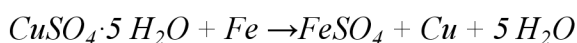
Pracovní postup:

1. Do kádinky nalijeme 50 ml destilované vody, přidáme lžičku modré skalice a důkladně mícháme do rozpuštění.
2. Do kádinky s připraveným roztokem vložíme železný hřebík.
3. Pozorujeme po dobu asi 15 minut.
4. Vyjmeme hřebík z kádinky.

Pozorování:

Po vložení železného hřebíku do modrého roztoku modré skalice dochází ke změně zbarvení roztoku do zelena (vzniká síran železnatý). Naopak na železném hřebíku se vylučuje kovová měď (na hřebíku pozorujeme oranžovou vrstvičku).

Rovnice:



Obrázek:



Bezpečnost:

- Pracujeme v ochranných brýlích a gumových rukavicích.

<i>Chemická látka</i>	<i>Výstražné slovo</i>	<i>Výstražné symboly</i>	
$CuSO_4 \cdot 5 H_2O$	Varování		
		GHS07	GHS09

Poznámky:

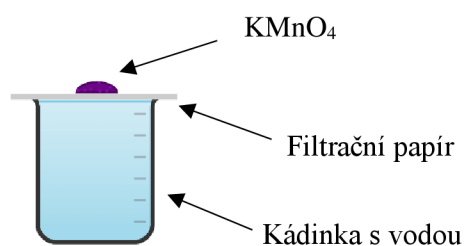
- Pro lepší porovnání průběhu pokusu je vhodné odlít trochu připraveného roztoku modré skalice do jiné kádinky. Po ukončení pokusu můžeme lépe demonstrovat změnu zbarvení roztoku.

III. b) Difúze manganistanu draselného Ž i D 10 minut

Pomůcky:

- Vyšší kádinka
- Laboratorní lžička
- Filtrační papír
- Nůžky

Nákres aparatury:



Chemikálie:

- Manganistan draselný KMnO_4
- Voda

Princip:

Krystalky manganistanu draselného se na mokrém filtračním papíře rozpouštějí, prochází přes filtrační papír a obarvují vodu do fialova. Dochází k postupnému rozptylování částic manganistanu ve vodě. Obecně tento jev nazýváme jako difúze. [24]

Pracovní postup:

1. Kádinku naplníme vodou.
2. Na kádinku položíme čtvereček filtračního papíru tak, aby se dotýkal hladiny.
3. Na filtrační papír dáme malé množství manganistanu draselného.
4. Pozorujeme.

Pozorování:





Částice manganistanu se samovolně pohybují vodou až se nakonec rozptýlí v celém objemu.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pracujeme v ochranných brýlích a gumových rukavicích.

<i>Chemická látka</i>	<i>Výstražné slovo</i>	<i>Výstražné symboly</i>			
$KMnO_4$	<i>Nebezpečí</i>				
		<i>GHS03</i>	<i>GHS07</i>	<i>GHS08</i>	<i>GHS09</i>

Poznámky:

- Místo kádinky lze využít i větší sklenici (například zavařovací sklenici).

Videoexperiment:



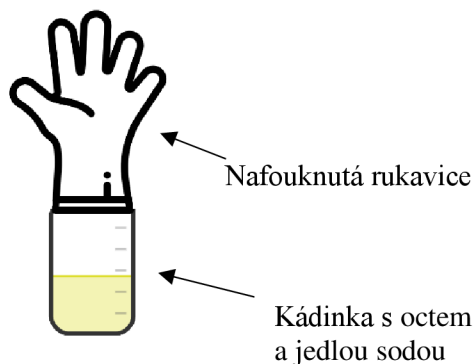
<https://1url.cz/pr8Bk>

Pomůcky:

- Střední kádinka
- Gumová rukavice
- Laboratorní lžička
- Odměrný válec

Chemikálie:

- Ocet
- Hydrogenuhlíčan sodný NaHCO_3 (jedlá soda)

Nákres aparatury:Princip:

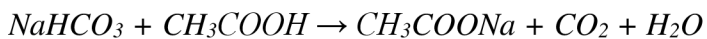
Hydrogenuhlíčan sodný (jedlá soda) reaguje s kyselinou octovou (ocet) za vzniku octanu sodného, vody a oxidu uhličitého. [20]

Pracovní postup:

1. Do kádinky nalijeme asi 15 ml octu.
2. Do gumové rukavice nasypeme asi 0,5 g hydrogenuhlíčitanu sodného a opatrně ji navlékneme na hrdlo kádinky.
3. Z gumové rukavice přesypeme hydrogenuhlíčan sodný do kádinky.
4. Pozorujeme.

Pozorování:

Po přesypání jedlé sody pozorujeme šumění roztoku a rukavice se začne nafukovat unikajícím oxidem uhličitým.

Rovnice:

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Pracujeme v ochranných brýlích a rukavicích.

Poznámky:

- Místo kádinky můžeme použít sklenici (například od přesnídávky).
- Gumová rukavice lze nahradit nafukovacím balónkem.

Videoexperiment:



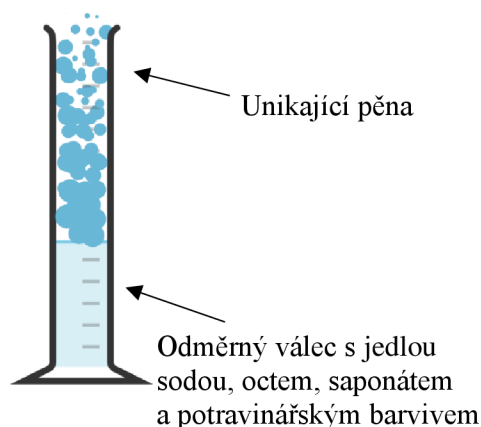
<https://1url.cz/br8dE>

Pomůcky:

- Větší odměrný válec
- Laboratorní lžička
- Skleněná tyčinka

Chemikálie:

- Ocet
- Hydrogenuhličitan sodný NaHCO_3 (jedlá soda)
- Saponát
- Potravinářské barvivo

Nákres aparatury:Princip:

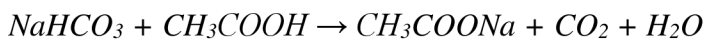
Hydrogenuhličitan sodný (jedlá soda) reaguje s kyselinou octovou za vzniku octanu sodného, vody a oxidu uhličitého. Vzniklý oxid uhličitý napění saponát a uniká z odměrného válce ven v podobě pěny. [28]

Pracovní postup:

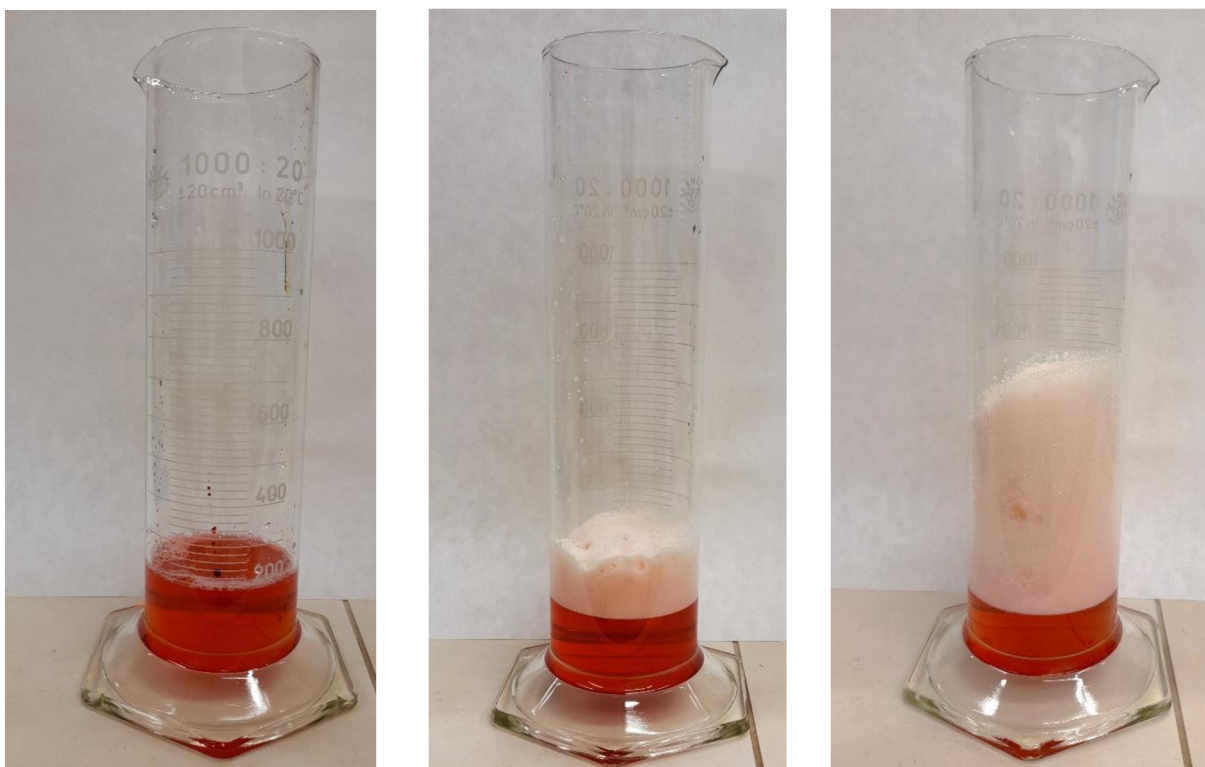
1. Přibližně do poloviny odměrného válce nalijeme ocet, přidáme větší množství saponátu a potravinářské barvivo.
2. Roztok v odměrném válci důkladně promícháme.
3. Přidáme 3 lžičky jedlé sody.
4. Pozorujeme.

Pozorování:

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

Rovnice:

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Pracujeme v ochranných brýlích a rukavicích.

Poznámky:

- Kvůli velkému množství vznikající pěny je vhodné umístit odměrný válec do skleněné vany nebo plastový ták.

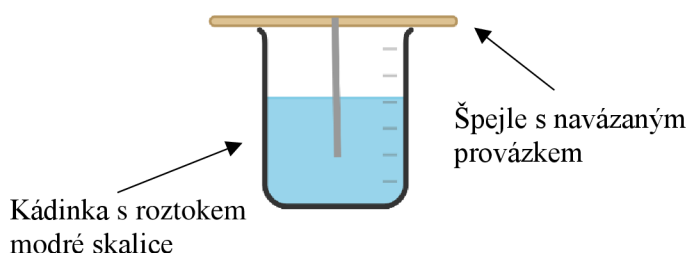
Videoexperiment:



<https://1url.cz/DrxNL>

Pomůcky:

- Kádinka
- Laboratorní lžička
- Skleněná tyčinka
- Vaříč
- Provázek a špejle

Nákres aparatury:Chemikálie:

- Pentahydrát síranu měďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (modrá skalice)
- Destilovaná voda

Princip:

Nasyčený roztok je takový roztok, ve kterém se při dané teplotě nerozpustí další množství látky. Krystalizace je důležitá metoda čištění pevných látek na schopnosti mnohých pevných látek vylučovat se z nasyceného roztoku v pravidelných útvarech, které nazýváme jako krystaly. Proces vylučování krystalů lze iniciovat několika způsoby. Podle způsobu provedení rozlišujeme krystalizaci volným chladnutím a rušenou krystalizaci, kdy je nasycený roztok prudce ochlazen. [24]

Pracovní postup:

1. Kádinku naplníme do poloviny vodou.
2. Do vody přidáváme modrou skalici do té doby, dokud se rozpouští. Rozpuštění modré skalice urychlíme zahřátím roztoku na vaříči. Při zahřívání roztok mícháme.
3. Do připraveného nasyceného roztoku modré skalice ponoříme provázek přivázaný na špejli.
4. Ponecháme volně na teplém místě několik dní krystalizovat.

Pozorování:



Po několika dnech se voda z kádinky odpařila. Na dně kádinky a na zavěšené niti se vytvořili krystalky modré skalice.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Dbáme opatrnosti při práci s horkým sklem, riziko vzniku popálenin.
- Pracujeme v ochranných brýlích a gumových rukavicích.

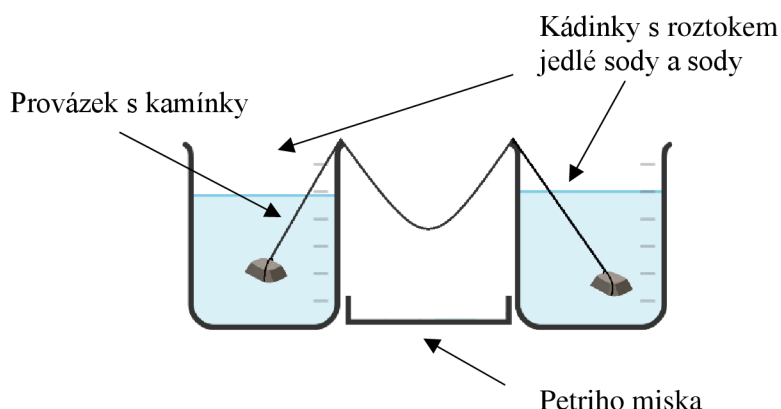
<i>Chemická látka</i>	<i>Výstražné slovo</i>	<i>Výstražné symboly</i>	<i>Chemická látka</i>
$CuSO_4 \cdot 5 H_2O$	<i>Varování</i>	 GHS07	 GHS09

Poznámky:

- Roztok je vhodné nechat krystalizovat do následujícího laboratorního cvičení.

Pomůcky:

- 2 stejné kádinky
- Laboratorní lžička
- Bavlněný provázek
- Vaříč
- Skleněná tyčinka
- Kamínky
- Petriho miska

Nákres aparatury:Chemikálie:

- Hydrogenuhličitan sodný NaHCO_3 (jedlá soda)
- Uhličitan sodný Na_2CO_3 (soda)
- Voda

Princip:

Krápníky jsou krasové útvary, které vznikají usazováním rozpouštěné látky z nasyceného roztoku vlivem změny okolní teploty a tlaku. Postupným srážením začíná vznikat na stropě jeskyně útvar, který se vlivem gravitace pozvolna prodlužuje směrem dolů. Krápník, který v jeskyni roste ze země nahoru, se nazývá stalagmit. Krápník, který visí dolů, je stalaktit. Spojením postupně se zvětšujícího stalaktitu a stalagmitu vzniká stalagnát. [22]

Pracovní postup:

1. Obě kádinky naplníme do $\frac{3}{4}$ horkou vodou.
2. Po lžičkách přidáváme do obou kádinek jedlou sodu a sodu v poměru 1:1 tak dlouho, dokud se látky rozpouští.
3. Do každé kádinky vložíme jeden konec stejného provázku a oba konce zatěžíme kamínkem.
4. Sklenice postavíme na teplé místo tak, aby byl provázek mezi nimi prověšený. Pod provázek umístíme Petriho misku a necháme volně krystalizovat několik dní.

Pozorování:


Roztok vzlíná po provázku a odkapává na Petriho misku, postupně se odpařuje a vyvíjí se krystaly. Nejdříve se tvoří na středu provázku stalaktit a pod ním na Petriho misce stalagmit. Po několika dnech se spojí a vytvoří stalagnát.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Pracujeme v ochranných brýlích.

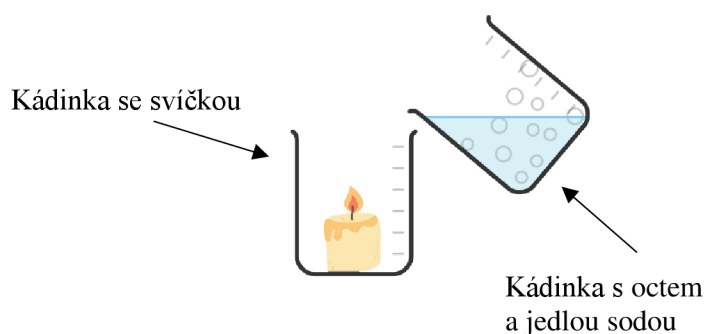
<i>Chemická látka</i>	<i>Výstražné slovo</i>	<i>Výstražné symboly</i>
Na_2CO_3	<i>Varování</i>	 <i>GHS07</i>

Poznámky:

- Místo kádínek lze použít 2 stejné sklenice.
- Pokus je vhodné nechat probíhat do následujícího laboratorního cvičení.
- Pokud chceme mít krápníky barevné, stačí do vody přidat před rozpuštěním solí potravinářské barvivo.

Pomůcky:

- 2 větší kádinky
- Čajová svíčka
- Špejle a zápalky
- Laboratorní lžička
- Odměrný válec

Nákres aparatury:Chemikálie:

- Ocet
- Hydrogenuhlíčan sodný NaHCO_3 (jedlá soda)

Princip:

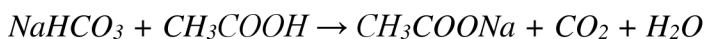
Hydrogenuhlíčan sodný (jedlá soda) reaguje s kyselinou octovou (ocet) za vzniku octanu sodného, vody a oxidu uhličitého. Oxid uhličitý je plyn s větší hustotou než okolní vzduch, a proto se drží u dna kádinky. Nepodporuje hoření, a proto plamen svíčky zhasne. [23]

Pracovní postup:

1. Do kádinky nalijeme asi 150 ml octu a přidáme 2 lžice jedlé sody, směs vzkypí.
2. Na dno druhé kádinky umístíme svíčku a pomocí špejle ji zapálíme.
3. Opatrně přelijeme obsah z kádinky (aniž bychom vylili zbytek octa a sody) na hořící svíčku.
4. Pozorujeme.

Pozorování:

Při přelívání oxidu uhličitého do kádinky s hořící svíčkou svíčka zhasla.

Rovnice:

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Pracujeme v ochranných brýlích a rukavicích.
- Dbáme opatrnosti, protože pracujeme s otevřeným ohněm.

Poznámky:

- Oxid uhličitý můžeme dokázat i pomocí hořící špejle, která v jeho přítomnosti zhasne.

Videoexperiment:



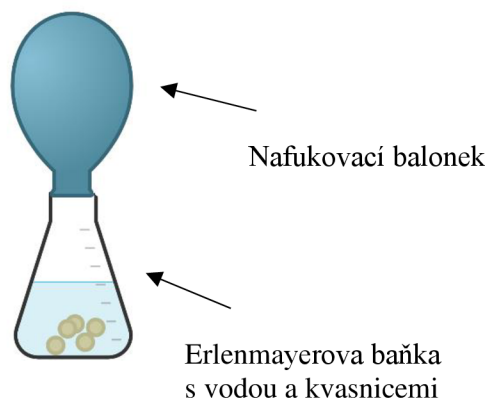
<https://1url.cz/OrxNW>

Pomůcky:

- Erlenmayerova baňka
- Lžička
- Kádinka
- Nafukovací balonek

Chemikálie:

- Krystalový cukr
- Kvasnice
- Vlažná voda

Nákres aparatury:Princip:

Hlavní složkou kvasnic neboli pekařského droždí jsou kvasinky. 1 g kvasnic jich může obsahovat až 10 miliard. Kvasinky dokáží přeměnit cukry na alkohol a oxid uhličitý. Tento proces nazýváme jako alkoholové kvašení a využívá se při výrobě piva a vína. V tomto případě docházelo díky kvasnicím k přeměně sacharosu (disacharidu složeného z α -D-glukosy a β -D-fruktosy) na ethanol a oxid uhličitý. [18; 28; 21]

Pracovní postup:

1. Do Erlenmayerovy baňky dáme 2 velké lžičky krystalového cukru (sacharosu), nadrobíme půlku kostky kvasnic a přidáme 200 ml vlažné vody.
2. Obsah baňky promícháme krouživým pohybem a na hrdlo baňky nasadíme nafukovací balonek.
3. Necháme stát na teplém místě minimálně 10 minut.
4. Pozorujeme.

Pozorování:

Po chvíli stání roztoku v teple pozorujeme pění v baňce a postupné nafukování balónku oxidem uhličitým.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.

Poznámky:

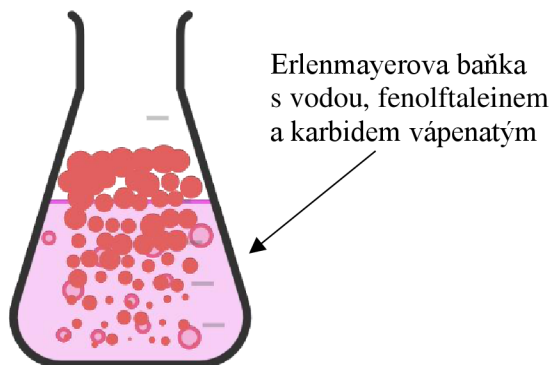
- Tento experiment je dobré nechat reagovat delší dobu. Trvá déle, než se vytvoří dostatečné množství oxidu uhličitého a balonek se nafoukne.

Pomůcky:

- Erlenmayerova baňka
- Odměrný válec
- Laboratorní lžička
- Špejle a zápalky

Chemikálie:

- Karbid vápenatý CaC_2
- Destilovaná voda
- Fenolftalein

Návrh aparatury:Princip:

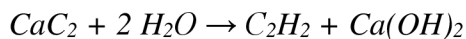
Karbid vápenatý (triviálně acetylid vápenatý) velmi snadno reaguje s vodou za vzniku ethynu C_2H_2 a hydroxidu vápenatého $\text{Ca}(\text{OH})_2$. [29]

Pracovní postup:

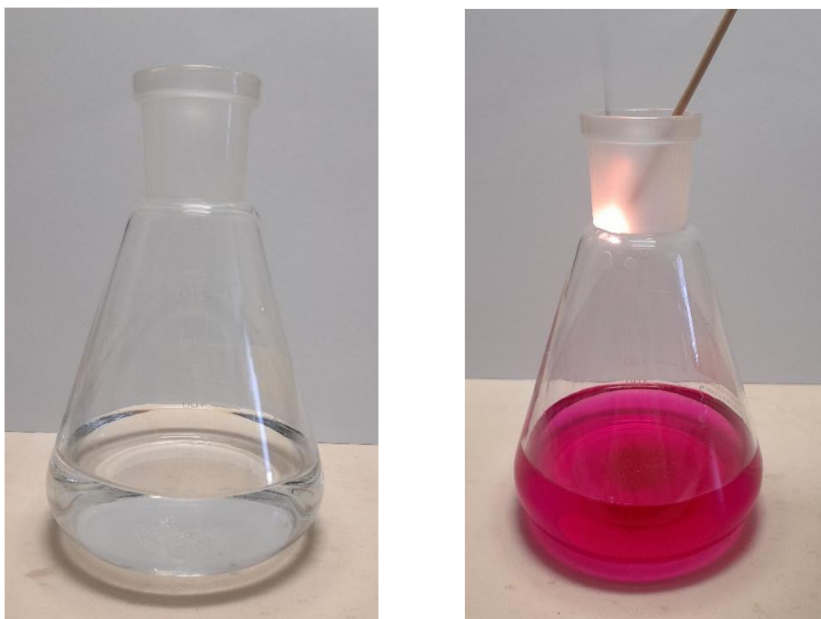
1. Do Erlenmayerovy baňky nalijeme 100 ml vody a přidáme 3 kapky fenolftalein.
2. V digestoři přidáme malý kousek acetylidu vápenatého. Roztok začne šumět.
3. Učitel k hrdlu baňky velmi opatrně přiloží hořící špejli.
4. Pozorujeme.

Pozorování:

Po přiložení hořící špejle začne unikající ethyn hořet. Na stěnách baňky je patrné množství sazí

Rovnice:

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pracujeme v digestoři s funkčním odvětráváním!
- Používáme ochranné brýle a gumové rukavice.
- Dbáme opatrnosti při práci s otevřeným ohněm.

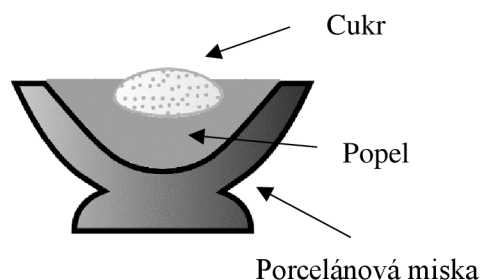
<i>Chemická látka</i>	<i>Výstražné slovo</i>	<i>Výstražné symboly</i>
CaC_2	<i>Nebezpečí</i>	 <i>GHS02</i>
<i>Fenolftalein</i>	<i>Nebezpečí</i>	 <i>GHS08</i>

Poznámky:

- Při přiložení hořící špejle se ethyn zapálí okamžitě, na stěnách baňky je patrné velké množství sazí. Zapalování ethynu provádí pouze učitel.
- Karbidu vápenatého stačí velmi malé množství (zrníčko hrachu), reakce probíhá velmi ochotně.

Pomůcky:

- Porcelánová miska
- Kádinka
- Špejle a zápalky
- Laboratorní lžička
- Pipeta
- Písek

Nákres aparatury:Chemikálie:

- Hydrogenuhlíčan sodný NaHCO_3 (jedlá soda)
- Cukr
- Ethanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Princip:

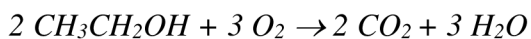
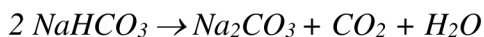
Při hoření ethanolu dochází k rozkladu jedlé sody za vzniku uhličitanu sodného a oxidu uhličitého. Cukr za tepla karamelizuje, karamel následně na vzduchu tuhne a vznikající oxid uhličitý jej vyplňuje, což vzbuzuje dojem hada. [30; 27]

Pracovní postup:

1. Do porcelánové misky nasypeme písek a uděláme v něm důlek.
2. V kádince promícháme cukr s jedlou sodou v poměru 9:2 (malé lžičky).
3. Do důlku v písku vsypeme 5 větších lžiček směsi cukru a jedlé sody.
4. Písek okolo směsi cukru a jedlé sody důkladně rovnoměrně navlhčíme (asi 15 ml ethanolu).
5. Směs opatrně zapálíme špejlí.
6. Pozorujeme.

Pozorování:

Po chvíli pozorujeme vznik černého hada, který roste z důlku. Cítíme karamelovou vůni.

Rovnice:

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pracujeme ve funkční digestoři.
- Používáme ochranné brýle.
- Dbáme opatrnosti při práci s otevřeným ohněm.

*Chemická
látka*

*Výstražné
slovo*

*Výstražné
symboly*

CH_3CH_2OH

Nebezpečí



GHS02

Poznámky:

- Místo písku můžeme použít popel.
- Porcelánovou misku můžeme nahradit železnou.
- Používáme-li cukr krystal, vychází pokus lépe, když cukr důkladně rozetřeme v třecí misce s tloučkem.

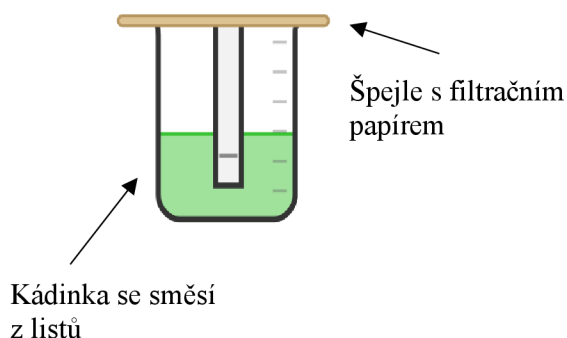
Videoexperiment:



<https://1url.cz/drxNz>

Pomůcky:

- Kádinka
- Filtrační papír
- Špejle a nůžky
- Třecí miska s tloučkem
- Odměrný válec
- Listy zelených rostlin

Nákres aparatury:Chemikálie:

- Ethanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Princip:

Chromatografie je metoda, která se používá k rozdělení jednotlivých složek ve směsi. Složky mají odlišné vlastnosti, například velikost částic nebo náboj částic. Při chromatografii jsou složky směsi rozdělovány mezi dvě fáze, fázi pohyblivou (mobilní) a nepohyblivou (stacionární). Fáze pohyblivá je například voda nebo ethanol, fáze nepohyblivá je například křída nebo filtrační papír. Pohyblivá fáze s sebou unáší složky ze směsi. Některé složky směsi jsou unášeny rychleji, některé pomaleji, čímž dochází k rozdělení složek směsi. [5; 27]

Zelené listy obsahují listová barviva chlorofyl, xantofyl a anthocyanin.

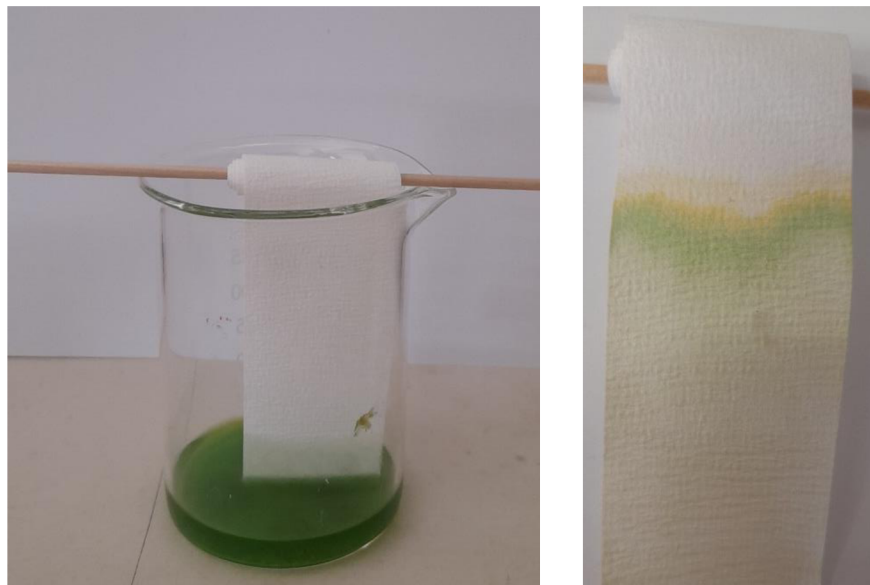
Pracovní postup:

1. Zelené listy rostlin natrháme na menší kousky a umístíme do třecí misky.
2. Přidáme 15 ml ethanolu a celou směs důkladně utřete.
3. Vzniklou směs přelijte do kádinky.
4. Z filtračního papíru vystříhneme pruh asi 15 x 2 cm. Jeden jeho konec připevníme na špejli.
5. Takto připravený filtrační papír umístíme do kádinky tak, aby se jeho konec dotýkal hladiny zelené směsi.
6. Necháme roztok vzlínat. Jakmile se vzlínající ethanol přiblíží k hornímu okraji papíru, vyjmeme proužek z kádinky a necháme na vzduchu uschnout.
7. Po uschnutí obtáhneme tužkou obrysy skvrn a zaznamenáme jejich barvu.

Pozorování:


Pozorujeme, jak se extrahovaná barva dělí na několik barevných skvrn.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pracujeme v ochranných brýlích.

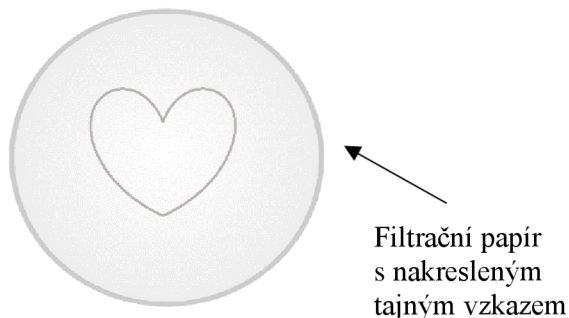
<i>Chemická látka</i>	<i>Výstražné slovo</i>	<i>Výstražné symboly</i>
CH_3CH_2OH	Nebezpečí	 GHS02

Poznámky:

- Pro lepší rozetření listů v třecí misce můžeme přidat trochu křemičitého písku.

Pomůcky:

- Filtrační papír
- Svíčka a zápalky
- Železné kleště nebo pinzeta
- Štětec
- 2 malé kádinky

Nákres aparatury:Chemikálie:

- Šťáva z citronu
- Mléko

Princip:

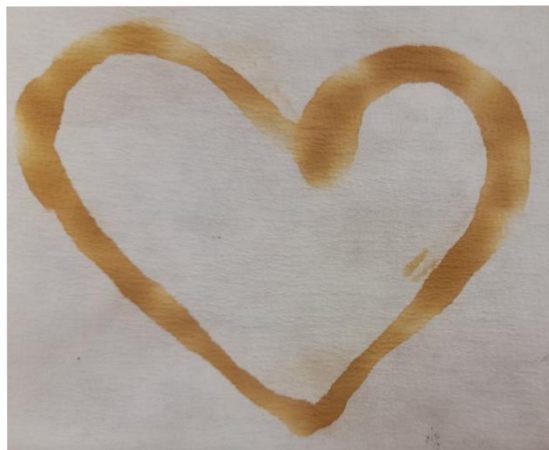
Organické látky při zahřívání uhelnatí. [24; 20]

Pracovní postup:

1. Na filtrační papír napíšeme štětcem namočeným v citronu nebo v mléce tajný vzkaz.
2. Papír necháme uschnout.
3. Po uschnutí uchopíme papír do železných kleští a opatrně nahřejeme nad svíčkou.

Pozorování:

Po nahřátí papíru nad plamenem svíčky se objeví hnědá zpráva.

Obrázek:

Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Dbáme opatrnosti při práci s otevřeným ohněm, riziko vzniku popálenin.
- Při nahřívání filtračního papíru nad svíčkou používáme železné kleště.

Poznámky:

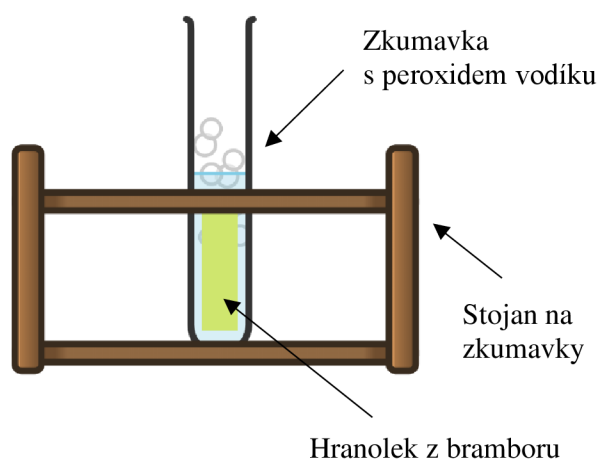
- Na tajné písmo můžeme použít 20% roztok kyseliny sírové (barva po zahřátí – černá), 20% roztok chloridu měďnatého (barva po zahřátí – žlutá, ale po vychladnutí mizí) nebo 3% roztoku síranu měďnatého (barva po zahřátí – hnědá).

Pomůcky:

- Zkumavka
- Stojan na zkumavky
- Špejle a zápalky
- Kousek čerstvě okrájeného bramboru
- Škrabka nebo nůž

Chemikálie:

- 10% peroxid vodíku H_2O_2

Nákres aparatury:Princip:

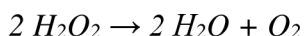
Peroxid vodíku se rozkládá pomocí enzymu zvaného katalasa, který je obsažen v bramboru nebo kvasinkách. Enzymy jsou specifické biokatalyzátory metabolických přeměn v lidském organismu. Jsou to látky bílkovinné povahy. Katalasami nazýváme enzymy, které dokážou katalyzovat rozklad peroxidu vodíku na vodu a kyslík. Unikající kyslík můžeme dokázat doutnající špejlí, která vzplane. Krev obsahuje také katalasu, a proto peroxid vodíku šumí při dezinfekci rány. [22; 28]

Pracovní postup:

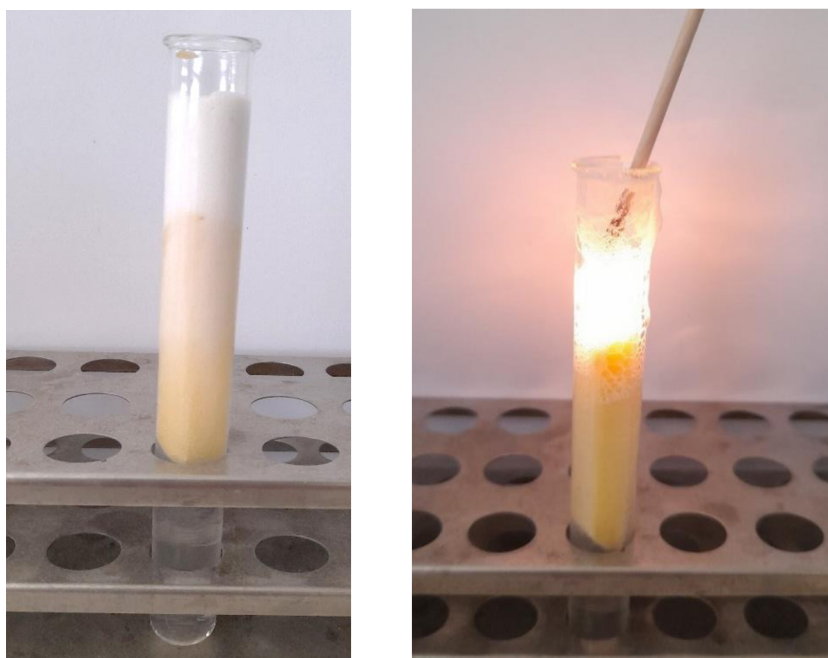
1. Zkumavku naplníme do poloviny 10% roztokem peroxidu vodíku.
2. Do zkumavky vhodíme hranolek z čerstvě okrájeného bramboru.
3. Pozorujeme.
4. K hrdlu zkumavky opatrně přiložíme doutnající špejli.

Pozorování:

Po vhození kousku bramboru do roztoku peroxidu vodíku pozorujeme vznik bublinek. Při vložení doutnající špejle do zkumavky dojde ke vzplanutí špejle.




Rovnice:

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pracujeme v ochranných brýlích. Dbáme opatrnosti při zapalování špejle.
- Při práci s H_2O_2 používáme ochranné rukavice.

<i>Chemická látka</i>	<i>Výstražné slovo</i>	<i>Výstražné symboly</i>		
H_2O_2	<i>Nebezpečí</i>			
		<i>GHS03</i>	<i>GHS07</i>	<i>GHS05</i>

Poznámky:

- Místo bramboru můžeme použít kvasnice (i sušené droždí).

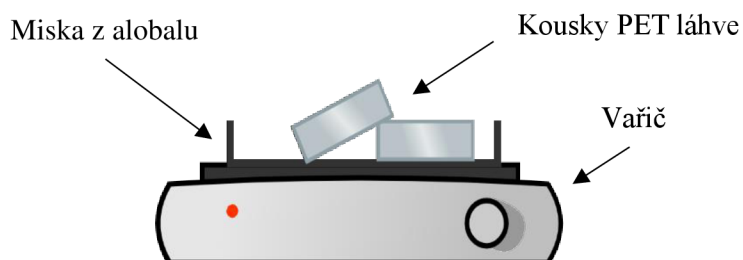
Videoexperiment:



<https://1url.cz/8r800>

Pomůcky:

- PET láhev
- Alobal
- Špejle
- Nůžky
- vaříč

Nákres aparatury:Princip:

Polyethylentereftalát je termoplast, známý pod zkratkou PET z poly(ethylentereftalát). PET se uplatnil především při výrobě vláken vynikajících nemačkovostí a malou navlhavostí lahví (obvykle označovaných jen zkratkou PET) a dalších obalů a fólií. [31]

Pracovní postup:

1. PET láhev nastříháme na menší kousky (přibližně 1×1 cm).
2. Z alobalu si vytvoříme plochou misku a vložíme do ní kousky plastů
3. Misku položíme na vaříč a opatrně zahříváme.
4. Do tajícího plastu ponoříme špejli a pomalu na ni namotáváme plastové vlákno.

Pozorování:

Pevný plast postupně taje. Při namotávání na špejli plast opět tuhne a získáváme vlákno.

Obrázek:



Bezpečnost:

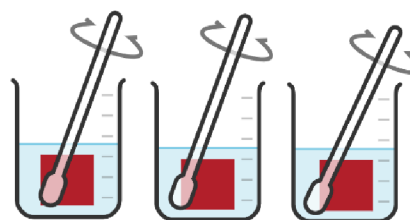
- Dbáme opatrnosti při zahřívání alobalu, riziko vzniku popálenin.

Poznámky:

- Pro lepší názornost je vhodné zvolit barevnou PET láhev.

Pomůcky:

- 3 bílé bavlněné hadříky
- 4 kádinky
- Laboratorní lžička
- Váha

Nákres aparatury:Chemikálie:

- Kakao
- Voda destilovaná, vodovodní, minerální
- Prací prášek

Princip:

Tvrdość vody je vlastnost, která vyjadřuje obsah rozpuštěných látek ve vodě. Je zdrojem vodního kamene a ovlivňuje vlastnosti vody (např. chuť). Rozlišujeme tvrdość trvalou a přechodnou. Trvalou tvrdość vody způsobují chloridy, sírany a křemičitany. Přechodnou tvrdość způsobuje hydrogenuhličitan vápenatý, ten z vody odstraníme varem za vzniku uhličitanu vápenatého CaCO_3 , což je vodní kámen. [21]

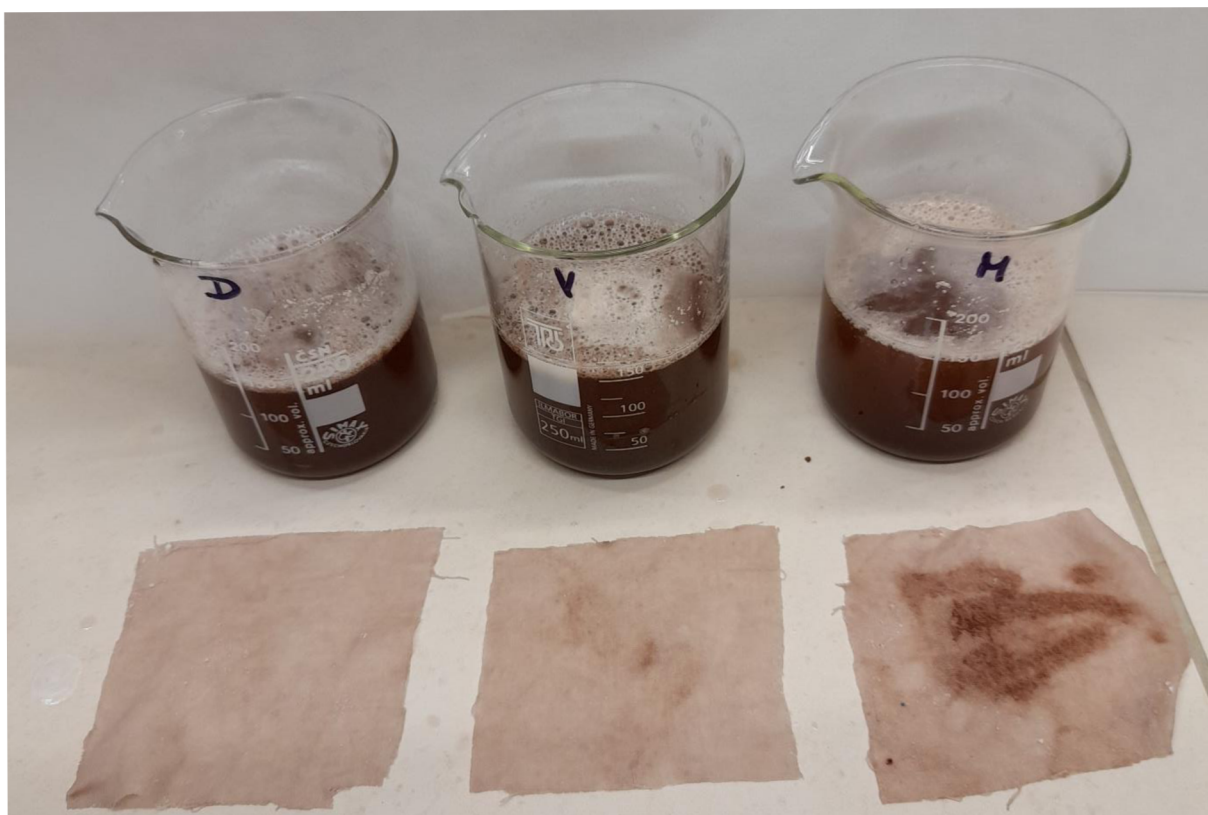
Pracovní postup:

1. V kádince v malém množství vody rozmícháme lžičku práškového kakaa a namočíme do ní všechny 3 bavlněné hadříky abychom je zašpinily.
2. Nachystáme si 3 kádinky. Do každé nasypeme 1 g pracího prášku. Do první kádinky nalejeme 100 ml destilované vody (asi 40 °C), do druhé nalijeme 100 ml vodovodní vody (40 °C) a do třetí nalijeme 100 ml minerální vody (asi 40 °C).
3. Do každé kádinky vložíme špinavý hadřík a pořádně ho asi 1 minutu mícháme tyčinkou.
4. Poté hadříky vytáhneme a porovnáme výsledky pracího procesu.

Pozorování:

Pozorujeme, že nejhůře se špinavý hadřík vypral ve vodě minerální.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.

Poznámky:

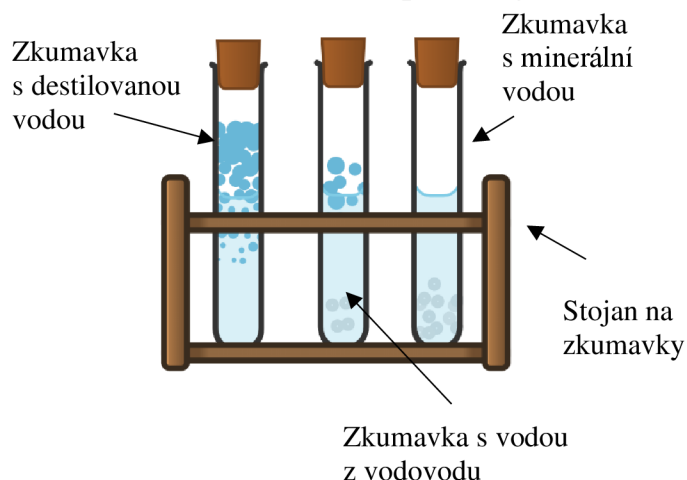
- Jako vodu minerální můžeme použít Magnesii nebo Gernerku.

Pomůcky:

- 3 zkumavky se zátkami
- Stojan na zkumavky
- Odměrný válec

Chemikálie:

- Voda destilovaná, vodovodní a minerální
- Tuhé mýdlo

Nákres aparatury:Princip:

Voda v přírodě se většinou nevyskytuje čistá, ale obsahuje různě velké množství rozpuštěných látek. Podle množství těchto látek rozeznáváme vodu destilovanou, měkkou, tvrdou a minerální. Destilovaná voda je chemicky čistá a neobsahuje žádné minerální látky. Nejméně rozpuštěných látek vykazuje voda měkká, naopak nejvíce voda minerální.

Mýdlo obsahuje rozpustné sodné či draselné soli mastných kyselin. Když voda obsahuje vápenaté soli, potom reakcí mýdla s těmito solemi vznikají nerozpustné vápenaté či jiné soli mastných kyselin. Destilovaná voda neobsahuje žádné rozpuštěné soli (žádná sraženina), pitná voda obsahuje malé množství rozpuštěných solí (malé množství sraženiny) a voda minerální obsahuje značné množství rozpuštěných solí (velké množství sraženiny). [26; 28]

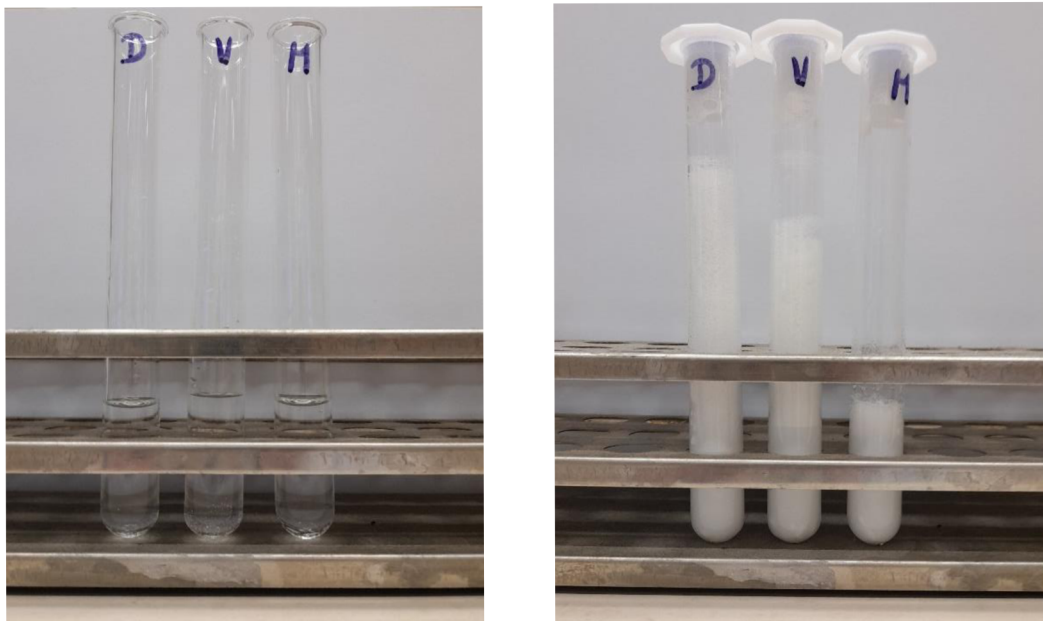
Pracovní postup:

1. Do první zkumavky dáme 5 ml destilované vody, do druhé zkumavky dáme 5 ml pitné vody a do třetí zkumavky dáme 5 ml vody minerální.
2. Do každé zkumavky nasypeme půl lžičky nastrohaného mýdla, uzavřeme zátkami a důkladně protřepeme.
3. Pozorujeme pěnivost mýdla a vznik sraženiny.

Pozorování:

Největší množství vzniklé pěny jsme pozorovali v destilované vodě, méně ve vodě pitné a ve vodě minerální nevznikla skoro žádná pěna. Se sraženinou tomu bylo přesně opačně. Ve vodě destilované nevznikla žádná sraženina, v pitné vodě vzniklo menší množství sraženiny a ve vodě minerální se vytvořilo značné množství sraženiny.

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Pracujeme v ochranných brýlích.

Poznámky:

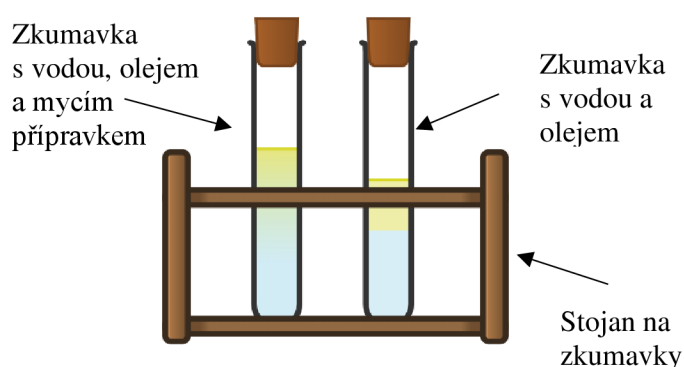
- Jako vodu minerální můžeme použít například Magnesii nebo Gemerku.

Pomůcky:

- 2 zkumavky se zátkami
- Stojan na zkumavky
- Odměrný válec
- 2 kádinky

Chemikálie:

- Voda
- Rostlinný olej
- Mycí přípravek na nádobí

Nákres aparatury:Princip:

Detergenty (= mycí prostředky) obsahují tenzidy. Tenzidy jsou látky, které snižují povrchové napětí vody a tím umožňují snadnější smáčení povrchu nečistot, jejich rozptýlení, a nakonec i odstranění. [11; 21]

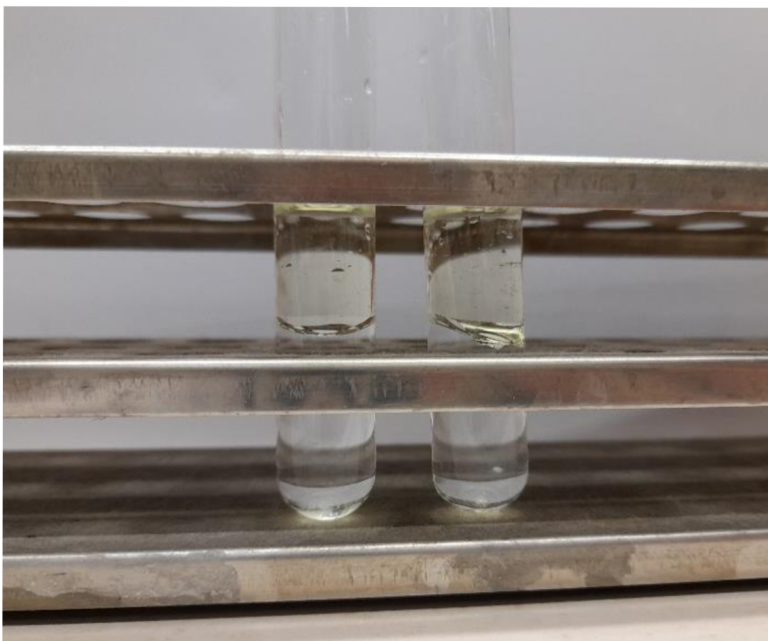
Pracovní postup:

1. Do obou zkumavek nalijeme 5 ml vody a 1 ml oleje a vytvoříme emulzi.
2. První zkumavku uzavřeme a protřepeme.
3. Do druhé zkumavky přidáme několik kapek detergentu na nádobí, uzavřeme a protřepeme.
4. Zkumavky necháme ve stojánku chvíli odstát.
5. Pozorujeme.

Pozorování:

Pozorujeme vznik emulze. V první zkumavce, ve které je pouze voda a olej, se voda a olej po chvíli opět oddělují na dvě vrstvy. Ve druhé zkumavce jsme k vodě a oleji přidali ještě mycí prostředek, který způsobil, že se olej od vody neoddělil a vznikl roztok (stejnorodá směs).

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Pracujeme v ochranných brýlích.

VII. e) Důkaz redukčních účinků vitamínu C Ž i D 10 minut

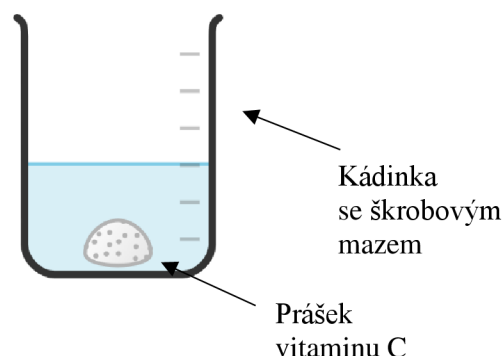
Pomůcky:

- Kádinka
- Třecí miska s tloučkem
- Laboratorní lžička

Chemikálie:

- Tabletky vitamínu C
- Škrobový maz
- Kapky obsahující jod (např. kapky Jox)

Nákres aparatury:



Princip:

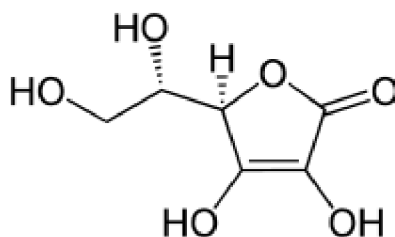
Vitamíny – jsou nízkomolekulární látky nezbytné pro život. V lidském organismu mají vitamíny funkci katalyzátorů biochemických reakcí. Podílejí se na metabolismu bílkovin, tuků a cukrů. Vitamin C je ve vodě rozpustná látka, je nezbytný k životu a udržení tělesného zdraví. Je citlivý na teplo a vysoce citlivý na oxidaci. Vitamin C je látka, která má redukční vlastnosti, jod s ní reaguje za vzniku jodidu a roztok změni barvu zpět z modré na bezbarvou. [22; 21]

Pracovní postup:

1. V třecí misce rozdrtíme tabletku vitamínu C na prášek.
2. Do 1/3 kádinky nalijeme škrobový maz a přisypeme k němu vitamin C.
3. K vzniklému roztoku přikápneme 1 až 2 kapky kapek obsahující jod.
4. Pozorujeme.

Pozorování:

Pozorujeme změnu zbarvení roztoku. Jod v přítomnosti škrobového mazu zmodrá. Po chvíli roztok změni barvu zpět z modré na bezbarvou.



Strukturní vzorec vitamínu C

Obrázek:



Bezpečnost:

- Pokus neobsahuje nebezpečné chemikálie pro žáka.
- Kapky jsou určeny pouze pro pokus.

Poznámky:

- Místo kapek lze použít Lugolův roztok.
- Pro lepší a rychlejší odbarvení roztokem zamícháme.

DISKUZE

Výuka chemie na základních školách probíhá v 8. a 9. třídě. U žáků ovšem tento předmět nepatří mezi nejoblíbenější. Pomocí probudit u žáků zájem o tuto krásnou vědu by mohlo častější zařazení chemických experimentů do výuky. Chemický pokus totiž působí jako skvělý motivační prvek.

V teoretické části bakalářské práce je zpracována literární rešerše týkající se problematiky experimentální výuky chemie na základních školách a upřesnění omezení přísnými legislativními předpisy. Dále se zabývá rozdělením chemického pokusu, jeho funkcí a všemi fázemi (od výběru pokusu, až po jeho realizaci).

Hlavním cílem v praktické části bylo navržení chemických experimentů vhodných pro žákovské provedení v hodinách chemie na ZŠ a centrech volnočasových aktivit. Celkem bylo navrženo 25 chemických pokusů, které tematicky pokrývají celé 2 roky výuky chemie na ZŠ. Žáci se pomocí pokusů seznámí s destilací, filtrací, chromatografií na křídě i na papíře, absorpcí, sublimací a krystalizací. Zároveň si osvojí základy práce v chemické laboratoři, manipulaci s chemickým sklem a dodržování bezpečnosti práce (například používání ochranných bezpečnostních pomůcek).

Všechny pokusy byly vyzkoušeny v laboratoři, přičemž byla ověřena jejich bezpečnost, funkčnost pracovního pokusu i časová náročnost. Pokusy jsou rozděleny podle platného Rámcového vzdělávacího programu pro ZŠ následovně:

- I.** Pozorování, pokus a bezpečnost práce (vlastnosti látek, zásady bezpečné práce, nebezpečné látky a přípravky)
 - a) Pozorování teploty tání
 - b) Ovlivnění rychlosti rozpouštění látek
- II.** Směsi (směsi a jejich vlastnosti, voda, vzduch)
 - a) Absorpční vlastnosti uhlíku
 - b) Chromatografie na křídě
 - c) Porovnání objemu teplého a studeného vzduchu
 - d) Destilace ovocného džusu
 - e) Sublimace kofeinu
- III.** Částicové složení látek a chemické prvky (složení látek, prvky, chemické sloučeniny)
 - a) Vytěsňování mědi železem

- b) Difuze manganistanu draselného
- IV.** Chemické reakce (chemické reakce, faktory ovlivňující rychlost reakcí)
 - a) Mávající rukavice
 - b) Pěnící přišera
 - c) Volná krystalizace modré skalice
- V.** Anorganické sloučeniny (oxidy, kyseliny a hydroxidy, soli kyslíkaté a bezkyslíkaté)
 - a) Jak vznikají krápníky?
 - b) Hasící přístroj
 - c) Příprava ethanolu kvašením
- VI.** Organické sloučeniny (uhlovodíky, paliva, deriváty uhlovodíků, přírodní látky)
 - a) Příprava ethynu
 - b) Faraonovi hadi
 - c) Dělení listových barviv
 - d) Tajné písmo
 - e) Obsahuje brambor katalasu?
- VII.** Chemie a společnost (chemický průmysl v ČR, průmyslová hnojiva, tepelně zpracovávané materiály, plasty a syntetická vlákna, detergenty a pesticidy, insekticidy, hořlaviny, léčiva a návykové látky)
 - a) Výroba vlákna z PET láhve
 - b) Jak se pere v tvrdé vodě?
 - c) Stanovení tvrdosti vody
 - d) Důkaz redukčních účinků vitamínu C
 - e) Jak se zbavit mastnoty?

Ke každému pokusu byl zpracován kartotéční list (str. 36–85). Na kartotéčním listu se mimo jiné nachází vytvořené nákresy aparatur, které žákům pomohou s lepší vizualizací aparatur a také k jejich snazšímu sestavení. Tyto nákresy se totiž barevným provedením i přesným vyobrazením laboratorních pomůcek co nejvíce podobají reálnému provedení pokusu. Nedílnou součástí všech kartotéčních listů uvedených v této práci jsou i pořízené fotografie jednotlivých pokusů. Další vzniklé fotografie, které se již na kartotéční listy nevešly, jsou k bakalářské práci přiloženy. Celkem 6 pokusů bylo zpracováno formou videa. Tato videa byla zveřejněna na facebookových a instagramových stránkách Chemického spolku UP pod speciálně vytvořeným hashtagem [#tydenspokusy](#). Video jsou volně dostupná a odkazy na ně jsou také součástí kartotéčních listů.

ZÁVĚR

V teoretické části bakalářské práce byla vypracovaná literární rešerše týkající se problematiky experimentální výuky chemie na základních školách a upřesnění omezení přísnými legislativními předpisy zakazující mladistvým práci s vybranými chemickými látkami. Žáci do 15 let mohou bez omezení nakládat s potravinami a s běžně dostupnými látkami, jejichž prodej a používání není nijak omezen. Dále mohou pod dohledem odpovědné osoby pracovat s látkami a přípravky, které jsou součástí chemických hraček. Podle Zákona o ochraně veřejného zdraví 258/2000 Sb., §44a žáci mladší 15 let nesmí pracovat s látkami klasifikovanými jako akutně toxické (kategorie 1, 2, a 3), toxické pro specifické cílové orgány po jednorázové nebo opakované expozici (kategorie 1) a žíravé (kategorie 1).

V praktické části bylo navrženo 25 vhodných chemických experimentů použitelných ve výuce na základních školách a při volnočasových aktivitách. Navržené chemické experimenty vyhovují všem platným legislativním předpisům (jako je bezpečnostní hledisko pokusu, ekonomická a časová náročnost pokusu a také věkovému omezení) a jsou seřazeny podle osnov platného Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání. Při demonstračním vyzkoušení pokusů v laboratoři byla ověřena bezpečnost, časová náročnost pokusu a ověřena funkčnost pracovního postupu.

Každý pokus byl vyzkoušen v laboratoři a ke každému byl vytvořen kartotéční list obsahující název pokusu, časovou náročnost, provedení (Ž, D), potřebné pomůcky a chemikálie, princip, pracovní postup, pozorování, obrázek, bezpečnost pokusu, poznámky a použitou literaturu.

Ke každému pokusu byly pořízeny fotografie zachycující jeho průběh. Fotografie byly roztříděny do složek. Každá složka obsahuje fotografie jednoho pokusu a je pojmenovaná totožně jako pokus na kartotéčním listu. Veškerá vzniklá fotodokumentace byla k bakalářské práci přiložena. Pokusy, jejichž průběh se na fotografiích hůře zachycuje, byly natočeny a zpracovány formou videa. Celkem bylo natočeno 6 experimentů. Video jsou dostupná pomocí QR kódu a webových odkazů, které byly vloženy na příslušné kartotéční listy. Zároveň byla všechna videa zveřejněna na facebookových a instagramových stránkách Chemického spolku UP, v rámci pro tyto účely speciálně vytvořeného Týdne s pokusy ([#tydenspokusy](#)).

Závěrem lze říci, že byly naplněny všechny cíle bakalářské práce.

SEZNAM ZKRATEK

CAS	<i>angl.</i> Chemical Abstracts Service
ČR	Česká republika
ČSN EN	Česká státní norma
D	Demonstrační pokus
ed.	edice
GHS	globálně harmonizovaným 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	<i>angl.</i> Hazard statements
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
P-věty	<i>angl.</i> Precautionary statements
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
ŠVP	Školní vzdělávací plán
ZŠ	Základní škola
Ž	Žákovský pokus

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČTRNÁCTOVÁ, Hana a Jiří BANÝR. Historie a současnost výuky chemie u nás. *Chemické Listy*. 1997, **91**(1), 59-65.
- [2] SOBOTKOVÁ, Anita. *Chemické pokusy na základní škole*. Brno, 2019. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Doc. Mgr. Hana Cídllová, Dr.
- [3] MORKES, František. Tereziánská reforma v českém školství. In: *Metodický portál RVP.cz* [online]. Praha: Národní pedagogický institut České republiky, 2006 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/827/terezianska-reforma-v-ceskem-skolstvi.html>
- [4] MORKES, František. Karel Slavoj Amerling. In: *Metodický portál RVP.cz* [online]. Praha: Národní pedagogický institut České republiky, 2006 [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/PO/825/KAREL-SLAVOJ-AMERLING.html>
- [5] KŘIVÁČEK, Matouš. *Pokusy ve školní lavici aneb bezpečně s chemií. Sbírká nekomplikovaných chemických pokusů pro ZŠ a nižší ročníky gymnázií*. České Budějovice, 2021. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Mgr. Michal Kutý, Ph.D.
- [6] ČTRNÁCTOVÁ, Hana a Jiří ZAJÍČEK. Současné školství a výuka a výuka chemie v České republice. *Chemické Listy*. 2010, **104**(8), 811-818.
- [7] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. 1. vydání. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2021.
- [8] Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+. In: *Edu.cz: Jednotný metodický portál MŠMT* [online]. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2022 [cit. 2022-10-24]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/strategie-msmt/strategie-vzdelavaci-politiky-cr-do-roku-2030/>

- [9] Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+. In: *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy* [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-10-24]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/strategie-2030>
- [10] KLEČKOVÁ, Marta, Veronika FADRŇÁ a Petra TOPIČOVÁ. Využití chemických experimentů při integraci přírodovědných poznatků. In: *Science.upol* [online]. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, 2005 [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: <http://www.science.upol.cz/poster.htm>
- [11] MARKOVÁ, Jaroslava. *Databanka žákovských pokusů pro základní školu*. Brno, 2008. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Mgr. Irena Plucková Ph. D.
- [12] KLEČKOVÁ, Marta, Helena MAŠLÁŇOVÁ a Zdeněk SMÉKAL. *Školní pokusy z chemie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra anorganické chemie, 2021. ISBN 978-80-244-5981-3.
- [13] PROKŠA, Miroslav. *Didaktika chemie - její současnost a perspektivy*. Brno: Masarykova univerzita, 1997. Sborník prací didaktiků chemie. ISBN 80-210-1487-3.
- [14] KOLOROS, Petr. *Školní pokus ve výuce chemie - minulost a současnost*. Praha, 2011. Disertační práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.
- [15] DUŠEK, Bohuslav. *Kapitoly z didaktiky chemie*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. ISBN 978-80-7080-736-1.
- [16] Demonstrační pokus. In: *Metodický portál RVP.cz* [online]. Praha: Národní pedagogický institut České republiky, 2010 [cit. 2022-11-05]. Dostupné z: https://wiki.rvp.cz/Knihovna/Sborn%C3%ADk_v%C3%BDukov%C3%BDch_metod/2.Porozum%C4%9Bn%C3%AD/Demonstra%C4%8Dn%C3%AD_pokus
- [17] ČTRNÁCTOVÁ, Hana a Josef HALBYCH. *Didaktika a technika chemických pokusů*. 3., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1192-9.

- [18] ČTRNÁCTOVÁ, Hana, Josef HALBYCH, Jiří HUDEČEK a Jana ŠMÍDOVÁ. *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. 1. vydání. Praha: PROSPEKTRUM, 2000. ISBN 80-7175-071-9.
- [19] HOLZHAUSER, Petr a Radek MATUŠKA. Použití chemických látek ve výuce a v rámci volnočasových aktivit žáků mladších 15 let. *Chemické Listy*. 2019, **113**(4), 233-239. ISSN 1213-7103.
- [20] MRÁČKOVÁ, Martina. *Pokusy z anorganické chemie jako doplněk k výuce chemie na gymnáziu*. Plzeň, 2012. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Mgr. Milan Klečka, PhD.
- [21] BARTÁKOVÁ, Lenka, Pavel DANIŠ a Jaroslava JÁČOVÁ, Lukáš MŮLER, ed. *Laboratorní a terénní cvičení CHEMIE*. 1. vydání. Olomouc: Vydavatelství UPOL, 2015. Badatelsky orientovaná výuka. ISBN 978-80-244-4590-8.
- [22] BARTÁKOVÁ, Lenka, Pavel DANIŠ a Jaroslava JÁČOVÁ. *Náměty k mimoškolní činnosti CHEMIE*. 1. vydání. Olomouc: Vydavatelství UPOL, 2015. ISBN 978-80-244-4745-2.
- [23] BUDÍNSKÁ, Gabriela, Květoslava ŠTIKOVCOVÁ, Lucie JELÍNKOVÁ a Jana JANDOVÁ. *Hravá chemie 8: učebnice pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Praha: Taktik, 2019. ISBN 978-80-7563-208-1.
- [24] MACH, Josef, Irena PLUCKOVÁ a Jiří ŠIBOR. *Chemie: Úvod do obecné a anorganické chemie*. 1. vydání. Brno: Nová škola, 2010. Duhová řada. ISBN 978-807-2891-337.
- [25] VÍT, Martin. *Pokus jako významný motivační prvek ve výuce chemie*. Brno, 2014. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Mgr. Irena Plucková Ph. D.
- [26] VICENOVÁ, Helena a Mária GANAJOVÁ. *Chémia: pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. 1. vydání. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2017. ISBN 978-890-8091-427-1.

- [27] TYLLICHOVÁ, Kateřina. *Chemická laboratoř ve třídě aneb vybrané chemické pokusy jednoduše a bezpečně*. Brno, 2018. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce PhDr. Mgr. Monika Bortlíková.
- [28] NOVOTNÁ, Petra. *Chemické experimenty s podporou moderních výukových prostředků*. Olomouc, 2016. Diplomová práce. Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Mgr. Alena Klanicová, Ph.D.
- [29] VICENOVÁ, Helena a Mária GANAJOVÁ. *Chémia: pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. 1. vydání. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2019. ISBN 978-80-8091-573-5.
- [30] STRAKA, Miloslav. *Kouzelnické pokusy z chemie: 48 efektních pokusů pro chemii základní a střední školy*. 1. vydání. Žďár nad Sázavou: Informační a metodické centrum, 1997.
- [31] BUDÍNSKÁ, Gabriela, Aneta KRIZANOVÁ, Věra NÝVLTOVÁ a Petr TOMAN. *Hravá chemie 9: učebnice pro 9. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Praha: Taktik, 2019. ISBN 978-80-7563-209-8.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Seznam H-vět – standardní věty o nebezpečnosti (H věty) podle směrnice CLP (1272/2008/ES)

Příloha 2 – Fotografie zachycující průběh pokusů

PŘÍLOHY

Příloha 1 Seznam H-vět – standardní věty o nebezpečnosti (H věty) podle směrnice CLP (1272/2008/ES)

Tabulka 4 Standardní věta o nebezpečnosti pro fyzikální vlastnosti

H200 (1)	Nestabilní výbušnina.
H201	Výbušnina; nebezpečí masivního výbuchu.
H202	Výbušnina; vážné nebezpečí zasažení částicemi.
H203	Výbušnina; nebezpečí požáru, tlakové vlny nebo zasažení částicemi.
H204	Nebezpečí požáru nebo zasažení částicemi.
H205	Při požáru může způsobit masivní výbuch.
H220	Extrémně hořlavý plyn.
H221	Hořlavý plyn.
H222	Extrémně hořlavý aerosol.
H223	Hořlavý aerosol.
H224	Extrémně hořlavá kapalina a páry.
H225	Vysoce hořlavá kapalina a páry.
H226	Hořlavá kapalina a páry.
H228	Hořlavá tuhá látka.
H229	Nádoba je pod tlakem: při zahřívání se může roztrhnout.
H230	Může reagovat výbušně i bez přítomnosti vzduchu.
H231	Při zvýšeném tlaku a/nebo teplotě může reagovat výbušně i bez přítomnosti vzduchu.
H240	Zahřívání může způsobit výbuch.
H241	Zahřívání může způsobit požár nebo výbuch.
H242	Zahřívání může způsobit požár.
H250	Při styku se vzduchem se samovolně vznítí.
H251	Samovolně se zahřívá: může se vznítit.
H252	Ve velkém množství se samovolně zahřívá; může se vznítit.
H260	Při styku s vodou uvolňuje hořlavé plyny, které se mohou samovolně vznítit.
H261	Při styku s vodou uvolňuje hořlavé plyny.
H270	Může způsobit nebo zesílit požár; oxidant.
H271	Může způsobit požár nebo výbuch; silný oxidant.
H272	Může zesílit požár; oxidant.
H280	Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout.
H281	Obsahuje zchlazený plyn; může způsobit omrzliny nebo poškození chladem.
H290	Může být korozivní pro kovy.

Tabulka 5 Standardní věty o nebezpečnosti pro zdraví

H300	Při požití může způsobit smrt.
H301	Toxický při požití.
H302	Zdraví škodlivý při požití.
H304	Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt.
H310	Při styku s kůží může způsobit smrt.
H311	Toxický při styku s kůží.
H312	Zdraví škodlivý při styku s kůží.
H314	Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.
H315	Dráždí kůži.
H317	Může vyvolat alergickou kožní reakci.
H318	Způsobuje vážné poškození očí.
H319	Způsobuje vážné podráždění očí.
H330	Při vdechování může způsobit smrt.
H331	Toxický při vdechování.
H332	Zdraví škodlivý při vdechování.
H334	Při vdechování může vyvolat příznaky alergie, astmatu nebo dýchací potíže.
H335	Může způsobit podráždění dýchacích cest.
H336	Může způsobit ospalost nebo závratě.
H340	Může vyvolat genetické poškození,
H341	Podezření na genetické poškození.
H350	Může vyvolat rakovinu.
H351	Podezření na vyvolání rakoviny.
H360	Může poškodit reprodukční schopnost nebo plod v těle matky.
H361	Podezření na poškození reprodukční schopnosti nebo plodu v těle matky.
H362	Může poškodit kojence prostřednictvím mateřského mléka.
H370	Způsobuje poškození orgánů.
H371	Může způsobit poškození orgánů.
H372	Způsobuje poškození orgánů.
H373	Může způsobit poškození orgánů.
H300 + H310	Při požití nebo při styku s kůží může způsobit smrt
H300 + H330	Při požití nebo při vdechování může způsobit smrt
H310 + H330	Při styku s kůží nebo při vdechování může způsobit smrt
H300 + H310 + H330	Při požití, při styku s kůží nebo při vdechování může způsobit smrt
H301 + H311	Toxický při požití nebo při styku s kůží
H301 + H331	Toxický při požití nebo při vdechování
H311 + H331	Toxický při styku s kůží nebo při vdechování
H301 + H311 + H331	Toxický při požití, při styku s kůží nebo při vdechování
H302 + H312	Zdraví škodlivý při požití nebo při styku s kůží
H302 + H332	Zdraví škodlivý při požití nebo při vdechování
H312 + H332	Zdraví škodlivý při styku s kůží nebo při vdechování

Tabulka 6 Standardní věty o nebezpečnosti pro životní prostředí

H400	Vysoce toxický pro vodní organismy.
H410	Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
H411	Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
H412	Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
H413	Může vyvolat dlouhodobé škodlivé účinky pro vodní organismy.
H420	Poškozuje veřejné zdraví a životní prostředí tím, že ničí ozon ve svrchních vrstvách atmosféry

Tabulka 7 Doplnkové kódy

H350i	Může vyvolat rakovinu při vdechování.
H360F	Může poškodit reprodukční schopnost.
H360D	Může poškodit plod v těle matky.
H361f	Podezření na poškození reprodukční schopnosti.
H361d	Podezření na poškození plodu v těle matky.
H360FD	Může poškodit reprodukční schopnost. Může poškodit plod v těle matky.
H361fd	Podezření na poškození reprodukční schopnosti. Podezření na poškození plodu v těle matky.
H360Fd	Může poškodit reprodukční schopnost. Podezření na poškození plodu v těle matky.

Příloha 2 – Fotografie zachycující průběh pokusů

Složky s fotografiemi pokusů byly k práci přiloženy a nahrány do systému STAG při odevzdání bakalářské práce.