

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra anorganické chemie



**NEFORMÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ A JEHO
VÝZNAM PRO VÝUKU CHEMIE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor:	Martin Kufa
Studijní obor:	Chemie pro víceoborové studium – Biologie
Typ studia:	Prezenční
Vedoucí práce:	Mgr. Iveta Bártová, Ph.D.

Olomouc 2021

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

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

V Olomouci dne 26. května 2021

Jméno a Příjmení

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Ivetě Bártové Ph.D. za řadu cenných rad, připomínek a námětů při psaní mé práce, především za trpělivost, konzultace a celkově za pomoc, vždy když jsem potřeboval.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Martin Kufa

Název práce: Neformální vzdělávání a jeho význam pro výuku chemie

Typ práce: Bakalářská

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

Vedoucí práce: Mgr. Iveta Bártová, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2021

Abstrakt:

Bakalářská práce na téma „Neformální vzdělávání a jeho význam pro výuku chemie“ se zabývá ve svých dvou částech, teoretické a praktické části, problematikou toho, jakým způsobem neformální vzdělávání může obohatit výuku chemie na základních a středních školách. Teoretická část práce pojednává o přírodních vědách a o jejich podstatě pro badatelsky orientovanou metodu výuky, školní chemické experimenty a science centra. Kapitola o vzdělávání je především věnována k definování neformálního výchovně-vzdělávacího procesu, a jeho důležitým vlastnostem pro podporu vzdělávání formálního, na kterou navazuje kapitola o kompetencích ve vzdělávání. Praktická část se zabývá tvorbou souboru chemických experimentů, které by mohly sloužit primárně v mimoškolním prostředí v neformální sféře vzdělávání, a které by tak pomohly žákům s upevněním a vysvětlením vybraných chemických jevů za pomoci vlastní experimentální činnosti. V neposlední řadě je důraz kladen na to, aby u žáků experimenty podnítily jejich zájem o daná témata z učiva chemie.

Klíčová slova: přírodní vědy, školní chemický experiment, neformální vzdělávání, kompetence ve vzdělávání

Počet stran: 81

Jazyk: Čeština

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Martin Kufa

Title: Non-formal education and its importance for teaching chemistry

Type of thesis: Bachelor

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

Supervisor: Mgr. Iveta Bártová, Ph.D.

The year of presentation: 2021

Abstract:

Bachelor thesis „Non-formal education and its importance for teaching chemistry“ deals in its two parts, theoretical and practical part, with the issue of how non-formal education can enrich the teaching of chemistry in primary and secondary schools. The theoretical part deals with the natural sciences and their essence for Inquiry-Based Science Education teaching methods, school chemical experiments and science centers. The chapter on education is mainly devoted to defining the non-formal educational process, and its important features for the support of formal education, which is followed by a chapter on competencies in education. The practical part deals with the creation of a set of chemical experiments that could serve primarily in the non-formal, out-of-school, environment in the informal sphere of education, and which would help students to consolidate and explain selected chemical phenomena using their own experimental activities. Last but not least, emphasis is placed on the fact that the students' experiments stimulate their interest in the given topics from the chemistry curriculum.

Keywords: natural sciences, school chemical experiment, non-formal education, competencies in education

Number of pages: 81

Language: Czech

Obsah

ÚVOD	9
TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 Přírodovědné vzdělávání	10
1.1 Přírodní vědy	10
1.2 Charakteristika vzdělávací oblasti.....	10
1.2.1 Cíle přírodovědného vzdělávání.....	11
1.3 Badatelsky orientovaná výuka přírodních věd	12
1.4 Školní chemické experimenty	13
1.5 Science centra.....	16
1.5.1 Interaktivita Science center	17
1.5.2 Science centra ve světě a v České republice.....	19
2 Vzdělávání.....	20
2.1 Výchova a vzdělávání	20
2.2 Celoživotní učení – formální, informální a neformální vzdělávání.....	20
2.2.1 Formální výchovně-vzdělávací proces	21
2.2.2 Informální výchovně-vzdělávací proces.....	21
2.2.3 Neformální výchovně-vzdělávací proces	22
2.3 Neformální vzdělávání	22
2.3.1 Možnosti neformálního vzdělávání v chemii	23
3 Kompetence ve vzdělávání.....	25
3.1 Kompetence a klíčové kompetence	25
3.1.1 Dělení kompetencí.....	26
3.2 Kompetence v kurikulárních dokumentech.....	27
3.2.1 Strategický cíl 1.2 Lisabonského procesu:	27
3.2.2 Kompetence v kurikulu vzdělávání	28
3.3 Kompetence v neformálním vzdělávání.....	30
3.3.1 Uznávání neformálního vzdělávání.....	30
PRAKTICKÁ ČÁST	32
4 Žákovské pokusy pro neformální sféru vzdělávání.....	33
4.1 Kyseliny a zásady	33
4.1.1 Změří červené zelí kyselost?	33
4.2 Směsi	35
4.2.1 Rozpustnost látek ve vodě	35
4.2.2 Oddělování složek ze směsi.....	37

4.2.3	Co ovlivňuje rychlost rozpouštění?	38
4.3	Hoření a hašení	39
4.3.1	Nehořlavý papír	39
4.3.2	Nehořlavý balónek	41
4.3.3	Uhasíme oheň jinak než vodou?	42
4.3.4	Příprava CO ₂	43
4.3.5	Příprava CO ₂ ze zeleniny	46
4.3.6	Pěnový hasicí přístroj	47
4.4	Kovy	48
4.4.1	Jak dobře vedou kovy teplo?	48
4.4.2	Koroze kovů	50
4.5	Voda	52
4.5.1	Je čistá voda opravdu čistá?	52
4.5.2	Tvrdost vody	53
4.6	Chromatografie	54
4.6.1	Dělení barev na papíře	55
4.6.2	Dělení barev na křídě	55
4.6.3	Dělení přírodních barviv	56
4.7	Elektrochemie	57
4.7.1	Výroba elektřiny	57
4.7.2	Elektrolýza	60
4.7.3	Galvanické pokovování	63
	ZÁVĚR	65
	LITERATURA	67
	SEZNAM ROVNIC	72
	SEZNAM OBRÁZKŮ	73
	Seznam příloh	74
	Přílohy	I

ÚVOD

Během posledních 30 až 40 let se science education research community (výzkumná společnost pro vědecké vzdělávání) zaměřila na problematiku zájmu a přístupu žáků ke studiu přírodních věd. Výzkum ukázal, že jeho aktuální význam je zdůrazněn důkazem o poklesu zájmu mladých lidí v usilování o vědeckou kariéru nebo studium přírodních věd. Silným prvkem tohoto výzkumu byl rozpor mezi přístupem žáků k přírodním vědám obecně, a jejich přístupem jako k vyučovaným předmětům ve školách. V obecné rovině vidí mnoho žáků kolem patnáctého roku života přírodní vědy jako zajímavé a užitečné pro společnost i přes to, že se nejedná o jednoduché disciplíny. Na druhé straně stojí mnoho žáků, kteří tyto vědecké disciplíny, pro ně známé jako předměty fyzika, chemie, biologie nebo geografie nevnímají jako důležité, zvláště z důvodu jejich využití v běžném životě („Nikdy to nebudou potřebovat, na co jim to v životě bude?“), a touží po příležitostech pro praktickou názornou práci, rozšíření bádání a příležitost k diskuzi, atd. (Osborne, et al., 2003). Klíčový aspekt ve zvýšení motivace studentů a propagace učení se přírodním vědám je ten, že by přírodovědné vzdělávání mělo být „více relevantní“ (Affeldt, et al., 2017).

Mezi mnoha iniciativami na zvýšení motivace a zájmu o přírodní vědy u mladých lidí je zde návrh na re-orientaci přírodovědného vzdělávání posílením sektoru neformálního a informálního přírodovědného vzdělávání, a nejlépe o jejich propojení s formálním vzděláváním ve školách. Nedávné výzkumy ukazují, že zkušenosti z neformálně vzdělávacího prostředí zvyšují motivaci studentů, podporují jejich kognitivní úspěchy, zlepšují jejich celkový přístup vůči přírodním vědám, nabízí smysluplné a relevantní učení a zlepšují přírodovědnou gramotnost studentů (Affeldt, et al., 2017).

Cílem práce je definovat oblast neformálního vzdělávání a popsat jeho význam v rámci přírodních věd, se zaměřením na výuku chemie. Praktická část je zaměřená na tvorbu souboru a zpracování chemických experimentů tak, aby byly proveditelné pro žáky v oblasti neformálního vzdělávání, a tím podpořily výuku chemie v oblasti formálního vzdělávání.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Přírodovědné vzdělávání

1.1 Přírodní vědy

Přírodními vědami rozumíme soubor věd, které se zabývají popisem, predikcí a porozuměním přírodních jevů na základě empirických důkazů z pozorování a experimentování. Do přírodních věd řadíme biologii, fyziku, chemii, astronomii a vědy o Zemi, kde patří geografie a geologie. Každá z uvedených věd může být dále dělena na více specializované obory (např. botanika, zoologie, optika, anorganická chemie, atd.). Přírodní vědy používají nástroje formálních věd (matematika a logika), které převádějí měření, pozorování, a celkově získaná data do jasných tvrzení, které obecně označujeme jako tzv. zákony přírody. Na rozdíl od společenských věd, filosofie a teologie užívají přírodní vědy k dosažení poznání čistě vědeckých metod. Za jejich základní znaky bychom mohli považovat snahu o objektivní poznání a omezení vlivu subjektivity pozorovatele, nebo skutečnost, že přírodní vědy jsou přísně skeptické. Teorie přírodních věd by měly být vybudovány na empirických datech, být falzifikovatelné, a měly by umožnit předvídat nové poznatky (RVP G, 2007).

1.2 Charakteristika vzdělávací oblasti

Přírodovědné poznávání bere jako základní prioritu odkrývání zákonitostí, jimiž se řídí přírodní procesy pomocí metod vědeckého výzkumu. V rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia je toto poznání popsáno následovně: „*Odkrývání přírodních zákonitostí je hodnotné jednak samo o sobě, neboť naplňuje přirozenou lidskou zvědavost poznat a porozumět tomu, co se odehrává pod povrchem smyslově pozorovatelných, často zdánlivě nesouvisajících jevů, a jednak člověku umožňuje ovládnout různé přírodní objekty a procesy tak, aby je mohl využívat pro další výzkum i pro rozmanité praktické účely.*“ (RVP G, 2007, str. 25)

Pokud chceme usilovat o kvalitní přírodovědné vzdělávání, které bude prakticky využitelné pro žáky, je důležité, aby se v první řadě zaobíralo zákonitými souvislostmi mezi poznanými aspekty přírodních objektů a procesů. Tyto aspekty nelze pouze popisovat nebo klasifikovat. Tento přístup by měl v žácích budit touhu po hlubším poznávání okolního světa a jeho řádu, což by mělo budit emoce z intenzivního prožívání používání vlastních schopností tento řád okolního světa objevovat (RVP G, 2007).

1.2.1 Cíle přírodovědného vzdělávání

Obecně cíl, jak ho známe, můžeme chápat jako představu o stavu, kterého chceme dosáhnout za určitý časový interval. Pokud tuto definici cíle vztáhneme do sféry vzdělávání, pak jsou vzdělávací cíle představy o změně v kvalitě osobnosti, chování a prožívání žáků, které mají být pomocí vzdělávání dosaženy za určité časové období (Malčík, et al., 2014).

Vzdělávací cíle hrají v projektování vzdělávání důležitou roli. Jedná se o základní strukturní prvek ve vzdělávání, jelikož spolu s jeho výsledkem utváří dvojici, která je základem skutečného řízeného vzdělávání (Malčík, et al., 2014).

Pozitivní je, že Česká republika respektuje většinu zahraničních trendů ve vzdělávání a výuce, jak dokazuje rozsáhlá rešerše přírodovědného vzdělávání a analýza cílů, která proběhla na mezinárodní úrovni (Janoušková, et al., 2019 p. 174). V rovině zamýšleného kurikula se přírodovědné vzdělávání posunulo žádoucím směrem, a jejich nastavení umožňuje rozvíjet všechny vzájemně provázané dimenze přírodovědné gramotnosti (Janoušková, et al., 2019).

Cíle bývají formulovány v konkrétní podobě v připravovaných kurikulech různě. Nicméně existují určité podobnosti a trendy, které jsou těmto dokumentům společné. Janoušková a spol. (Janoušková, et al., 2019) zvolila k popisu vzdělávacích cílů pro přírodovědné vzdělávání dva kurikulární dokumenty, a to: standard základního vzdělávání (Národní ústav pro vzdělávání, 2013) a rámcový vzdělávací program základního vzdělávání (RVP ZV, 2017), kde definovala tyto cíle.

1. Osvojení si a používání prvků pojmového systému přírodovědného vzdělávání – kde by si měli žáci osvojit základní pojmy přírodovědného vzdělávání, stejně tak jako osvojení si základních zákonů, principů, hypotéz, teorií a modelů.
2. Osvojení si používání metod a postupů přírodovědného vzdělávání – žáci by se měli seznámit a naučit se používat empirické a racionální metody a postupy, které využívají přírodní vědy.
3. Osvojení si a používání způsobu hodnocení přírodovědného vzdělávání – zde by si měli žáci umět kriticky zhodnotit informace, osvojit si zjišťování chyb či zkreslování dat v přírodovědném zkoumání, a hlavně naučit se testovat (potvrzovat či vyvracet) objektivitu, spolehlivost a pravdivost (dat, hypotéz apod.).
4. Osvojení si a používání způsobů interakce přírodovědného poznání s ostatními segmenty lidského poznání – což obsahuje používání matematických prostředků, stejně tak, jako používání prostředků moderních technologií v přírodovědném poznání. Naučit se personálnímu rozhodování a řešení problémů, osvojit si důsledky

aplikací přírodovědného poznání pro člověka a jeho prostředí a naučit se témata zdraví a zdravého životního stylu.

Navzdory tomu, že je ve výuce opakovaně nabízeno řešení v oslabení naučených výstupů, relevance výuky byla zkoumána velmi málo, ve srovnání s výzkumy o motivaci a zájmech. Abychom podpořili relevanci výuky, je třeba získat data z výzkumu o tom, které faktory činí hodiny přírodních věd relevantními (Halonen, et al., 2018). Pojem relevantnost nebo relevance v přírodovědném vzdělávání může být pochopen mnoha způsoby. V nedávném review (Stuckey, et al., 2013) bylo navrženo, že přírodovědné vzdělávání je relevantní, když způsobí u studentů určitou změnu v jejich myšlení, potenciálně má na život studentů a jejich budoucnost přímý dopad. Relevantnost vzdělávání má několik dimenzí, kterými jsou individuální, sociální a odborná relevance (Affeldt, et al., 2017).

1.3 Badatelsky orientovaná výuka přírodních věd

Projekt organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj PISA (Programme for international student assessment) je v současné době jedním z nejdůležitějších a nejznámějších mezinárodních výzkumů v oblasti vzdělávání. V roce 2009 byl proveden výzkum, jehož hlavním cílem bylo zjistit, jestli si na konci povinné školní docházky žáci osvojili vědomosti a dovednosti nezbytné pro svůj další vývoj v reálném prostředí společnosti. Výsledky ukázaly, že co se týče přírodovědné části testu, tak u nás došlo za krátké časové období k druhému největšímu zhoršení mezi zúčastněnými zeměmi (Palečková, a další, 2010). I přes to, že si žáci pamatují značné množství přírodovědných informací, problém u nich nastává, pokud mají tyto informace využívat v experimentech, záznamu a vyhodnocování dat, formulaci hypotéz nebo závěrů. To může mít na svědomí právě stále využívaný instruktivistický přístup ve výuce, který se zaměřuje na shromažďování a reprodukci přírodovědných vědomostí (Výuka obecné a anorganické chemie s využitím badatelsky orientované metody, 2013).

V České republice, i v ostatních státech Evropské unie, se právě jako reakce na tento zhoršující se stav přírodovědného vzdělání začala ve vzdělávání využívat metoda IBSE (Inquiry Based Science Education). Do českého jazyka je tato metoda nejčastěji překládána jako metoda BOV (badatelsky orientovaná výuka), která se snaží zacílit na porozumění poznatků a jejich aplikace. Tato metoda vychází z konstruktivistické teorie vzdělávání, která stejně jako BOV prosazuje aktivní roli žáka, který se podílí na práci a získávání informací, a není pouze pasivním příjemcem informací, které mu učitel předá. Z toho plyne, že se tak mění i role učitele, který je

zde pouze rádcem, facilitátorem v poznání žáků, a pomáhá žákům v dosažení poznání (Dostál, 2013).

Badatelsky orientovaná výuka by pak měla podněcovat aktivní práci žáka v samostatném stanovení hypotéz a otázek, týkajících se studovaného problému, návrhu řešení a hledání vhodných informací a jejich následnou interpretaci. Dále žáci pracují na samostatném pozorování a experimentální práci, aby mohli své prvotní poznatky konfrontovat s reálnými výsledky, a následně o nich diskutovat a formulovat závěry. Samotný průběh výuky by měl začít u motivace žáků, a vyvolání pocitu zvědavosti, který by měl zvýšit zájem a chuť výzkumný problém řešit. Poté by měli žáci pomoci kladení správných otázek sestrojít model řešení a jeho aktivní realizaci. V samém závěru by měli žáci výsledky správně vyhodnotit a prodiskutovat, z prvotních představ by měl být vytvořen finální koncept s konečně platnou strukturou a definicí, který může být nadále ověřován (Výuka obecné a anorganické chemie s využitím badatelsky orientované metody, 2013).

Význam BOV v přírodních vědách spočívá zaprvé ve vizualizaci, experimentování, a vlastně laicky řečeno „osahání si“ různých přírodních jevů, které pomáhají žákům v utvoření si představy o dané problematice mnohem víc než jen formou pasivního přijímání informací. Zároveň je žák nucen uspořádat informace do logických celků, které využívá logická paměť. Tento typ paměti je k uchování informací dlouhodobě výhodnější než pouhé memorování, a využívání mechanické paměti v zapamatování informací.

1.4 Školní chemické experimenty

Jedním ze vzdělávacích prostředků používaných v BOV je experiment neboli pokus. V moderní vědě můžeme jednodušším způsobem dojít ke skutečnosti tím, že vytvoříme umělá experimentální uspořádání, namísto nahodilého pozorování, a experimentem tak vyloučit to, co nás právě nezajímá v pozorovaném jevu, a uspořádat věci tak, aby se výsledek dal změřit, vyjádřit nějak logicky, a kdykoliv reprodukovat. Na školách se ve výuce chemie jevy a zákonitosti demonstrují nejúčinněji za pomoci názorných žakovských experimentů. Důležité je, aby byla tomuto vzdělávacímu procesu poskytnutá dostatečná časová dotace hodin, které žáci stráví nejen experimentováním, ale také teoretickou přípravou v hodinách chemie. Také by mělo být samozřejmé, aby byly školní chemické laboratoře adekvátně materiálně vybaveny (Sociologie vzdělání a chemické zájmové experimentování, 2013).

V rámci vzdělávání chemie je experiment důležitým učebním prvkem, jak z pohledu didaktiky chemie, tak z pohledu upoutání pozornosti a atraktivity předmětu chemie u žáků.

Chemický žákovský experiment z výuky na školách stále více vymírá. Školní pokusy jsou v dnešní době omezovány, pouze na jakousi kuriózní exhibici, ze které ani učitel ani žák reálně nic nemá, a je z něj pouze nežádoucí prvek, sloužící jako cirkusové číslo. (Lesk a bída školního chemického experimentu, 2009). Za nejčastější překážky pro využití badatelsky orientované výuky, ale také pro provádění pokusů vidí učitelé v nedostatečné časové dotaci pro provedení vlastního pokusu, nedostatečném technickém a materiálním vybavení, a ve velkém počtu žáků ve třídě (Mezníková, 2018, Fiala, et al., 2019).

Jedním z důvodů, proč se laboratorní pokusy vytrácejí ze škol, je skutečnost, že jsou školní osnovy předimenzovány, a využití školních pokusů se odkládá na okraj. Jelikož se jedná o časově náročnou aktivitu, učitelé nechtějí tento čas věnovat experimentům na úkor dalšího zahlcování žáků abstraktními pojmy. Samotný vzdělávací obsah bývá zprostředkováván stále podle scientistického paradigmatu přírodovědného vzdělávání, které prosazuje vysokou míru abstrakce, zevšeobecnění, matematizace a atomizace. Chemické zákonitosti nejsou vyvozovány z popisu experimentu a jeho podrobné analýzy, ale pouze na základě teoretického výkladu. Tím, že se žákům představují abstraktní symboly dříve než fenomény, které tyto symboly představují, si pak žáci hodně obtížně propojují poznatky z teoretického poznání s těmi, které by mohli během experimentu pozorovat (Lesk a bída školního chemického experimentu, 2009).

Reif ve své publikaci (Reif, et al., 1991) poukazuje na to, že v 1. ročníku vysokých škol se objevuje až 50 % studentů bez plně vyvinutého pojmového myšlení. Pořád používají myšlení názorné, které v mysli operuje pouze s představami, a nikoliv s pojmy. To je způsobeno už na základních školách, kde bývají příliš brzy „*názorné ukázky nahrazovány slovem, reálné objekty modely, experimenty popisem a přímé zkoumání zprostředkováním a pátráním po poznání pouze sdělením faktů*“ (Lesk a bída školního chemického experimentu, 2009 str. 4). “

I mládež ve věku 15-19 let je dlouhým teoretizováním znužena a netrpělivě čeká na realizaci praktického experimentování, jelikož poznatky mající praktické využití si zapamatovávají nejlépe. To odpovídá podle Kolbovy klasifikace (Kolb, 1984) pragmatickému učebnímu stylu, který by měl v tomto věku žáků ve výuce převažovat. Podle pragmatického učebnímu stylu by měli studenti s nadšením zkoušet nové nápady a myšlenky, a testovat, zda fungují prakticky. Teoretické poznatky je nezajímají, jsou pro ně nedůležité, pokud je nedokážou využít v praxi. To můžeme pozorovat i v jejich soukromém a osobním životě, kde se tato mládež uchyluje k experimentování na vlastním těle, ať už s návykovými látkami, módou nebo sexuálními aktivitami. Právě proto by v tomto věku mělo být dosaženo jejich realizace ve škole formou praktického experimentování, díky čehož si odnesou ze školy mnohem více (Lesk a bída školního chemického experimentu, 2009).

Problém nastává v okamžiku, kdy žáci nejsou vedeni k tomu, aby spojovali naučené teoretické poznatky z hodin s reálnými jevy, které jsou schopni pozorovat v průběhu experimentu. Mnoho kritiků udává, že problém žáků spočívá v tom, že se učí nazpaměť a bezmyšlenkovitě. Pracovní postup mají naučený nazpaměť a nechápou, proč určité operace v experimentu provádějí. Následně si tak neumí průběh experimentu a jeho princip spojit s informacemi, které znají z výuky (White, 1996).

Hodson ve své práci (Hodson, 1993) kritizuje laboratorní cvičení. Tvrdí, že jsou neproduktivní a zmatené, a to od doby, kdy jsou velmi často používány bez jakéhokoliv jasného promyšleného účelu, a dožadoval se většího důrazu na to, aby si student uvědomoval, co doopravdy v laboratorním cvičení dělá.

Výzkumy ukazují celkem pesimistické výsledky, které jsou v rozporu s teoriemi a nadějemi. Je předpokládáno, že školní laboratoře fungují, protože poskytují barevnost, nadšení z neobvyklých objektů a jevů, a jdou do kontrastu s klasickými praktikami ve školách – sedět a poslouchat výklad učitele. Bohužel neexistují dostatečné důkazy o tom, že práce ve školních laboratořích podporují lepší pochopení vědeckých metod, abstraktů a procesů, které by dělaly informace snáze zapamatovatelné nebo by odhalovaly spojitosti mezi tématy (White, 1996).

Jak už Škoda J. a Doulík P. v publikaci (Lesk a bída školního chemického experimentu, 2009) uvedli, školní chemické experimenty prováděné žákem se omezují a často bývají nahrazeny pouhou demonstrací učitelem, což dělá z pojmu experiment synonymum pro již dříve zmíněné „cirkusové představení“. To, že by školní experimenty měly být pouze zdrojem zábavy, kritizuje Richard T. White ve své publikaci *The link between the laboratory and learning* slovy: „... i přes to, zda laboratorní cvičení nadchnou studenty nebo ne, tak některé vlády, soukromé firmy nebo jednotlivci zakládají školy, jen aby poskytli žákům zábavný prožitek. Pokud jim jde o tohle, měli by postavit hřiště namísto laboratoře. Neměli bychom učit nebo se učit přírodním vědám pouze pro zábavu, i přes to, že naštěstí si to mnoho z nás užívá společně s tím, že se naplňují mnohem důležitější cíle. Právě kvůli těmto vážnějším cílům bychom měli provádět ve školách laboratorní cvičení“, (White, 1996 str. 761).

Aby laboratorní aktivity mohly hrát klíčovou roli v přírodovědných osnovách škol, které by doopravdy rozvíjely přírodovědnou gramotnost, rozvíjely studentovy schopnosti a dovednosti, jako například formování hypotéz, navrhování a vedení vědeckého zkoumání a propojování výsledků experimentů s tím co se naučili, je třeba podchytit zájem žáků už v počátku výuky chemie (nejčastěji v 8. třídě základní školy). Zde totiž existují dva až tři měsíce, kdy se chemie stává pro žáky novým a atraktivním předmětem, který u nich vyvolává pocity vzrušení a zvědavosti. Tyto pocity a představy bývají podpořeny, pokud učitel předvede chemický

experiment. A právě v tomto období by měla výuka být reprezentována zvláště chemickými (ať už demonstračním nebo žákovským) experimenty, na nichž by pak měly být postaveny základy školní práce s experimentem a vůbec základy vědecké práce v chemii. Toto ale často naplněno nebývá a žáci se od samého začátku učí o abstraktních pojmech, které jim nedávají smysl. Autoři v publikaci (Lesk a bída školního chemického experimentu, 2009) dodávají, že „... snad žádný z autorů zabývající se výzkumy oblíbenosti chemie jako vyučovacího předmětu si neopomene trpce postěžovat, že prvotní nadšení žáků pro předmět rychle vyprchá a chemie se spolu s fyzikou stává jakýmsi loserem v pelotonu školních předmětů.“ A pokud bude žákům na začátku předmětu chemie předveden chemický experiment a výuka postavená na jeho základě, vytvoří se z něho běžný vyučovací prostředek podobně jako atlas, slovník nebo tabulky, se kterými žáci budou umět pracovat (Lesk a bída školního chemického experimentu, 2009).

1.5 Science centra

Science centra (<https://www.sciencecentra.cz/>) jsou vzdělávací instituce, které jsou založeny na tom, aby představily vědu lidem různého zázemí, dovolily jim naučit se a dozvědět se něco nového, a rozvinuly jejich zájem o vědu a techniku. V science centrech je aktivní účast návštěvníka podpořena takovými aktivitami a exponáty, kde si na rozdíl od obyčejných muzeí návštěvníci mohou všechno osahat a vyzkoušet. Tam, kde pokulhávají tichá muzea, která návštěvníkům nabízejí inaktivní prostředí, kde jsou objekty pozorovány skrze skleněné vitríny, jichž se návštěvník nemůže dotýkat, a jediná interakce s ním probíhá skrz krátké identifikační popisky, science centra naopak přinášejí prostředí interaktivní, aktivní a rušná místa, která dovolují dynamickou interakci s exponáty a se zaměstnanci science center, edutainery, a tím se podílejí na získání kognitivních, afektivních a psychomotorických dovedností (Gürsoy, 2020).

Vědecká muzea jsou instituce poznávání, místa vědění, sbírání a shlížení důkazů vědy, zatímco science centra se typicky více zabývají prezentováním abstraktních zákonů, principů a jevů vesmíru (MacDonald, 1998).

Koster (Koster, 1999) navrhl sedm atributů, kterými by se science centra měla řídit:

- 1) měla by se zaměřit na vztah mezi vědou, technologiemi a společností, a prezentovat se multidimenzionálním přístupem, a zaměřovat se na budoucnost vědy, než na její minulost;
- 2) měla by být přístupna pro návštěvníky všeho věku, kultur, vzdělanostních tříd, atd;
- 3) měla by návštěvníkům pomáhat učit se, poskytovat jedinečné zážitky, a budovat identitu značky na trhu;

- 4) měla by využívat současná multimediální zařízení pro lepší interakci a přitažlivost;
- 5) měla by spolupracovat s podobnými organizacemi, pro společné spojení sil a větší dosah;
- 6) měla by sloužit jako centra celoživotního vzdělávání;
- 7) měla by být nestranná, a vytvořit takové prostředí, kde by mohla být prezentována témata, která nemusí být příjemná pro společnost.

Co se týká science center, Wellington (Wellington, 1998) popisuje dva typy expozičních, které se v těchto prostorech nacházejí. Jedná se buď o experimentální expoziční, které dovolují návštěvníkům zažít a interagovat s vědeckým jevem, anebo pedagogické výstavy, které jsou nastaveny tak, aby něco návštěvníka naučily. Pedretti (Pedretti, 2002) definuje i třetí kategorii – kritické expoziční, které by se měly soustřeďovat na procesy, podstatu vědy, a sociokulturní kontext vědy a techniky.

Science centra jsou považována za instituce neformálního vzdělávání a jsou prominentní i pro kurikula, speciálně v přírodovědném vzdělávání. Ve skutečnosti byl dokázán po návštěvě science centra signifikantní nárůst ve znalostní úrovni žáků s jinak nízkými výkony v přírodních vědách, a s tím souvisejícím zájmem o přírodní vědy. Pokud se potenciál science centra zkoordinuje se školním výukovým programem, je možné očekávat zlepšení jak školních úspěchů, tak pozitivního naladění ke vědě a technice obecně. V několika studiích o science centrech jako mimoškolním vzdělávacím prostředí bylo zdůrazněno, že tato prostředí stimulují nadšení a zvědavost, zvyšují pozitivní přístupy vůči vědě a vědecky orientovaným tématům, a vytvářejí zájem a motivaci skrz přímou účast, přístup a kooperaci (Gürsoy, 2020).

1.5.1 Interaktivita Science center

Pojmy jako interaktivní a praktický (z angl. *hands-on*) jsou považována za synonyma, avšak hovoříme-li o exponátech, je nutné tyto dva výrazy rozlišovat. Praktické exponáty potřebují fyzické zapojení návštěvníka, kterým může být jak dotýkání se zvířecí pokožky nebo zmáčknutí tlačítka, které spustí audiozáznam u exponátu. V prvním případě se jedná o exponát pasivní, ve druhém se jedná o exponát reaktivní. Interaktivní exponáty jsou takové, které reagují na akci návštěvníka, a zároveň ho vyzývají k dalším činnostem. Je zde závislost mezi exponátem a návštěvníkem science centra. Interaktivní expoziční mohou být praktické, protože závisí na fyzickém zapojení, nebo potřebují jiné smysly, aby bylo dosaženo jejich významu. Důležitým rozdílem je skutečnost, že interaktivní exponáty nabízejí zpětnou vazbu návštěvníkům, která vyvolá další interakci. Interaktivní exponáty popsal McLean (McLean, 1993 str. 93) jako ty, ve kterých mohou návštěvníci provádět činnosti, shromažďovat důkazy, vybírat možnosti,

vytvářet závěry, testovat dovednosti, získávat informace, a na základě získaných informací pak měnit situaci. Touto cestou může dobrá interaktivní expozice personalizovat zkušenost pro návštěvníka. Dalším důvodem k rozlišení mezi interaktivním a praktickým pojetím exponátu je, že praktický neznamena propojený s myslí. Jak v publikaci (Lucas, 1983 str. 9) vyzdvihl autor: „... je chybné se domnívat, že jakákoliv fyzická manipulace s exponátem podníti intelektuální zapojení.“ To však neznamena, že praktický aspekt není důležitý. Mnoho tradičních muzeí představují praktické panely, nebo vytvářejí oblasti, kde jsou návštěvníci vyzváni k pohybu s objekty, a zaznamenávají zvýšený zájem a porozumění od návštěvníků.

Důraz v interakci s exponáty, jako předpoklad pro porozumění byl při vývoji Exploratoria, největšího a nejznámějšího science centra na světě, základním hlediskem. Sám jeho zakladatel Frank Oppenheimer věřil, že: „... je skoro nemožné se naučit, jak něco funguje, dokud jeden není schopen zopakovat každý krok dané operace dle své libosti; dále je obvykle nutné vytvořit malé změny, které naruší danou operaci“, (Oppenheimer, 1968 str. 175). Jednalo se tedy o pedagogickou efektivitu interakce, než o zájem veřejnosti, který zaujal Oppenheimera k interaktivnímu přístupu a tvorbě exponátů, které podníti aktivní účast návštěvníka.

Z teoretického nebo pedagogického úhlu pohledu může být atraktivita interaktivních exponátů vysvětlena několika způsoby (Semper, 1990 str. 5). Semper navrhuje čtyři postoje: zvědavost a vnitřní motivace, více způsobu učení, hra a objevování v učebním procesu a pohled na svět mezi lidmi, kteří se věnují vědě. Semperovy čtyři postoje nejsou vzájemně se vylučující, každý může přispět něčím k vysvětlení, proč je nebo není určitý exponát úspěšný v získávání si návštěvníků a poskytování zážitků z učení. Perry (Perry, 1989) vysvětluje, proč jsou exponáty u veřejnosti úspěšné dvěma podmínkami pro úspěch: návštěvníci by si měli exponát užít, a měli by se z něj něco naučit. Kromě toho Perry vytvořila model, který by mohl být využíván k návrhu exponátu podporující vnitřní motivaci. Jedná se o šest souhrnných kritérií:

- zvědavost – návštěvník je překvapen a zaujat;
- sebejistota – návštěvník dosáhne pocitu vlastní kompetence tím, že zažije úspěch;
- výzva – návštěvník vnímá, že je na čem pracovat;
- kontrola – návštěvník má pocit sebeurčení a řízení;
- hra – návštěvník zažívá radost a hravost;
- komunikace – návštěvník se angažuje ve smysluplné sociální interakci.

1.5.2 Science centra ve světě a v České republice

Jako první science centrum vůbec můžeme považovat Berlínskou Uranii (1888), největší rozkvět science center ve světě však nastal až na přelomu 60. a 70. let 20. století, kdy se otevřelo Exploratorium v San Franciscu nebo kanadské Ontario Science Center v Torontu. Jako významná evropská science centra můžeme uvést dánské Experimentarium, vlámské Technopolis či finské Heureka.

V České republice se první pokusy zakládání science center začaly objevovat až na sklonku devadesátých let. Jednalo se o například o interaktivní výstavy „*Experimentem k poznání*“ v Národním technickém muzeu v letech 1992 a 1993, nebo výstava „*Heureka*“ v Moravském zemském muzeu v Brně v roce 1994. O deset let později pak začala vznikat skutečná science centra na našem území, jako první liberecký iQPARK (2004) a plzeňská Techmania (2008).

Mezi nejvýznamnější česká science centra patří: Technická herna (<https://www.tnbrno.cz/expozice/technicka-herna/>), iQLANDIA science center Liberec (<https://iqlandia.cz/iqpark>), VIDA! Science centrum v Brně (<https://vida.cz/>), Svět techniky Ostrava (<https://www.dolnivitkovice.cz/velky-svet-techniky/>), Techmania Science Center v Plzni (<https://techmania.cz/cs/>), Herna technických souvislostí v obci Velenov (<https://www.velenov.cz/herna-technicky-souvislosti-valchov/>) a Pevnost poznání v Olomouci (<https://www.pevnostpoznani.cz/>) (Broulíková, 2015).

2 Vzdělávání

Neformální vzdělávání, někdy také neformální výchovně-vzdělávací proces, je pouze jednou částí pedagogiky. Tato část pedagogiky je už v názvu charakterizována pojmy výchova a vzdělávání. Tyto pojmy jsou používány souběžně, a někdy bývají zaměňovány, i přesto, že je mezi nimi znatelný rozdíl.

2.1 Výchova a vzdělávání

Výchovou rozumíme činnost, která předává normy a vzorce chování, komunikační rituály, hygienické návyky, upevňuje a dává vzniknout novým reakčním zvyklostem a dalším vzorcům chování. Dohromady tvoří jakýsi duchovní majetek, který je předáván v rodině od nejranějšího věku z generace na generaci, čímž je lidský jedinec socializován. V pedagogickém pojetí je výchova považována za „*záměrné působení na osobnost jedince s cílem dosáhnout změn v různých složkách osobnosti*“ (Průcha, 2009 str. 17).

Vzdělávání je proces, který záměrně a organizovaně směřuje k rozvoji jedincových vědomostí, dovedností, postojů, schopností aj., nejčastěji realizovaný prostřednictvím školního vyučování. Nicméně tyto pojmy, ač už každý znamenají něco jiného, není možné v praxi oddělovat. Proto byl zaveden pojem výchovně-vzdělávací proces, který propojuje vzdělávání s výchovou, jako je tomu například ve školním vyučování, kdy učitel při vykonávání své profese předává žákům jak vědomosti, tak různé mravní hodnoty, učitel tedy vzdělává i vychovává (Průcha, 2009).

2.2 Celoživotní učení – formální, informální a neformální vzdělávání

Oba dva pojmy, jak vzdělávání, tak výchova, označují proces, jehož trvání probíhá v ideálním případě nepřetržitě po celý život člověka, od narození až po jeho smrt. Krom časového hlediska se člověk podrobuje výchovně-vzdělávacímu procesu i z hlediska prostorového. Můžeme tedy říct, že vždy a všude můžeme nabývat nových vědomostí, nebo mravních návyků. Hovoříme o celoživotním učení, popř. celoživotním vzdělávání, které zahrnuje školní a mimoškolní oblast vzdělávání. Ve školní oblasti vzdělávání hovoříme o formálním výchovně-vzdělávacím procesu (formální vzdělávání), v oblasti mimoškolní máme dva procesy, a to informální výchovně-vzdělávací proces (informální vzdělávání), kdy se žák učí nesystematicky sám například tím, že se podívá na dokument, nebo se vydá s rodiči do muzea a neformální výchovně-vzdělávací proces (neformální vzdělávání), v něm jsou žáci

vedeni systematicky, ale mimo školní rámec, například v kroužku, oddílu mládeže, apod. (Kalhous, et al., 2009). I když se oba tyto vzdělávací procesy odehrávají mimo školní prostředí, a mohlo by se zdát, že se jedná o synonyma toho samého, liší se od sebe zpravidla přístupem k organizovanosti a systematickostí. (Strategie celoživotního učení ČR, 2008)

Rozdíly mezi formálním, informálním a neformálním vzděláváním nejsou vždy jednoznačně a jednoduše rozeznatelné. Některé z naučených zkušeností mimo prostředí školy mohou být součástí oficiálních školních osnov zakotvených ve formálním vzdělávacím procesu a rámcových vzdělávacích procesech, a potom můžeme diskutovat o tom, jestli tyto naučené znalosti by měly být brány jako součást informálního nebo neformálního vzdělávání (Affeldt, et al., 2017).

2.2.1 Formální výchovně-vzdělávací proces

Nejčastější sférou, kde se můžeme setkat se vzděláváním, je samozřejmě oblast školství, kde se uplatňuje. Formální vzdělávání je pak definováno jako „*vzdělávání, které se realizuje ve vzdělávacích institucích, zpravidla ve školách. Jeho funkce, cíle, obsahy, organizační formy a způsoby hodnocení jsou vymezeny právními předpisy. Zahrnuje získávání na sebe zpravidla navazujících stupňů vzdělání (základního vzdělání, středního vzdělání, středního vzdělání s výučním listem, středního vzdělání s maturitní zkouškou, vyššího odborného vzdělání v konzervatoři, vyššího odborného vzdělání a vysokoškolského vzdělání), jejichž absolvování je potvrzováno příslušným osvědčením (vysvědčením, výučním listem, vysokoškolským diplomem apod.)*“ (Strategie celoživotního učení ČR, 2008 stránky 8-9).

S formálním vzděláváním se zpravidla setkáváme v prvních dekádách života, a proto bývá nejčastěji spojováno s tzv. počátečním vzděláváním, které minimálně ve formě povinné školní docházky absolvuje každý z nás. V konceptu celoživotního učení hraje formální vzdělávání ještě vcelku důležitou roli v prostředí tzv. dalšího vzdělávání dospělých (Český statistický úřad).

2.2.2 Informální výchovně-vzdělávací proces

Informální vzdělávání je definováno jako záměrná činnost vedoucí k získávání vědomostí a zlepšování dovedností tím, že není zpravidla systematická a není organizovaná žádnou institucí. Jde čistě a pouze o přístup daného člověka ve svých každodenních aktivitách. Jde o učení aktivní, záměrnou činnost, kterou dochází k osvojování nových poznatků (např. studium manuálu k přístroji v práci, učení se novým jazykům z učebnice pro samouky, návštěva muzea,

účastí diskuze, apod.). Jedná se o sebevzdělávání, které ale není nijak objektivně ověřováno nebo hodnoceno. Množství správnost a kvalita nově nabytých poznatků pak závisí jenom na svědomí každého člověka (Strategie celoživotního učení ČR, 2008).

2.2.3 Neformální výchovně-vzdělávací proces

Neformální vzdělávání je definováno podle MŠMT jako: „vzdělávání, které se uskutečňuje mimo formální vzdělávací systém (formální vzdělávání vede k dosažení určitého stupně vzdělání doloženého certifikátem, např. vysvědčením, diplomem) a nevede k ucelenému školskému vzdělání. Jedná se o organizované výchovně vzdělávací aktivity mimo rámec zavedeného oficiálního školského systému, které zájemcům nabízí záměrný rozvoj životních zkušeností, dovedností a postojů, založených na uceleném systému hodnot. Tyto aktivity bývají zpravidla dobrovolné. Organizátory jsou sdružení dětí a mládeže a další nestátní neziskové organizace (NNO), školská zařízení pro zájmové vzdělávání – především střediska volného času, vzdělávací agentury, kluby, kulturní zařízení a další“ (Ministerstvo školství, 2013).

Typicky se neformální vzdělávání odehrává mimo tradiční školské prostředí, ačkoli to nemusí být vždy tento případ. Problém vyvstává u školních kroužků, které se odehrávají v prostředí školy, a bývají spojeny s oficiálními školními aktivitami. Rozdíl v tomto případě mezi formálním a neformálním vzděláváním není v tom, kde se žák vzdělává a že se vzdělávání týká oficiálních školních aktivit, ale v tom že vzdělávací cíle nejsou vázány na oficiální školní osnovy, tím pádem se jedná o neformální vzdělávání (Eshach, 2007).

2.3 Neformální vzdělávání

Jelikož se neformální vzdělávání uskutečňuje mimo vyučování, tedy ve volném čase žáka, je důležité, aby z pedagogického hlediska podporovalo jeho aktivitu, poskytovalo mu dostatečný prostor ke spontaneitě, seberealizaci a socializaci. Neméně důležité jsou také aspekty kladné citové odezvy, a navození pocitu bezpečí a jistoty. K tomu je potřeba silná osobnost pedagoga neformálního vzdělávání, někdy také označovaného jako pedagoga volného času, jehož nejdůležitější schopností by mělo být, aby uměl se svými žáky navázat kladné vztahy a získal si jejich důvěru. Toho je schopen dosáhnout, jen pokud má děti rád, a má pochopení a zájem o ně jako o individuality. To vyžaduje kromě odborností také předpoklad správných komunikativních dovedností. Pak je teprve pedagog schopen vytvořit bezpečné a tvořivé prostředí s pohodovou atmosférou, kde je schopen s vhodnou motivací podpořit tvořivost, nápaditost a zájem o činnost dětí i vzdělávání. Na rozdíl od pedagoga ve formálním

vzdělávání není vázán osnovami a klasifikací, díky čemu má velký prostor pro pedagogickou tvořivost a co nejširší možnost pro použití kladné motivace. Toto je na práci pedagoga volného času nejkrásnější, ale zároveň je právě v tom jeho práce velmi náročná. Činnosti neformálního vzdělávání jsou zpravidla dobrovolné, díky tomu se v programech s neformálním vzděláváním pohybují žáci s naplněnou vnitřní motivací (Pávková, et al., 2002). Žáci se pak učí proto, že je vyučovaná aktivita, zkušenost nebo téma pro ně osobně smysluplná. Také zde mají prostor na aktivní výběr cílů a metod, dokonce i hodnocení výsledků učení, a tím nepotřebují slib vnější odměny (dobrou známku, dárek za vysvědčení, apod.) jako záminku k učení. Tuto motivaci také zvyšuje kontextualizace učební činnosti, tedy to že pedagog ukazuje propojení učiva s reálným světem, konkrétně žákovou kulturou (Kalhous, et al., 2009).

Kontextualizace učební činnosti nebo též relevance vzdělávání má několik dimenzí. První navrhovanou dimenzí je individuální relevance, která je potřebná pro naučení se schopností a dovedností pro každodenní život v přítomnosti a v budoucnosti žáka. Druhou dimenzí je sociální relevance, která podporuje studenty, aby se účastnili debat ohledně sociálně-vědeckých problémů, což by jim mělo pomoci najít si vlastní roli ve společnosti. Třetí dimenzí je pak odborná relevance s odkazem na poznávání profesí a přípravu studentů pro profesionální školení a budoucí práci. Tedy, aby bylo vzdělávání relevantní, kontextualizováno, je třeba volit taková témata učení, která jsou individuálně, společensky nebo profesně relevantní pro studenty (Stuckey, et al., 2013).

Cíle každého tématu by se tedy měly promítnout s životem žáků, jinak nastává otázka, proč učivo vůbec probírat. Podpořit vnitřní motivaci během vyučování může pedagog například tím, že *„předvede zajímavý problém, který aktivizuje poznávací potřeby žáků, navodí pocit rozporu mezi dosavadním pojetím, a tím co žák vidí nebo se dozvídá“*, nebo vizualizací a názornou demonstrací učiva, aktivním vyhledáváním a zpracováním informací nebo předvedením názorného experimentu (Kalhous, et al., 2009 p. 368).

Úskalím pedagoga v neformální sféře vzdělávání je jeho působení v různých typech zařízení pro výchovu mimo vyučování, kde se setkává s velkou různorodostí věku vzdělávaných, přičemž je velmi náročné vyhovět požadavkům na atraktivitu tématu ve věkovém rozmezí od mladšího školního věku až po adolescenty (Pávková, et al., 2002).

2.3.1 Možnosti neformálního vzdělávání v chemii

Mnoho výzkumů v neformálním vzdělávání se zaměřuje na vysokou kvalitu zkušeností pro identifikaci vhodných pedagogických přístupů. Zkušenosti z neformálního vzdělávání mohou

zvýšit motivaci studentů, podpořit jejich kognitivní úspěchy, zlepšit jejich přístup vůči přírodovědným oborům, a celkově tak vylepšit přírodovědnou gramotnost studentů.

Oproti formálnímu prostředí, může prostředí neformálního vzdělávání lépe poskytnout flexibilní a individuálně přizpůsobené programy. Pracovní materiály lze snáze přizpůsobit aktuálnímu zájmu, výkonnosti a úrovni znalostí studenta. Volná vazba na formální kurikulum také dává příležitost neformálnímu vzdělávání zakomponovat problémy nebo témata, které jsou pro studenta konkrétnější nebo více relevantnější. Neformální vzdělávání má zároveň větší volnost v tom, co bude učit díky heterogenitě vzdělávané skupiny, což znamená, že se žáci mohou domluvit s vyučujícím, co budou probírat, čemu se budou věnovat víc, a hlavně co je zajímavá a baví stejně jako učitele. Toto zahrnuje možnost integrovat multidisciplinární témata (teplo, voda, energie a pohyb, organismus a energie, a další), která zatím nejsou implementována v mnoha školních kurikulech.

Badatelsky orientovaná výuka a *student-centered learning* (učení zaměřené na studenta), kde žáci vystupují jako badatelé, může pomoci studentům pochopit, jak je přírodovědné poznání sestaveno tím, že se tento typ výuky snaží o to, aby si žák uspořádal jednotlivé znalosti a nově nabyté poznatky do logických celků. Takové přístupy se snadněji organizují v neformální sféře, a to díky větší flexibilitě a dostatečnému času. To tvoří z neformálního vzdělávání dobrý *door opener* k inovaci pedagogiky a materiálů v přírodovědném vzdělávání. Přístupy *student-centered learning* mohou být díky kreativnímu prostředí přímo orientovány na studentův život a pomoci mu tak vybudovat si znalosti.

Dalším příspěvkem neformálního vzdělávání je role, kterou může hrát ve vzdělávání učitelů. Jeho aktivity mohou být užitečné v rozvoji učitelského obsahu znalostí, dále pak nabízí možnosti pro pedagogy, aby se naučili o novém rozvoji v přírodních vědách a technologiích, zatímco se budou učit o tom, jak tyto přístupy, experimenty a pedagogické inovace přibližovat žákům. Navíc, neformální vzdělávání poskytuje jak budoucím, tak současným učitelům platformu k uvedení témat, která ještě nejsou začleněna do školních osnov (Affeldt, et al., 2017).

3 Kompetence ve vzdělávání

V České republice dochází ke změně vzdělávání od elitního k univerzálnímu. Roste množství soukromých vysokých škol, ale stejně tak i nabídka škol veřejných, které pojmu a umožní tak studium většímu počtu zájemců, díky čemuž produkují relativně velké množství absolventů z oboru. Otázkou sociologickou i ekonomickou zůstává, jestli se větší počet vysokoškoláků po absolvování školy dokáže uplatnit na neustále se měnícím trhu práce, a zdali přetrvá kvalita vzdělávacího procesu.

Pro dnešního mladého člověka je nejdůležitější právě období výběru vhodného vzdělání a pak následně na tom mnohdy závislá volba povolání. Tato volba určuje, jak bude člověk v následujícím životě úspěšný či neúspěšný, chudý či bohatý, a hlavně spokojený či nespokojený.

V mnoha lidských oblastech je možné zaznamenat prudký vývoj činností. Na jednu stranu tato doba naskytuje mnoho možností a nadějí lidského rozvoje, na druhou stranu však také mnoho nejistot, nerovných šancí a individualismu. Pro moderního člověka je podstatné, aby v dnešní době uměl úspěšně získávat, a hlavně používat nabyté znalosti, kvalifikace a klíčové kompetence, jež jsou důležitým faktorem při prosazování zaměstnanosti, ekonomického růstu a celkové schopnosti rozvoje moderní demokratické společnosti (Veteška, 2010).

3.1 Kompetence a klíčové kompetence

Kompetence se definují jako „*prokazatelné schopnosti používat znalosti, dovednosti a osobní, sociální nebo metodické schopnosti při práci a studiu a v profesním nebo osobním rozvoji. V evropském rámci kvalifikací jsou kompetence popsány ve smyslu odpovědnosti a samostatnosti.*“ (Havlíčková D., et al., 2012)

Veteška pak ve své publikaci (Veteška, 2010) rozděluje kompetence na dvě dimenze, a to na institucionální (makro) a individuální (mikro). O kompetencích hovoří jako o nástrojích, a jejich hlavní pozitivum vidí v tom, že „... *konkurenční výhoda jedince spočívá ve schopnosti rychleji a efektivněji se učit a na základě toho se pak rychleji měnit a přizpůsobovat se nejen požadavkům trhu práce, ale i sociálnímu prostředí* (Veteška, 2010 str. 23)“, tedy využívat nabyté kompetence.

Za klíčové kompetence jsou pak považovány takové, které jsou pro všechny potřebné pro osobní naplnění a rozvoj aktivního občanství, k jejich sociálnímu začlenění a pro pracovní život. Jednotlivé klíčové kompetence jsou pokládány za rovnocenné, jelikož každá z nich vede

k úspěšnému životu ve společnosti založené na znalostech. Mnohdy se základní aspekty oblastí překrývají a vzájemně podporují aspekty kompetencí z oblastí jiných. Nezbytným základem vzdělání jsou elementární základní jazykové dovednosti - čtení, psaní, ovládání početních úkonů, ovládání informačních a komunikačních technologií, a pro všechny vzdělávací aktivity je nezbytná kompetence umět se učit. V RVP pro základní vzdělání jsou za klíčové kompetence považovány kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanské (RVP G, 2007), kompetence pracovní (RVP ZV, 2017).

3.1.1 Dělení kompetencí

Jako první se o kompetence zajímali (Siegrist, et al., 2001, Ital, et al., 2001), kteří rozdělili klíčové kompetence na:

- komunikaci a spolupráci,
- schopnost nést odpovědnost,
- schopnost učit se a myslet,
- kreativitu a schopnost řešit problémy,
- samostatnost a výkonnost,
- odůvodnění a hodnocení.

Siegrist pak klíčové kompetence identifikoval ze tří pohledů, a to z pohledu kognitivního, přístupu založeného na analýze činností a přístupu zaměřeného na společnost (Siegrist, et al., 2001).

Odlišně vidí nejdůležitější klíčové kompetence Müller (Müller M., 2003), který uvádí:

- sebedůvěru,
- komunikaci,
- pohotovost,
- prezentaci,
- tvořivost,
- schopnost učit se a soustředit se,
- management času a sebe sama,
- uvolnění, energii, osvěžení.

Tyto Müllerovy klíčové kompetence dnes můžeme považovat jako základ měkkých kompetencí, které vycházejí z určitých obecných schopností člověka (Veteška, 2010).

V rámci projektu Klíče pro život, jsou kompetence rozděleny na kompetence obecné a odborné. Odborné kompetence se dají rozdělit na znalosti a dovednosti, kde dovedností chápeme jako praktické využití znalostí, které se týkají pouze teoretické roviny. Obecné kompetence můžeme rozdělit na odborné kompetence obecné, což jsou takové, které vyžadují určitý znalostní a dovednostní základ, ale jejich dosah je mnohem širší, a je přístupný pro větší skupinu lidí (hra na kytaru, řízení auta, cizí jazyky). Druhou skupinou obecných kompetencí tvoří kompetence měkké, jedná se o specifické schopnosti, které jsou pro moderního člověka důležité, a rozvíjet je můžeme nepřímo během jiných činností. Jedná se například o kompetenci ke spolupráci, kompetenci k vedení lidí, kompetenci k efektivní komunikaci, atd. (Havlíčková D., et al., 2012).

3.2 Kompetence v kurikulárních dokumentech

Takzvaná kurikulární reforma se stala nástrojem modernizace vzdělávání a klade důraz na osvojování klíčových kompetencí, které zakomponovala do rámcových a školních vzdělávacích programů a zavedením do praxe. Aby byla tato reforma úspěšná, závisí na připravenosti pedagogických pracovníků, kteří by měli cíle klíčových kompetencí do vzdělávání zakomponovat a dbát na jejich rozvíjení.

Rozvoj klíčových kompetencí ve vzdělávání měl za cíl Lisabonský proces, který si do roku 2010 vytyčil vcelku náročné strategické cíle a směry Evropské unie ve vzdělávání. Jedním z těchto cílů bylo, aby Evropská unie dosáhla ve vzdělávání a odborné přípravě světové úrovně, což by mělo vést k vytvoření více pracovních příležitostí, a zároveň k jejich zlepšení, čímž by se ze zemí Evropské unie stalo atraktivnější místo pro investice a práci. Z toho důvodu je důležitým faktorem podpoření rozvoje znalostí, tedy podpoření výzkumu a vývoje a inovace do vzdělávání (Veteška, 2010).

3.2.1 Strategický cíl 1.2 Lisabonského procesu:

Na rozvoj klíčových kompetencí ve vzdělávání se zaměřil jeden z cílů Lisabonského procesu. Pro vzdělávací politiky členských a přistupujících států EU pak pracovní skupina Evropské komise navrhla tato doporučení:

- rozvíjet klíčové kompetence ve společnosti založené na znalostech;
- identifikovat klíčové kompetence a zajistit jejich integraci do kurikul;

- zpřístupnit osvojení klíčových kompetencí každému, tedy i méně nadaným žákům, žákům se speciálními vzdělávacími potřebami, žákům, kteří předčasně opouštějí vzdělávací systém a dospělým;
- podpořit validitu a zhodnocení klíčových kompetencí u veřejnosti a usnadnit tak další vzdělávání a zaměstnatelnost občanů.

Z definice klíčových kompetencí, „... které představují přenosný a univerzálně použitelný soubor vědomostí, dovedností a postojů, které potřebuje každý jedinec pro své osobní naplnění a rozvoj, pro zapojení se do společnosti a úspěšnou zaměstnatelnost (RVP G, 2007 str. 8)“ vyplývají tři priority, které byly v rámci Lisabonského procesu při jejich vybírání sledovány, těmi jsou:

- osobní naplnění a rozvoj jedince v průběhu celého života, tzn., že klíčové kompetence by měly vybavit jedince k tomu, aby byl schopen sledovat vlastní životní cíle a usiloval o celoživotní vzdělávání;
- aktivní občanství a zapojení se do společnosti, tzn., že klíčové kompetence by měly vést každého jedince k tomu, aby se jako občan zapojil aktivně do dění ve společnosti;
- zaměstnatelnost jedince (lidský kapitál), tzn., že každý jedinec by měl být schopen získat odpovídající a kvalitní zaměstnání na trhu práce (Veteška, 2010).

3.2.2 Kompetence v kurikulu vzdělávání

Ve vzdělávání je cílem, aby byli všichni žáci vybaveni souborem klíčových kompetencí na takové úrovni, která je pro ně dosažitelná, což je má připravit na další vzdělávání a uplatnění ve společnosti. Nabývání a osvojování si klíčových kompetencí je dlouhodobé a složité. Počátky tohoto procesu je možné pozorovat v předškolním vzdělávání, následně proces pokračuje základním a středním vzděláváním a postupně se dotváří v dalším průběhu života. Možnost nabývat a osvojovat si kompetence v různých životních situacích a při plnění rozličných úkolů je stejně důležitá, jako schopnost je efektivně používat. To zajišťuje větší pravděpodobnost v tom, že jedinci budou chtít více přijímat odpovědnost za vlastní život, a budou se tak moct efektivněji rozhodovat, a na základě svých postojů a dalších zdrojů motivace budou pozitivně motivováni. Aby nabývání klíčových kompetencí bylo účinné, zařazují se kompetence do rámcových vzdělávacích programů už pro předškolní vzdělávání a v každém dalším rámcovém vzdělávacím programu mají své důležité postavení. Klíčové

kompetence nestojí vedle sebe izolovaně, prolínají se, jsou multifunkční, mají nad předmětovou podobu a lze je získat vždy jen jako výsledek celkového procesu vzdělávání. Proto musí přispívat v průběhu celého vzdělávacího obsahu jednotně, aby se dařilo efektivně tyto kompetence utvářet a rozvíjet (Veteška, 2010).

Jedním z aspektů, ze kterých vycházejí rámcové vzdělávací programy, je strategie vzdělávání (MŠMT, 2020), která zdůrazňuje provázanost klíčových kompetencí s obsahem vzdělávání a uplatnění získaných vědomostí a dovedností v praktickém životě. Za klíčové kompetence v rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání jsou již dříve zmíněné kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanské a kompetence pracovní. V rámcových vzdělávacích programech pro gymnázia jsou kompetence pracovní nahrazeny kompetencemi k podnikavosti (RVP G, 2007).

1. Kompetence k učení – díky této kompetenci by měl být žák schopen si vybírat vhodné metody učení, měl by si umět naplánovat a řídit vlastní učení. Měl by vědět, jak si vyhledat informace a systematicky je třídit a propojovat, aby je v učícím se procesu smysluplně využil. Měl by znát a operovat s obecně užívanými termíny, znaky a symboly, které by měl umět dávat do souvislostí a umět je dále propojovat do širších celků. Jako poslední by měl žák poznávat smysl a cíl učení, aby měl k němu pozitivní vztah.
2. Kompetence k řešení problémů – s touto kompetencí by měl žák vnímat a pojmenovávat nejrůznější problémové situace, umět je rozpoznat a vyhledat informace k jejich řešení zvolením vhodných způsobů řešení, popřípadě samotnému vyřešení různých problémů. Žák by se měl naučit kriticky myslet a činit uvážlivá rozhodnutí a uvědomovat si zodpovědnost za svá rozhodnutí.
3. Kompetence komunikativní – na konci základního vzdělávání by měl žák umět formulovat a vyjadřovat své myšlenky a názory v logickém sledu, dokázat naslouchat druhým lidem, porozumět jim a vhodně reagovat. Měl by rozumět různým typům informačních a komunikačních prostředků a dokázat je používat k vytváření vztahů.
4. Kompetence sociální a personální – díky této kompetenci by měl žák účinně spolupracovat ve skupině a podílet se na utváření příjemné atmosféry na základě ohleduplnosti a úcty, měl by umět přispívat k diskusi v malé skupině a respektovat různá hlediska. Měl by si vytvořit pozitivní představu o sobě samém, která by měla podpořit jeho sebedůvěru a samostatný rozvoj.

5. Kompetence občanské – na konci základního vzdělávání by měl žák respektovat přesvědčení druhých lidí, a mít své vlastní hodnoty. Měl by chápat základní principy, na kterých jsou postaveny zákony a společenské normy. Respektovat a chránit naše tradice a kulturní i historické dědictví, stejně jako by měl chápat základní ekologické souvislosti a respektovat požadavky na kvalitní životní prostředí.
6. Kompetence pracovní – osvojením této kompetence žák používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení. K výstupům své pracovní činnosti přistupuje nejen z hlediska kvality a funkčnosti, ale i z hlediska ochrany zdraví svého i druhých. Využívá znalosti a zkušenosti získané v jednotlivých vzdělávacích oblastech. Umí se orientovat v základních aktivitách k uskutečnění podnikatelského záměru (RVP ZV, 2017).
7. Kompetence k podnikavosti – díky této kompetenci žák cílevědomě, zodpovědně a s ohledem na své potřeby rozhoduje o své budoucnosti, konkrétně o vzdělání a budoucím profesním zaměření. Rozvíjí svůj osobní i odborný potenciál a má proaktivní přístup a vlastní iniciativu a tvořivost. Usiluje o dosažení stanovených cílů a reviduje kriticky a hodnotí dosažené výsledky. Stejně tak kriticky posuzuje rizika v rozhodování v reálných životních situacích (RVP G, 2007).

3.3 Kompetence v neformálním vzdělávání

Formální, informální a neformální vzdělávání tvoří podle strategie celoživotního vzdělávání jeden jediný propojený celek. Člověk se tak během života může pohybovat ve všech sférách vzdělávání a kdykoliv a kdekoli může nabývat stejné kvalifikace a kompetence. To mu umožní se lépe pohybovat mezi vzděláváním a zaměstnáním, což je důležité právě v dnešním rychle se vyvíjejícím světě. Pro trh práce je neformální vzdělávání ztotožňováno především s různými kurzy (lyžařský kurz, zdravotnický kurz, jazykové kurzy) a kroužky. Pro rozvoj klíčových kompetencí je neformální vzdělávání skvělým nástrojem. Tam kde je formální vzdělávání omezováno, ať už kurikulem nebo časově v rozvíjení kompetencí, tam může neformální vzdělávání a výchova jejich rozvoj rozšířit a doplnit.

3.3.1 Uznávání neformálního vzdělávání

Z definice neformálního vzdělávání víme, že se jedná o organizované výchovně-vzdělávací aktivity, které nabízí záměrný rozvoj životních zkušeností, dovedností a postojů, založených na uceleném systému hodnot. Tento rozvoj se ale odehrává mimo oficiální školský systém.

Základní myšlenkou o uznávání neformálního vzdělávání je, že kompetence nabyté mimo školní systém, třeba v kroužku nebo oddílu, by měly být pro určité typy pracovního zařazení uznávány. Tedy mělo by vést ke vnějšímu zhodnocení znalostí, schopností a dovedností získaných jinde než ve formálním vzdělávání. Podle projektu Klíče pro život Rozvoj klíčových kompetencí v zájmovém a neformálním vzdělávání (Havlíčková D., et al., 2012) by mělo být oblasti práce s dětmi a mládeží v ČR usilováno o trojí uznání:

1. *uznání společenské prospěšnosti a přidané hodnoty této, velmi často dobrovolné činnosti s dětmi a mládeží;*
2. *uznání kompetencí získaných v neformálním vzdělávání ze stran zaměstnavatelů i dalších vzdělavatelů – aby si uvědomili, že lidé přicházející se zkušeností z činnosti s dětmi a mládeží mají cenné kompetence a návyky, které mohou zdárně uplatnit i v pracovním či dalším studijním procesu; aby dokázali rozpoznat „přidanou hodnotu“ takového člověka;*
3. *formální uznání kompetencí získaných neformálním vzděláváním v souladu se zákonem č.179/2006Sb., o ověřování a uznávání výsledků dalšího vzdělávání.*

V pozadí těchto zmíněných bodů se nachází ještě neméně důležitá čtvrtá cesta uznávání neformálního vzdělávání. „*Jedná se o uznání vlastních kompetencí námi samými, o schopnost jejich uvědomění si, následné prezentace a v neposlední řadě i o naši schopnost založit na nich další osobnostní rozvoj a směr celoživotního učení* (Havlíčková D., et al., 2012 p. 7).“

PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části bylo zpracováno 20 žakovských pokusů v 8. kapitolách, které by měly sloužit především nejen žákům základních škol a odpovídajícího nižšího stupně víceletých gymnázií, ale také studentům středních škol, ke zpestření a pochopení vybraných témat chemie.

Experimenty jsou zpracovány tak, aby primárně sloužily v neformální sféře vzdělávání, jako jsou kroužky chemie, science centra, ale i výchovně-vzdělávací proces neziskových organizací nezaměřených primárně na chemii, a v neposlední řadě i v informální sféře vzdělávání pro žáky a jejich rodiče ve vlastním volném čase. Všechny experimenty jsou vybrány a zpracovány tak, aby se daly provést s běžně dostupnými látkami také v podmínkách mimo prostory chemické laboratoře, bez dostatečného laboratorního vybavení. Na druhou stranu, možnost využití chemické laboratoře je velkou výhodou a běžným doporučením pro průběh chemických experimentů.

Každý z experimentů obsahuje na začátku tabulku se základním přehledem k danému experimentu, kde kromě názvu experimentu nalezneme informace, které by nám měly experiment přiblížit. Čas - představuje dobu trvání zpracování experimentu. Místo - určuje, kde by se měl experiment odehrávat, tedy zda jej můžeme provést v domácím prostředí, nebo pouze v chemické laboratoři dostupné např. v science centrech. V některých kapitolách, např. v kapitole hoření, je doporučeno provádět experimenty ve venkovním prostředí, aby nedošlo k zašpinění vnitřních prostor. Věk - udává doporučení pro jakou věkovou skupinu je experiment vhodný. Nejčastěji se jedná o druhý stupeň základní školy (případně odpovídající nižší stupeň víceletých gymnázií), kde se žáci prvotně seznamují s přírodními vědami. Princip úloh je zjednodušen tak, aby byl pochopitelný pro žáky ZŠ, a aby si z něj žáci také něco odnesli. Starší žáci - žáci středních škol mohou tyto experimenty také využít, a lépe si tak ukotvit probírané učivo. Políčko pojmy - obsahuje nejdůležitější pojmy, které se v popisu pokusu, zejména v principu, nacházejí. Ty by si měl žák díky experimentu lépe osvojit.

Motivace - přiblíží problém, daný jev, tematický okruh, kterého se experiment týká. Záměrem motivace je, aby upoutala žákův zájem o problematiku a experiment, a položila mu otázky, které by měl/mohl po provedení experimentu sám zodpovědět.

Pomůcky - představují vybavení, které by si žák, vedoucí, učitel, nebo kdokoliv kdo na experiment dohlíží, měl připravit tak, aby mohl být experiment efektivně vykonán. V oddílu pomůcky jsou různé položky odděleny dělicí čárou „/“, která navrhuje možnost záměny

vybavení, pokud dané vybavení není k dispozici. Jedná se nejčastěji o laboratorní sklo, kdy sklenice, zavařovací láhve apod. nahrazují laboratorní sklo, jako jsou kádinky, zkumavky atd.

Oddíl chemikálie - obsahuje seznam látek, které jsou potřebné pro provedení experimentu. Jedná se převážně o látky běžně dostupné.

Oddíl postup - popisuje krok po kroku návod na efektivní vypracování experimentu.

Nejdůležitější část popisu u každého pokusu je princip, který je určen pro jeho správný vzdělávací účinek. Zde je v jednoduchosti popsán chemický, fyzikálně-chemický jev, který byl experimentem dokazován, a slouží tak k ukotvení si nově nabytých znalostí, a k jejich propojení se znalostmi, které jsou vyučovány v hodinách chemie.

Neméně důležitým oddílem, který se vyskytuje u některých experimentů, je oddíl bezpečnost. Upozorňuje na nebezpečí, které se může během provádění experimentu objevit, zejména pak při manipulaci s ohněm, nebo některými chemikáliemi.

4 Žákovské pokusy pro neformální sféru vzdělávání

4.1 Kyseliny a zásady

4.1.1 Změří červené zelí kyselost?

Změří červené zelí kyselost?					
čas	40 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	kyseliny, zásady (báze), pH, anthokyany				

Motivace:

V chemii narážíme celkem často na důležitou skupinu látek, kterými jsou kyseliny a zásady (báze). Tyto látky už podle názvu nesou významnou vlastnost, se kterou se v chemii setkáváme poměrně často. Pro práci chemika je důležité, aby věděl, s jakou látkou pracuje, aby mohl kontrolovaně provádět experiment. Díky znalosti vlastností látek může předpovídat průběh reakce, očekávat produkty reakce, a především předejde různým komplikacím, a hlavně chrání své zdraví. Potřísnění octem, jedná se o 8% kyselinu octovou, člověku neublíží. Na druhou stranu, potřísnit se silnou kyselinou sírovou, kdy dochází k závažnému poleptání, přináší závažné úrazy. Je důležité znát s jak silnou kyselinou nebo zásadou pracujeme. K tomu chemikům slouží škála hodnot, tzv. pH stupnice, která látky dělí na kyseliny, neutrální látky a zásady. Zároveň nám tato škála ukáže, jestli je kyselina silná nebo slabá.

Pomůcky: hrnec, vaříč, 6 sklenic/zkumavek (nejlépe uzavíratelných), 1 velká sklenice/kádinka, nůž, pH papírek

Chemikálie: listy červeného zelí, destilovaná voda - H_2O , ocet – CH_3COOH ($w = 0,08$), kyselina citronová – $C_6H_8O_7$, jedlá soda – $NaHCO_3$, prášek na praní (obsahuje sodu na praní - Na_2CO_3), krtek na čištění odpadů – $NaOH$ (+ uhličitan sodný)

Postup:

- Na začátku se pokus odhadnout a seřadit chemikálie od nejkyselějšího po nejzásaditější. Proč si látky seřadil tímto způsobem?
- Nadrobno nařež listy červeného zelí, a vhodit do hrnce s vroucí vodou.
- Ponechej 30 minut luhovat a chladnout.
- Mezitím si do poloviny skleniček připrav vodné roztoky chemikálií.
- Do dvou skleniček, vždy do poloviny sklenice, nalij ocet a destilovanou vodu. Do ostatních 4 skleniček dej: do první sklenice 1 čajovou lžičku kyseliny citronové, do druhé sklenice 1 lžičku jedlé sody, do třetí sklenice 1 lžičku prášku na praní a do čtvrté sklenice 1 lžičku krtek. Doplň vodou do poloviny sklenice a rozpustit.
- Do připravených roztoků přilej do $\frac{3}{4}$ objemu sklenice výluh z červeného zelí a pozoruj barevnou změnu.
- Do tabulky si zapiš, jakou barevnou změnu jsi mohl pozorovat. Pomocí pH papírku můžeš určit pH připravených roztoků (Bosch, 2001).

Princip:

V chemii je někdy velmi důležité zjistit, jakou kyselost, případně zásaditost, má určitý roztok. Chemikové v takovém případě mluví o pH hodnotách. Kyselost lze určit pomocí 14. stupňové škály: kyselá je látka, která se nachází na stupnici o pH 1-7, při hodnotě pH 7 hovoříme o neutrálním roztoku a roztoky které se nachází na stupnici o pH 7-14 jsou alkálie neboli zásady.

Hodnoty pH se v chemii měří pomocí tomu určených přístrojů obecně známé jako pH metry, které jsou schopné určit přesnou hodnotu. Pro orientační hodnotu, kdy chce chemik zjistit, jestli je látka silně kyselá, kyselá, neutrální, zásaditá nebo silně zásaditá používá pH papírek, který po pokapání roztokem změní barvu. Některá organická barviva podle množství kyseliny, s níž přicházejí do styku – mění svou barvu. Často to spočívá v tom, že koncentrované kyseliny nebo

zásady mění organická barviva, a tím také jinak reflektují sluneční světlo – výsledkem je jiné barevné zabarvení.

Některé květy a plody rostlin (květy pomněnek, máků, růží, plody ptačího zobu, rybízu) nebo listy (červené zelí) obsahují anthokyany, což jsou ve vodě rozpustné pigmenty ze skupiny flavonoidů. Tyto látky jsou zodpovědné za zabarvení některých rostlin a jejich barva se mění v závislosti na pH. Anthokyany nalezneme také v potravinách, používají se jako potravinové barvivo (E163).

4.2 Směsi

4.2.1 Rozpustnost látek ve vodě

Rozpustnost látek ve vodě					
čas	30 – 40 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	směs, stejnorodá x různorodá směs, roztoky				

Motivace:

Co má společného oslazený čaj a kompot? Čím se liší směs vody a oleje od vody se solí? Složky některých směsí vidíme, složky jiných směsí se zrakem rozlišit nedají. Za vším stojí jedna z nejvýznamnějších vlastností chemických látek – rozpustnost. V následujících experimentech se s rozpustností seznámíme blíže.

Pomůcky: 7x sklenice/ kádinky, lžice, váhy kuchyňské

Chemikálie: sůl, cukr, mouka, písek, sirup, olej, jar (saponát), voda

Postup:

- Před zahájením samotného pokusu, si popiš a zaznamenej do tabulky vlastnosti používaných chemikálií (skupenství, barvu, tvar, zápach).
- Sklenice naplň ze $\frac{3}{4}$ vodou, a do každé z nich přisyp jinou látku.
- Zamíchej a pozoruj, zda se látka rozpouští nebo nikoliv. Podle toho urči, zda se jedná o látku rozpustnou nebo látku nerozpustnou ve vodě.
- Z použitých látek si vyber ty, o kterých ses přesvědčil, že jsou ve vodě rozpustné. Použité sklenice si vyprázdni, umyj a naplň do $\frac{3}{4}$ vodou. Vybrané látky pak přidávej do

sklenice s čistou vodou, vždy opakovaně přidávej po 10 g a zaznamenej, kdy se látka ve vodě již přestane rozpouštět (Macenauerová, 2006).

Princip:

Před zahájením pokusu jsme si vyzkoušeli popsat vlastnosti jednotlivých použitých chemických látek. Určíme si, zda se jedná o látky pevné nebo kapalné (skupenství látek), jakou mají barvu, tvar a zápach. V průběhu pokusu jsme narazili na další, pro chemii důležitou vlastnost – rozpustnost. Přidáváním látek do vody jsme mohli pozorovat, že některé se ve vodě rozpustí a pak nemůžeme tyto látky ve vodě vidět, zatímco jiné se s vodou „nespojí“ - nesmísí a zůstanou buď na dně, případně budou plavat na hladině.

Smícháním dvou nebo více látek dohromady vznikají **SMĚSI**, jednotlivé látky se nazývají **složky směsi**. V pokusu jsme si pár takových směsí namíchali, některé se „spojily“ a vytvořily **stejnorodou směs**. U stejnorodé směsi nemůžeme pozorovat její složky okem nebo mikroskopem. Druhým typem směsi jsou **směsi různorodé**, u kterých můžeme pozorovat, že se její složky úplně nespojily.

V našem pokusu vznikly stejnorodé směsi smícháním vody a cukru, vody a soli nebo vody a sirupu. Pro stejnorodé směsi máme taky označení **roztoky**, které mohou být jak tuhé (sklo – směs křemičitého písku a různých sklářských přísad), plynné (vzduch – směs dusíku, kyslíku, oxidu uhličitého a dalších plynů) nebo kapalné (ty jsme mohli v rámci pokusu pozorovat).

Smícháním vody s pískem nebo olejem jsme pozorovali, různorodé směsi. Když protřepeme směs vody a jaru, dostane se do roztoku vzduch, a vzniká pěna. Pěna je různorodá směs kapalné a plynné látky. Další nám známé různorodé směsi jsou:

- mlha – kapičky kapaliny v plynu,
- dým – jemné částičky pevné látky v plynu,
- pěna – bublinky plynu v kapalině,
- emulze – dvě spolu nemísitelné kapaliny (olej ve vodě),
- suspenze – pevná látka v kapalině.

Na konci pokusu jsme si u látek rozpustných ve vodě, u stejnorodých směsí - roztoků zkoušeli postupně jednu složku (cukr, sůl) do látky (rozpouštědla – např. vody) přidávat tak dlouho, až se nám přestala rozpouštět. **Rozpouštědlo** je ta látka v roztoku, která je vůči ostatním složkám roztoku v nadbytku a ostatní složky jsou v ní pak rozptýleny ve formě molekul, atomů či iontů. Připravili jsme tak **nasycený roztok**, jedná se o roztok, ve kterém se už víc přidávané složky nerozpustí.

4.2.2 Oddělování složek ze směsi

Oddělování složek ze směsi					
čas	15 – 20 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	vlastnosti látek, filtrace, vypařování				

Motivace:

Každý z nás byl minimálně jednou v životě umazaný od bláta, chtě nechtě. Co se však stalo, když jsme v umazaných kalhotách ještě chvíli venku pobíhali? Na kalhotách nám zůstala suchá hlína, poté co se z bláta voda vysušila - odpařila. Můžeme říct, že bláto je směsí vody a hlíny, a díky odpařování jsme mohli tyto dvě složky od sebe oddělit. V chemii, ale i v běžném životě je třeba často oddělovat různé složky směsí od sebe. Ne vždy to jde tak snadno jako s blátem na kalhotách. V následujícím pokusu si vyzkoušíte oddělit od sebe různé složky směsi za pomoci určitých vlastností daných látek.

Pomůcky: 2-3 sklenice, hrnec, talíř/miska, magnet, nálevka/plastová láhev, filtrační papír/jemné plátno (plátěný kapesník), vařič, případně stojan, filtrační kruh

Chemikálie: voda, písek, železné piliny, sůl

Postup:

- Před samotným pokusem se pokus navrhnout, jak oddělit jednotlivé složky směsi (voda, písek, železné piliny a sůl) od sebe, svůj návrh diskutuj se spolužáky, rodiči, vedoucím kroužku apod.
- Do jedné sklenice s vodou nasyp přiměřené množství písku, železných pilin a soli a pořádně promíchej připravenou směs.
- Železné piliny ze směsi oddělíš pomocí magnetu. Přilož magnet ke dnu sklenice a pokus se odlít zbylou směs do jiné sklenice.
- Písek od směsi oddělíš pomocí filtrace. Připrav si nálevku (doma se dá připravit odřezáním hrdla plastové lahve) a filtrační papír, případně jemné plátno (kapesník, dětská látková plena). Nálevku s filtračním papírem/plátnem vlož do sklenice a nalej na ni směs písku, soli a vody.
- Sůl ze směsi oddělíš pomocí odpařování. Směs přelij do menšího hrnce a odpař větší množství vody na vařiči. Případně směs přelij do mělké misky a odpař vodu volným

odpařováním takovým způsobem, že necháš misku postavenou na místě, kde např. intenzivně svítí slunce (v zimě ponechej na topení, apod.) (Macenauerová, 2006).

Princip:

V pokusu jsme se od sebe snažili oddělit složky směsi s využitím jejich vlastností. Železné piliny jsme oddělili od zbytku směsi za pomoci **magnetických vlastností** železa, které, jak všichni víme, jsou přitahovány k magnetu. Ostatní složky nejsou přitahovány k magnetu, a tak zůstanou ve zbytku směsi.

Ve vodě nerozpustný písek jsme mohli od zbytku směsi oddělit za pomoci **filtrace**, což je v chemii hojně využívaná metoda oddělování složek směsi. S touto metodou se můžete setkat běžně doma v kuchyni, když se např. cedí nudle nebo brambory přes cedník/síto. Díry v cedníku propustí vodu ven, a zároveň jsou dost malé na to, aby sítem prošly také těstoviny, případně brambory a tyto zachytí. Tento princip se používá i v chemii, kdy místo síta použijeme filtrační nádobu (filtrační papír), které obsahují menší otvory vhodné pro oddělení složek menší velikosti (například písku).

Sůl, která se ve vodě rozpustila, prošla také přes filtr. Sůl a vodu tedy neoddělíme filtrací. Použijeme metodu **vypařování**, kdy se přeměňuje voda (kapalná látka) na vodní páru (plynná látka). Voda přeměněná na vodní páru ze směsi „unikne“, a na dně zůstane samotná oddělená sůl.

4.2.3 Co ovlivňuje rychlost rozpouštění?

Co ovlivňuje rychlost rozpouštění?					
čas	15 – 20 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	rychlost rozpouštění				

Motivace:

Proč si po oslazení čaj mícháme lžičkou? Má to nějaký význam, nebo je to jenom zažitý zvyk? Co mi čaj osladí rychleji kostka cukru, nebo cukr nasypáný lžičkou? To jsou otázky, na které si zkusíme v následujícím experimentu odpovědět. Co všechno ovlivňuje rychlost rozpouštění?

Pomůcky: 6x sklenice, lžička, teplá voda

Chemikálie: voda, cukr krystal, cukr moučka

Postup:

- Nachystej si dvojici sklenic a obě sklenice naplň ze $\frac{3}{4}$ vodou.
- Do obou sklenic nasypej stejné množství cukru krystal (např. 2 lžičky) a cukr v jedné sklenici míchej.
- Pozoruj, ve které sklenici se cukr rozpouští rychleji, výsledek si zapiš.
- Do dalších dvou sklenic nalij do $\frac{3}{4}$ vodu do jedné sklenice studenou vodu, do druhé sklenice teplou vodu.
- Do sklenic nasyp stejné množství cukru krystal (např. 2 lžíce) a pozoruj, ve které sklenici se cukr rozpouští rychleji, výsledek si zapiš.
- Do posledních dvou sklenic nalej vodu do $\frac{3}{4}$, a do jedné nasyp cukr krystal a do druhé stejné množství cukru moučka.
- Pozoruj, ve které sklenici se cukr rozpustil dříve a zapiš si výsledek (Macenauerová, 2006).

Princip:

V experimentu jsme zkoušeli, které **faktory** ovlivňují **rychlost rozpouštění**. Aby se látka rychleji rozpouštěla, je důležité, abychom usnadnili oddělování rozpouštěné látky (atomů, molekul nebo iontů) od sebe. Toho jsme v našem pokusu dosáhli mícháním, zahříváním, nebo použitím rozdrčené formy cukru. Důležité je, že se těmito operacemi zrychlí pouze rozpouštění, celkové množství látky, které se může v rozpouštědle (např. vodě) rozpustit zůstává stejné.

4.3 Hoření a hašení

4.3.1 Nehořlavý papír

Nehořlavý papír					
čas	10 min	místo	venku, větraná místnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	hořlavina, měrná tepelná kapacita				

Motivace:

O papíru všichni víme, že když ho zapálíme, tak hoří. Kdybych vám řekl, že před vámi zapálím tisícikorunovou bankovku? Jedni z vás mě budou mít za blázna, druzí za člověka, co si neváží peněz, když je chce takhle zničit, a někteří v tom budou hledat určitě nějaký figl. Je tomu tak, v experimentu si zkusíme zapálit papír tak, že nám neshoří!

BEZPEČNOST: V následujících experimentech se manipuluje s ohněm. Dbejte zvýšené opatrnosti, a pracujte pod dohledem dospělé osoby. Experiment provádějte v dobře větrané místnosti. Pro jistotu mějte připravenou nádobu s vodou.

Pomůcky: papír (pro napínavější experiment se mohou použít bankovky), kleště, nehořlavá podložka (plech na pečení), kádinka/miska, špejle, svíčka (zapalovač)

Chemikálie: technický líh (ethanol), voda

Postup:

- V kádince smíchej ethanol a vodu v poměru 1:1, tzn. stejné množství ethanolu a vody.
- Namoč papír ve směsi.
- Na opačné straně stolu zapal svíčku, a za pomoci svíčky zapal špejli.
- Chyť papír do kleští a přes špejli zapal papír (Macenauerová, 2006).

Princip:

V experimentu jsme mohli pozorovat, že po zapálení papíru namočeného ve směsi nám papír neshořel, a to i přesto, že jsme mohli pozorovat plamen. Další hořlavou látkou v experimentu byl ethanol. Všimněte si výstražného symbolu nebezpečnosti „hořlavina“ na láhvi s ethanolem. Papír neshořel z toho důvodu, že po zapálení hořela směs ethanolu s vodou. Voda ve směsi působila jako chladicí materiál, který odebírá teplo z hořícího ethanolu. Tím, že voda do sebe vtáhla veškeré teplo, nezbylo žádné, aby zapálilo papír, a ten proto zůstal nedotčen.

Voda je látka, která disponuje vysokou měrnou tepelnou kapacitou vody. To znamená, že musíme dodat hodně tepelné energie, abychom vodu ohřáli. To se na jednu stranu může využívat v chlazení, jako tomu bylo zde v experimentu „nehořlavý papír“, kdy voda teplo odebírá a zároveň působí jako chladicí prostředek. Druhá možnost využití vysoké měrné tepelné kapacity vody je v ohřívání, kdy teplá voda dokáže dlouho ohřívát něco chladnějšího. Toto využití můžete pozorovat doma, kdy v radiátoru proudí teplá voda, která vyhřívá místnost.

4.3.2 Nehořlavý balónek

Nehořlavý balónek					
čas	10 min	místo	venku, větraná místnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	hořlavina, měrná tepelná kapacita				

Motivace:

Co se stane, když se pokusíte zapálit nafouknutý balónek? Myslíte si, že praskne? Že jo? Ukážeme si trik pro kamarády, rodiče a další, jak to udělat, aby nafouknutý balónek po zapálení neprasknul.

BEZPEČNOST: V následujících experimentech se manipuluje s ohněm, dbejte zvýšené opatrnosti, a pracujte pod dohledem dospělé osoby.

Pomůcky: nafukovací balónky, špejle, zapalovač

Chemikálie: voda

Postup:

- Nafoukni balónek a zkus pod ním na chvíli podržet zapálenou špejli, a pozoruj výsledek.
- Do druhého balónku nalej trochu vody a nafoukni ho.
- V místě, kde se zdržuje voda, podrž zapálenou špejli a pozoruj výsledek (Macenauerová, 2006).

Princip:

V prvním případě jsme mohli pozorovat, že se guma balónku zahřála natolik, až balónek prasknul. V druhém případě, kdy jsme do balónku nalili trochu vody, se guma balónku zahřívala, ale voda v tomto místě odebírala teplo, ochlazovala balónek a ten proto neprasknul. Jedná se o ten samý jev jako v případě experimentu s nehořlavým papírem, kdy v experimentu využíváme měrné tepelné kapacity vody.

4.3.3 Uhasíme oheň jinak než vodou?

Uhasíme oheň jinak než vodou?					
čas	15 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	hoření, oheň, hořlavá látka, kyslík, oxid uhličitý, zápalná teplota				

Motivace:

Abychom způsobili hoření (oheň), potřebujeme něco, co bude hořet. Hoření je chemická reakce, při které látka reaguje s kyslíkem. Jedná se o oxidačně-redukční chemickou reakci, při které se látka oxiduje a kyslík redukuje. Doprovodným jevem hoření je světlo a teplo. Aby nám tedy něco hořelo, potřebujeme dodržet tři podmínky hoření:

1. Přítomnost hořlavé látky - jedná se o látku, která reaguje s kyslíkem, a přitom vzniká plamen.
2. Přítomnost kyslíku - látka hoří jenom tehdy, dokud má dostatek kyslíku, který s ní reaguje.
3. Zahřátí látky na zápalnou teplotu. Té můžeme dosáhnout pomocí plamene, jiskry, teplem vzniklým z chemické reakce nebo třením. Čím má látka nižší zápalnou teplotu, tím nebezpečnější je.

Když nedodržíme, odstraníme nebo zabráníme jedné z podmínek hoření, oheň nevznikne. To bude strategie našeho experimentu. Zkusíte uhádnout, kterou podmínku nedodržíme?

BEZPEČNOST: při následujících experimentech se manipuluje s ohněm, dbejte zvýšené opatrnosti, a pracujte pod dohledem dospělé osoby.

Pomůcky: dvě různě vysoké svíčky, zapalovač, dvě stejně vysoké sklenice, nehořlavá podložka (plech na pečení)

Postup:

- Obě svíčky uprav tak, aby byly různě vysoké, a aby se s rezervou vlezly do sklenic.
- Postav svíčky kousek od sebe na nehořlavou podložku, a zapal obě svíčky.
- Po chvilce hoření překryj obě svíčky sklenicemi, a pozoruj, co se bude dít dál. Která svíčka zhasne jako první? (Macenauerová, 2006).

Princip:

V experimentu jsme mohli pozorovat, že vysoká svíčka zhasnula jako první a po nějakém čase i svíčka nízká. Svíčky jsou parafinové, to znamená, že jsou tvořeny směsí uhlovodíků. Hořením svíčky se uhlovodíky spalují (oxidují) na CO_2 a kyslík se redukuje na vodu.

Když jsme svíčky překryli sklenicí, omezili jsme množství kyslíku, které svíčky mohly spalovat. Prvně došel kyslík vysoké svíčky, která zhasnula jako první. Zároveň se při spalování svíček produkoval pod sklenicí vznikající oxid uhličitý, který má větší hustotu, je těžší než kyslík, a proto se hromadil ve spodní hladině. Jakmile oxidu uhličitého vzniklo takové množství, až se nahromadil na úroveň nízké svíčky, uhasil i tu, tím že nedovolil přístupu kyslíku potřebného k hoření.

Této skutečnosti, vyšší hustoty oxidu uhličitého oproti hustotě vzduchu a zároveň neschopnosti látek hořet v přítomnosti většího množství oxidu uhličitého, se může využít při hašení požárů.

4.3.4 Příprava CO_2

Příprava CO_2					
čas	30 – 40 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	oxid uhličitý, kyslík, fotosyntéza				

Motivace:

Oxid uhličitý je důležitý plyn, se kterým se setkáváme v běžném životě. Všichni víme, že se jedná o plyn, který vydechujeme, který je součástí vzduchu, a také, který vzniká při hoření dřeva nebo uhlí (za dostatečného přístupu kyslíku). Další významnou úlohu hraje oxid uhličitý ve fotosyntéze (spolu s vodou), kde jej rostliny přetvoří na látky potřebné pro vlastní růst. V minulém experimentu „Uhasíme oheň jinak než vodou?“ jsme si řekli a viděli hasící účinky oxidu uhličitého. Spolu s dalším jeho velkým využitím v chemii je dobré, aby každý chemik věděl, jak si tento plyn připravit.

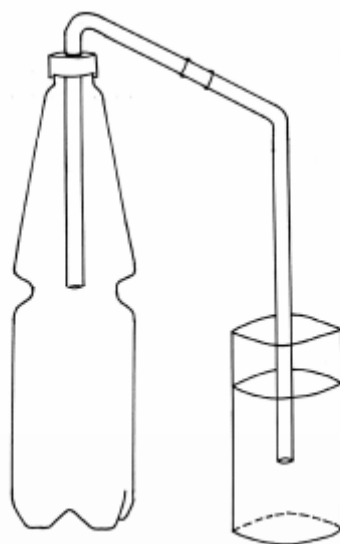
BEZPEČNOST: dbej vyšší pozornosti, aby se ti sypké nebo kapalně látky nedostaly do očí. V případě polítní, nebo posypáním se nějakou z chemikálií si oplachuj ruce vodou a mýdlem. Práci s nůžkami (nožem) přenech dospělé osobě.

Pomůcky: Pet-láhev (500 ml), 2 brčka, nůžky (nůž), sklenice, papír, lepicí páska, plastelína

Chemikálie: Látka A – kypřicí prášek (obsahuje – NaHCO_3), jedlá soda – NaHCO_3 , prášková soda na praní (obsažená v prášku na praní) – Na_2CO_3 , vaječná skořápka (obsahuje CaCO_3); Látka B – ocet (obsahuje 8% roztok kyseliny octové – CH_3COOH), citronka (obsahuje kyselinu citrónovou – $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$),

Postup:

- Do sklenice si nalej vodu.
- Do víčka si udělej opatrně díru tak, abys jí mohl protáhnout brčko, kolem brčka dej plastelínu tak, abys utěsnil všechny díry okolo.
- Druhé brčko spoj s prvním tak, že je zasuneš do sebe a přelepíš lepicí páskou (nastřihnutím jednoho brčka do sebe lépe zapadnou).
- Do pet-láhve přes trychtýř z papíru nasyp dvě lžice libovolné látky A, a zalij do $\frac{1}{4}$ libovolnou látkou B.
- Rychle zašpuntuj a brčko ponoř do sklenice s vodou (Obr. č. 1).
- Pozoruj a zapiš, co se bude dít.
- Do tabulky č. 1 napiš, které látky spolu reagovaly (Macenauerová, 2006).



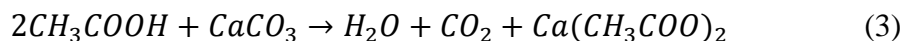
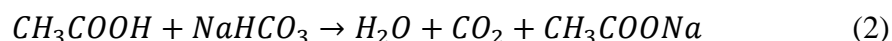
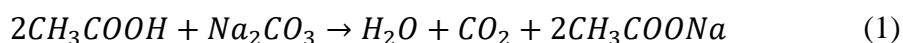
Obr. č. 1: Schéma domácí přípravené aparatury pro vývoj CO_2 (Macenauerová, 2006).

Tabulka 1: Tabulka pro záznam reakcí látek A s látkami B

LÁTKA A	LÁTKA B	Proběhla reakce? (ano – ne)

Princip:

Z tabulky je jasné, že látky, které spolu reagovaly, za vzniku CO₂ jsou z látek B ocet a citronka v kombinaci s kypřícím práškem, sodou a vaječnou skořápkou z látek A. Když si napíšeme vzorečky látek, které obsahují látky B: Na₂CO₃ – soda na praní, NaHCO₃ – kypřící prášek/jedlá soda a CaCO₃ – vaječná skořápka. Vidíme, že se jedná o uhličitany (CO₃²⁻) a hydrogenuhličitany (HCO₃⁻). Pokud se tyto látky smísí s kyselinou (v našem případě kyselinou octovou nebo kyselinou citrónovou), uhličitany a hydrogen uhličitany se začnou rozkládat za vzniku CO₂, jak popisují následující chemické rovnice:



4.3.5 Příprava CO₂ ze zeleniny

Příprava CO ₂ ze zeleniny					
čas	3 dny	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	kvašení, rozklad, oxid uhličitý, alkohol				

Motivace:

Už jste někdy ochutnali přezrálé ovoce? A chutnalo tak trošku kyselé? To bylo způsobeno tím, že se ovoce dostalo do procesu kvašení nebo též fermentace. Zajímá Vás, co při kvašení vzniká? To se dozvíte v tomto experimentu.

BEZPEČNOST: Při práci s nožem (nůžkami) postupuj opatrně, pracuj pod dohledem dospělé osoby

Pomůcky: Pet-láhev, lepicí páska, nafukovací balónek, nůž, voda, mrkev, brambor

Postup:

- Nakrájej si zeleninu tak, aby ti prošla skrz hrdlo láhve, a tu naplň do $\frac{3}{4}$ vodou.
- Na hrdlo láhve navleč nafukovací balonek, a přelep hrdlo lepicí páskou tak, aby bylo všechno utěsněné.
- Láhev odlož někde na parapet (na sluníčko), a tři dny můžeš pozorovat co se děje s balónkem (Macenauerová, 2006).

Princip:

Na začátku pokusu se začne balónek smršťovat, případně se vtahovat do láhve. Ještě relativně čerstvá zelenina spotřebovává více kyslíku než oxidu uhličitého. Po několika dnech se zelenina začne rozkládat – kvasit a bude docházet k nafukování balónku. Vzniká větší množství oxidu uhličitého a alkoholu, než se spotřebuje kyslíku, a proto se bude balónek nafukovat.

Při procesu kvašení dochází k rozkladu ovoce a zeleniny (a dalších organických látek), za vzniku jednodušších produktů a CO₂. Kvašení je důležité v potravinářství, protože díky němu vzniká pivo, víno, jogurty nebo sýry. Kvašení se používá ke konzervaci a uchování potravin, například kyselé zelí a okurky.

4.3.6 Pěnový hasicí přístroj

Pěnový hasicí přístroj					
čas	20 min	místo	venkovní prostředí	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	hasicí přístroj, hašení, oxid uhličitý, různorodá směs, pěna				

Motivace:

Jak říká známé úsloví, oheň je dobrý sluha, ale špatný pán. Když se nám oheň vymkne kontrole, vzniká požár, a požár umí udělat hodně škody a nepořádku. Proto je dobré vědět, jakým způsobem požár uhasit. V jednom z předchozích pokusů jsme zjistili, že oheň můžeme uhasit za pomoci oxidu uhličitého. V dalším pokusu jsme si ukázali, jak oxid uhličitý vyrobit. Když už známe tedy všechno potřebné, proč si jeden hasicí přístroj nevytvořit?

BEZPEČNOST: Při styku chemikálií s očima, zasažené oči pořádně vypláchni pod tekoucí vodou. Práci s nůžkami (nožem) přenech dospělé osobě. Pokus prováděj nejlépe na zahradě nebo venku, kde nebude vadit trocha nepořádku.

Pomůcky: PET-láhe, víčko, brčko, malá úzká lékovka, lepicí páska, nůž (nůžky)

Chemikálie: jar, ocet (obsahuje 8% roztok kyseliny octové – CH_3COOH), jedlá soda – NaHCO_3

Postup:

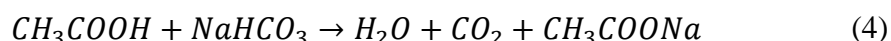
- Do víčka pet-láhve udělej pomocí nože (nůžek) díрку tak, aby se skrz ni dalo provléct brčko.
- Brčko k víčku přelep lepicí páskou tak, aby bylo brčko v díře utěsněné.
- Do pet-láhve nasypej kypřicí prášek, a přidej trochu jaru.
- Ze $\frac{3}{4}$ naplň lékovku/zkumavku octem, a opatrně po hraně pet-láhve vsuň lékovku dovnitř.
- Zašpuntuj láhev, protřep tak, aby se chemikálie smísily a užij si legraci. 😊 (Ale opatrně! Nikoho se nesnaž zasáhnout do obličeje) (Macenauerová, 2006).

Princip:

Jak už jsme si ukazovali v předchozím experimentu „Příprava CO₂“ reakcí octu (kyseliny octové) a kypřícího prášku (hydrogenuhličitanu sodného) vzniká oxid uhličitý. Vznikající oxid uhličitý tvoří s jarem různorodou směs – pěnu (viz. kapitola 4.2 Směsi).

Hasicí přístroj je důležitý ochranný prostředek před požáry. Hasicích přístrojů existuje hodně různých druhů. Pracují na různém principu, obsahují různé náplně, a každý se používá na jiné typy požáru. **Vodní hasicí přístroj** je vhodný na hašení požárů vzniklých zapálením dřeva nebo uhlí, ale už není vhodný k hašení benzínu, a už vůbec ne na hašení požárů vzniklých elektrickým proudem. **Práškový hasicí přístroj** rozprašuje jemný prášek, který má oheň obalit a zamezit přístupu kyslíku a tím ho uhasit. Za pomoci práškového hasicího přístroje můžeme hasit požáry vzniklé i od zapáleného benzínu nebo od elektrického proudu. **Sněhový hasicí přístroj** je naplněn oxidem uhličitým, který se za pomoci vysokého tlaku uvolňuje. Oxid uhličitý, má v hasicím přístroji velice nízkou teplotu, a tak zabraňuje požáru nejenom zamezením přístupu kyslíku, ale i snížením teploty hořící látky/materiálu. Sněhový hasicí přístroj je vhodný na kapalné a elektrické požáry. Námí vytvořený hasicí přístroj je **hasicí přístroj pěnový**, který kromě vody obsahuje i pěnidlo, které lépe smáčí povrchy, a pěna zároveň působí dusivým efektem. Pěnový hasicí přístroj se dá použít jak k hašení požárů pevných látek, tak kapalných, jelikož je ale hlavní složkou voda, elektrický požár jim hasit nesmíme!

CO₂ v našem pěnovém hasicím přístroji vzniká reakcí kyseliny octové s hydrogenuhličitanem sodným, jak popisuje následující reakce:



4.4 Kovy

4.4.1 Jak dobře vedou kovy teplo?

Jak dobře vedou kovy teplo?					
čas	15-20 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	kovová mřížka, vedení tepla, tepelná energie				

Motivace:

V periodické tabulce prvků jsou obsaženy prvky kovové a nekovové. Kovy všichni dobře známe, běžně se s nimi v životě setkáváme. Jak je poznáme? Na první pohled jsou to lesklé materiály. Také jsou tažné a kujné, což znamená, že je můžeme ohýbat, a různě tvarovat. Jsou

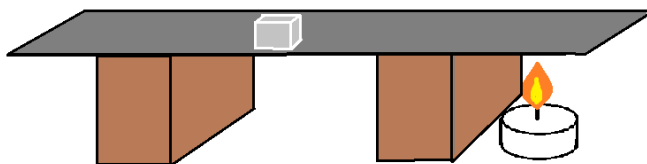
elektricky vodivé, a veškeré elektrické vedení a spoje se děje hlavně přes kovy. Kovy jsou také známé díky své velké tepelné vodivosti. Rychle se zahřejí, a rychle zase ochladí. To používáme tam, kde potřebujeme něco chladit – chladiče, nebo rychle ohřát – teplotonosná media. Který kov se zahřeje nejrychleji?

BEZPEČNOST: Pozor na možné popálení při manipulaci se svíčkou!

Pomůcky: kovové plíšky (1,5 cm x 20-30 cm; různé druhy kovů), svíčky, vosk, 2 dřevěné kvádry, zápalky, miska, nůž, stopky

Postup:

- Z vosku si nařež stejné velké kostičky.
- Pod jeden konec plíšku a střed plíšku polož dřevěné kvádry, a jeden konec ponechej volný.
- Mezi kvádry polož misku a nad misku připravenou kostičku vosku.
- Pod volný konec polož svíčku a zapal ji (Obr. 2).
- Po zapálení svíčky začni měřit čas, za který se vosková kostička na druhé straně plíšku roztopí, čas si zapiš a porovnej kovy mezi sebou (Macenauerová, 2006).



Obr. č. 2: Schéma postavení kovového plíšku na dřevěných hranolech (obrázek byl připraven v programu Malování).

Princip:

Kovy patří mezi pevné látky, jednotlivé částice v kovech jsou umístěny těsně vedle sebe a tvoří tzv. mřížku. Při vedení tepla dochází k tomu, že částice na straně tělesa (kovového plíšku), která je zahřívána, dostávají tepelnou energii. Tato energie se pak předává mezi

sousedními částicemi od teplejších k těm studenějším, a protože jsou tyto částice těsně vedle sebe, dochází k tomuto jevu relativně rychle.

4.4.2 Koroze kovů

Koroze kovů					
čas	1 hod	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	koroze, rez, pasivace				

Motivace:

Kovové předměty, které ponecháme venku napospas přírodním živlům (vlhkost prostředí) se za určitou dobu změní. Dochází ke korozi kovů. Například železo (např. hřebíky, řetězy atd.) rezaví, což je změna nejen estetická, ale materiál je také nevratně poškozen. Střechy kostelů, dříve kdysi krásně červené a lesklé, dnes mohou být zelené. Čistá měď podléhá korozi, časem tmavne, zelená, vzniká měděnka, která paradoxně chrání měď před další korozi. V následujícím pokusu se podíváme na zoubek tomuto jevu, kterému říkáme koroze.

BEZPEČNOST: Savo je žíravá sloučenina, která je zdraví hodně nebezpečná, dbej pokynů na obalu Sava, a pracuj nejlépe pod dohledem dospělé osoby.

Pomůcky: kádinka/sklenice, 3 železné plíšky, měděný drát, hliníková fólie (alobal)

Chemikálie: roztok chlornanu sodného – NaClO (Savo)

Postup:

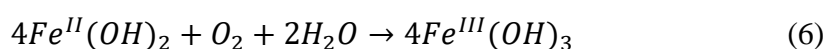
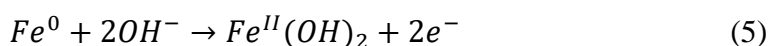
- Do první sklenice vlož železný plíšek a zalej Savem tak, aby ½ plíšku byla ponořena.
- Do druhé sklenice vlož železný plíšek, omotaný kolem dokola měděným drátem, a zalej Savem tak, aby ½ plíšku s drátem byla ponořena.
- Po 1 hodině působení Sava na kovy pozoruj, co se s nimi stalo (Macenauerová, 2006).

Princip:

V experimentu jsme mohli pozorovat, jak Savo zoxidovalo železo, na kterém se vytvořila vrstvička soli. Měď oxidaci železa podpořila, zatímco hliník působil opačným účinkem.

Koroze kovů je pomalá oxidace povrchové vrstvičky kovů, ke které dochází při jejím styku s okolním prostředím. Na povrchu kovu kondenzuje vzdušná vlhkost a ta tvoří souvislou tenkou vrstvičku kapaliny, ve které se rozpouští jednotlivé plyny ze vzduchu (O_2 , CO_2 , SO_2 , N_2 , NO_2).

V případě železa, během jeho koroze dochází k oxidaci Fe vzdušným kyslíkem na Fe_2O_3 , nebo k oxidaci Fe na Fe^{2+} , které reagují s OH^- a vytvářejí $Fe(OH)_2$. Poté působením vzdušného kyslíku reaguje $Fe(OH)_2$ až na $Fe(OH)_3$, což je jedna z hlavních složek rzi. Následující reakce popisují vznik rzi železa:



Měď, která podléhá korozi, se pokrývá zeleně zbarvenou vrstvou zvanou měděnka, $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, která chrání zbytek povrchu před kyslíkem a vzdušnou vlhkostí. Měděnka vzniká působením kyslíku, oxidu uhličitého a vzdušné vlhkosti na měď:



Abychom efektivně ochránili kov před korozí, musíme zamezit tomu, aby se jeho povrch dostal do styku se vzdušnou vlhkostí. Nejčastěji se jedná o ochranné nátěry, případně se kovy pokrývají vrstvou jiného, ušlechtilého, kovu (chrom, nikl). Povrch kovů se dá také chránit tzv. pasivací kovu, kdy se na povrchu vytvoří tenká vrstvička soli daného kovu. Pasivací mědi na měďnatou sůl můžeme pozorovat na zelených střechách kostelů.

4.5 Voda

4.5.1 Je čistá voda opravdu čistá?

Je čistá voda opravdu čistá?					
Čas	20 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	voda, rozpouštědlo, rozpustnost				

Motivace:

To, že voda (spolu se vzduchem) tvoří základní podmínky pro existenci života na Zemi je nám všem jasné. Zkuste vyjmenovat deset důvodů, proč je voda důležitá? To, že člověk bez vody nepřežije déle, jak dva dny jsme také určitě někdy slyšeli. Ale proč? Důležitou roli v tom hraje fakt, že voda je rozpouštědlo. To znamená, že se pro organismus důležité látky z potravy (minerální látky, vitaminy) ve vodě rozpouštějí a dostávají se tak do těla, kde jsou v těle prospěšné. To samé funguje taky naopak, škodlivé látky pro tělo (pot, moč) se ve vodě rozpouští a opouští naše tělo.

Koloběh vody v přírodě nám ukazuje, že voda, než se dostane k nám do sklenice, urazí velkou cestu. Na své cestě se potká s mnoha chemickými látkami, které se v ní rozpouští a putují s ní. Některé nám v ní nevaří, a dokonce je ve své vodě chceme, což je případ minerálních vod. Jiné chemické látky ve vodě nechceme a musíme vodu před použitím od těchto látek vyčistit. Zkusme se teď podívat, kolik rozpuštěných látek v různých vodách najdeme.

Pomůcky: hodinová sklíčka (Petriho misky, skleněné talířky, prázdné plato od léků – průhledné), černý papír, kapátka

Chemikálie: různé druhy vod (pitná, říční, dešťová, minerální, destilovaná, a další)

Postup:

- Na čistá hodinová sklíčka nakapej +- 5 kapek vody (různé druhy) a umísti je do tepla, aby se voda odpařila (v zimě na topení, v létě na parapet, kam svítí sluníčko).
- Po odpaření vody přenes sklíčka na černý papír a pozoruj množství pevných látek na dně sklíček (Vicenová, et al., 2017).

Princip:

V experimentu jsme mohli pozorovat, že různé druhy vod obsahují různé množství minerálních látek. Jejich přítomnost byla dokázána v podobě odparku, který zbyl na sklíčku po odpaření vody. Po kojenecké vodě jsme nemohli pozorovat žádný zbytek tuhých minerálních látek ve formě odparku. Pitná voda i dešťová voda už obsahovaly více minerálních látek. Minerální voda obsahuje největší množství minerálních látek, proto na sklíčku po odpaření vody, zůstalo největší množství odparku.

4.5.2 Tvrdost vody

Tvrdost vody					
čas	10 – 15 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	tvrdá voda, měkká voda, příměsí, vodní kámen,				

Motivace:

Co znamená tvrdá voda? Znamená to, že jakmile skočím do vody, bude mě to víc bolet? To určitě ne! Tvrdá voda je taková, která má v sobě rozpuštěno hodně vápenatých a hořečnatých uhličitanů (nerosty). Důvod, proč jste asi někdy slyšeli o tvrdé vodě je ten, že tvoří v pračkách vodní kámen. A tento vodní kámen, pokud se neodstraňuje, pračku časem zničí. V minulém experimentu „Je čistá voda opravdu čistá?“ jsme mohli pozorovat, kolik která voda obsahuje příměsí. Tvrdá voda jich obsahovala více než voda měkká. Jak se tohle projeví při praní? V následujícím experimentu si to vyzkoušíme, do každé vody přidáme trošku mýdla a zjistíme, která pění nejvíc.

Pomůcky: zkumavky a zátky (průhledné uzavíratelné nádoby, například lékovky), lžička, struhadlo

Chemikálie: různé druhy vod (pitná, říční, dešťová, minerální, destilovaná, a další), mýdlo pevné (popř. prací prášek)

Postup:

- Nastrouhej si mýdlo.

- Do všech zkumavek si nalej stejné množství různých druhů vody, přibližně ½ objemu zkumavky.
- Do každé zkumavky dej stejné množství mýdla (1 čajovou lžičku).
- Zazátkuje a protřep každou zkumavku.
- Pozoruj, kde se tvoří největší pěna (Vicenová, et al., 2017).

Princip:

Experimentem jsme mohli sledovat, že v měkčí vodě nám mýdlo pěnilo více než ve vodě tvrdší. To má přímý vliv na praní prádla také v pračce. Pokud se mýdlo (prací prášek) méně rozpouští ve tvrdé vodě, musíme ho do praní přidat víc, aby víc fungoval, a tím se nám praní prodraží. Z toho důvodu je nutné tvrdost vody odstraňovat. Nehledě na to, že tvrdá voda poškozují i oblečení. Tvrdost vody vyjadřuje obsah rozpuštěných nerostů (nejčastěji CaO a MgO) ve vodě. Rozlišujeme dva typy tvrdosti vod, trvalou a přechodnou, podle toho, jaké soli ji způsobují. Trvalá tvrdost vody je způsobena rozpuštěnými chloridy, sírany, dusičnany a křemičitany nejčastěji vápenatých a hořečnatých kationtů. Zbavit se ji můžeme za pomoci iontoměníčů, které upraví složení vody. To probíhá tak, že v iontoměníči obsažené ionty sodíku a vodíku jsou vyměněny za ionty vápníku a hořčíku rozpuštěných ve vodě. Přechodná tvrdost vody obsahuje rozpuštěný hydrogenuhličitan vápenatý – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Po jeho vysrážení vzniká uhličitan vápenatý – CaCO_3 , tzv. vodní kámen. Přechodnou tvrdost vody lze snadno odstranit varem.

4.6 Chromatografie

Chromatografie					
čas	30 – 40 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ
pojmy	Chromatografie, stacionární fáze, mobilní fáze				

Motivace:

Všechny nám známé barvy se dají namíchat z červené, modré a žluté s různou intenzitou (bílá – černá). Z jakých barev jsou namíchány například barevné fixy? Co potřebujeme k tomu, abychom získali jejich *barevný podpis*?

V podstatě jsme si na to teď sami odpověděli. Metoda, která nám v tomto případě pomůže, se nazývá **chromatografie**. Její název se skládá z řeckých slov *chrómato* – barevný a *gráfo* – psát. Chromatografie je fyzikálně-chemická metoda, která je hojně uplatňována v mnoha

odvětvích chemie. Postupem času se vyvíjela natolik, že se pomocí ní analyzuje široké spektrum látek. V našem případě se bude jednat o analýzu barev na papíře a křídě.

4.6.1 Dělení barev na papíře

Pomůcky: piják (papír), talíř, tužka, fixy (vodové, lihové), nůžky

Chemikálie: voda, alpa

Postup:

- Piják nastříhej na proužky o šířce 2 cm.
- Na proužku pijáku si tužkou vymezi startovací čáru 2 cm od spodního okraje.
- Doprostřed startovní čáry udělej fixem puntík.
- Podle fixu, který jsi použil (vodový – voda, lihový – alpa) nalej kapalinu do talíře.
- Vlož proužek papíru do talíře tak, aby se kapalina dotýkala papíru před startovní čarou a delší konec čouhal z talíře ven (Obr. č. 3).
- Nech papír nasávat kapalinu a pozoruj co se s puntíkem od fixu děje.
- Pokus proved' i pro druhý typ fixů (Macenauerová, 2006).



Obr. č. 3: Schéma rozložení papírů pro chromatografii na papíře (Macenauerová, 2006).

4.6.2 Dělení barev na křídě

Pomůcky: talíř, tužka, fixy (vodové, lihové), křída

Chemikálie: voda, alpa

Postup:

- 2 cm od konce křídly si vyznač pomocí tužky startovací linii.
- Na startovací linii fixem udělej puntík (můžeš na každou stranu jeden).
- Křídlo podle typu fixu (vodový – voda, lihový – alpa) postav do talíře s kapalinou tak, aby kapalina nezasahovala výš než startovní čára.
- Pozoruj, jak kapalina prochází skrz křídlo (Macenauerová, 2006).

4.6.3 Dělení přírodních barviv

Pomůcky: piják, sklenice, 4 misky, lis na česnek, červená paprika, špenát, borůvky, listy trávy, tužka, kapátko

Chemikálie: alpa

Postup:

- Piják nastříhej na 4 proužky o šířce 2 cm.
- Na pijáku si vyznač tužkou startovací čáru 2 cm od spodního okraje.
- Ze špenátu, papriky, rajčat a trávy se snaž za pomoci lisu na česnek vylisovat co nejvíc jejich šťávy.
- Na startovací čáru nanes vzorek jedné z přírodnin tak, že kápneš kapku přírodniny a necháš zaschnout, na to samé místo kápneš znovu, a znovu necháš zaschnout.
- Na startovací čáru podle postupu nanes 7-8 kapek.
- Do sklenice nalej přibližně 1 cm vysokou vrstvu alpy.
- Piják se vzorkem postav do sklenice tak, aby se vzorek neponořil do alpy, vršek pijáku opři o stěnu sklenice.
- Pozoruj, co se s barvami děje (Macenauerová, 2006).

Princip souhrnný:

U všech tří experimentů jsme mohli pozorovat, jak se barvy na papíře nebo křídě rozdělily na spektrum barev, ze kterého jsou tvořeny. Během chromatografie mezi sebou vzájemně reagují **složky směsi, stacionární (nepohyblivá) fáze a mobilní (pohyblivá) fáze**. V našem případě je za směs brána barva zkoumaného fixu, nepohyblivá fáze je papír nebo křída, protože

tyto se nijak nepohybují, a pohyblivá fáze je voda/alpa, která vzlíná a pohybuje se skrz papír nebo křídu vzhůru. K rozdělení směsi dochází při průchodu mobilní fáze. Různá reaktivita složek směsi ke stacionární fázi způsobí, že každou složku mobilní fáze vynese do jiné vzdálenosti na stacionární fázi od startu. V laboratořích se nejčastěji nanáší na start vedle sebe látky, které známe společně s neznámými látkami, a podle rozložení složek směsi na stacionární fázi porovnáváme jejich složení.

4.7 Elektrochemie

4.7.1 Výroba elektřiny

Výroba elektřiny					
čas	20 – 30 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ/ SŠ
pojmy	článek, baterie, napětí,				

Motivace

Každý z nás běžně používá mobilní telefon, tablet, fotoaparát, přenosné svítilny, nebo ovladače k televizi. Všechna tato zařízení mají jednu věc společnou. Fungují bez toho, abychom je měli připojeny do elektřiny. Mají totiž v sobě zabudovanou baterku, která je schopná jim dodávat určité množství elektrické energie. Představme si obyčejnou tužkovou baterii (článek). Jak je možné, že malá válcovitá baterka v sobě obsahuje tolik energie, elektrické energie, a je schopná dlouho tuto energii dodávat našim zařízením?

Nejedná se o žádné kouzlo, ale o chemický jev. Jde o to, že když se do roztoku kyseliny dostanou dva různé kovy, vznikne mezi nimi rozdíl elektrických potenciálů, tzv. elektrické napětí. Toto je princip zařízení, které se jmenuje galvanický článek, nám známý jako tužková baterie.

Na tento jev přišel italský lékař a přírodovědec Luigi Galvani, který při pitvě žabích stehýnek pozoroval jejich záškuby po dotyku kovovým předmětem. Tento jev vysvětlil italský fyzik Alessandro Volta, a v roce 1800 sestavil článek z měděné a zinkové elektrody ponořené do roztoku kyseliny sírové (Meidenbauer, 2009). Tento článek se jmenuje Voltův článek a stal se prvním zdrojem stálého elektrického proudu.

V následujícím pokusu si vyzkoušíme podobný galvanický článek vyrobit. Budeme na to potřebovat citrón, ten totiž obsahuje vodu, roztok kyseliny citrónové a askorbové, a dva různé kovy v podobě hřebíků, plíšků atd. Když je spojíme dohromady, měli bychom na multimetru

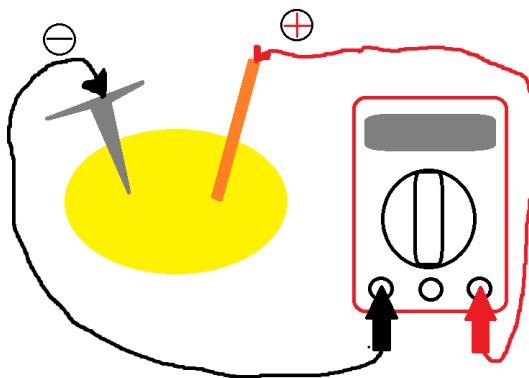
pozorovat elektrické napětí. Pokud šikovně spojíme více těchto citrónů s hřebíky, můžeme se pokusit rozsvítit led diodu.

Pomůcky: citróny, různé kovové hřebíky/plíšky/dráty (Al, Zn, Cu, Fe), krokosvorky (krokodýlky – vodiče), multimetr, led dioda, zkumavky

Chemikálie: kyselina chlorovodíková - HCl (na doprovodný pokus)

Postup:

- Nakrájej si citróny na čtvrtky a do jedné čtvrtky citrónu zapíchni (tak aby nedotýkaly) jeden pozinkovaný hřebík a jeden měděný plíšek/drát.
- Krokosvorkama připoj kovy k multimetru, a pozoruj vzniklé napětí.



Obr. č. 4: Připojení elektrických vodičů k citrónu a multimetru (obrázek byl připraven v programu Malování).

- Do dalších čtvrtek citrónu zapíchni další hřebíky (stejně jako u prvního citrónu), a spoj všechny citróny do série a pozoruj vzrůstající napětí.
- Nakonec můžeš k celé baterii (všechny citróny spojené dohromady) připojit led diodu a pozorovat, jestli se rozsvítí.
- Následně zkus zapíchnout do citrónů různé kombinace kovů, a zapiš si, jak velké napětí generují (Stejskalová, 2020).

Princip (ZŠ):

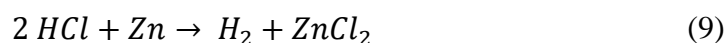
Když jsme zapíchni do citrónu dva různé kovy, dokázali jsme vytvořit elektrickou energii. Citrón si můžeme představit jako kádinku s kyselinou. V prostředí kyseliny putují ionty od jednoho kovu ke druhému, a přenáší s sebou elektrony důležité pro tvorbu elektrického napětí

a elektrického proudu. Záleží také na tom, z jakého kovu hřebíky použijeme, některé kombinace tvoří menší napětí, jiné vyšší. To se řídí podle Beketovovy řady kovů. Kovy, co se nachází daleko od sebe, vytvoří vyšší napětí, zatímco kovy blízko u sebe vytvoří nízké napětí. Jeden citrón s hřebíky tvoří článek, zapojením více takových článků za sebe vzniká baterie.

Princip + doprovodný pokus (SŠ):

V citrónu se nachází vodný roztok kyseliny citrónové a askorbové. Zapíchnutím dvou různých kovů, s různými elektrickými potenciály vzniká rozdíl elektrických potenciálů čili elektrické napětí. Tímto jsme vytvořili galvanický článek. Zapojením více článků do série vzniká baterie. Zinek se v prostředí kyseliny rozpouští a uvolňuje elektrony, které putují vodičem, a vzniká elektrický proud. Naopak měď se v kyselině nerozpouští, a „čeká“ na elektrony od zinku.

Pro znázornění toho, co se odehrává mezi zinkem a citrónem můžeme jako demonstrační pokus vhodit zinkovou pecku do zkumavky s kyselinou chlorovodíkovou, jak popisuje rovnice, a pozorovat tak bouřlivou reakci. Naopak vhozením měděného plíšku do kyseliny nevyvolá reakci žádnou.

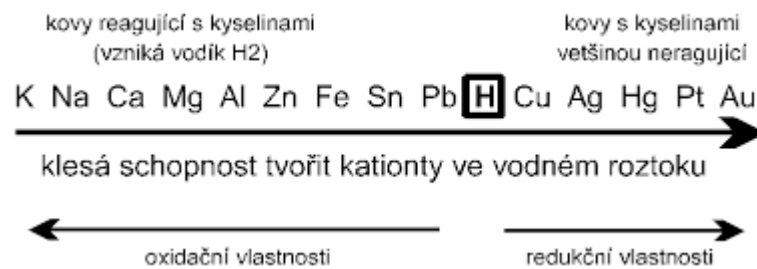


Po zapojení citronových článků do série, můžeme pozorovat narůstající napětí. Přepnutím multimetru na měření proudu zjistíme, že systémem protéká extrémně malý proud. Z Ohmova zákona pak vychází, že má soustava velký odpor.

$$R = \frac{U}{I} [\Omega] \quad (10)$$

Z toho plyne, že při tak malém proudu žárovku nerozsvítíme, ta totiž potřebuje proud vyšší. Dovedeme však rozsvítit LED diodu správným připojením k baterii z citronových článků.

Zapojováním různých kombinací kovů do citrónu, získáme různé hodnoty elektrického napětí. Vhozením hřebíků a plíšků do kyseliny můžeme demonstrovat, jak se kovy rozpouštějí a utvořit tak Beketovovu řadu kovů (Obr. č. 4).



Obr. č. 5: Neúplná řada napětí kovů dle Beketova.

Převzato z učebnice pro ZŠ (Paroulková, 2016).

Tato řada nám ukazuje, kde se jaký kov nachází, a jaké má oxidačně-redukční vlastnosti. Když si spojíme dva kovy (Zn a Cu) vzniká nám rozdíl potenciálů, který tvoří elektrické napětí. Když si spojíme dva kovy dál od sebe (Al a Cu) vzniká vyšší rozdíl potenciálů, a tvoří se tak větší elektrické napětí, které jsme mohli pozorovat na multimetru. Z toho vyplývá, že čím jsou prvky dál od sebe, tím vyšší vzniká rozdíl potenciálů, a tím vyšší vzniká napětí.

4.7.2 Elektrolýza

Elektrolýza					
čas	15 – 20 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ/ SŠ
pojmy	elektrolýza, elektrolyt, elektrolyzér, elektroda, kationt, aniont				

Motivace:

Slovo elektrolýza se skládá z pojmů elektro – elektrina a lýza – rozklad čili bychom to mohli přeložit jako „rozklad elektrinou.“ Opravdu, elektrolýza je proces, při kterém dochází k rozkladu chemické látky za pomoci průchodu elektrického stejnosměrného proudu roztokem nebo taveninou. K čemu je tato metoda dobrá, když z názvu vyplývá, že látky jenom rozkládá?

Elektrolýza slouží jako výrobní proces, pomocí kterého se vyrábí mnoho sloučenin (např. NaOH) nebo prvků (kyslík, vodík, chlór). A právě výroba vodíku z vody je velice zajímavá, protože vylučování vodíku při elektrolýze vody představuje perspektivní možnost alternativního a ekologicky čistého zdroje energie. Při spalování vodíku nevznikají žádné nežádoucí produkty.

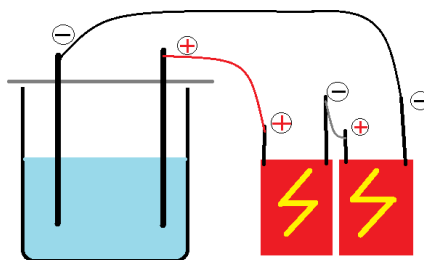
Spolu si v následujícím experimentu vyzkoušíme elektrolýzu obyčejného vodného roztoku NaCl, a připravíme chemické produkty, které se hodně využívají v dalších chemických reakcích.

Pomůcky: kádinka (zavařovací sklenice), plastové víčko (kterými bývají zakryty jogurty) se dvěma dírami, 2 tuhy, 2x 4,5 V baterie, krokosvorky (krokodýlky – vodiče)

Chemikálie: NaCl – sůl kamenná, H₂O – voda, fenolftalein

Postup:

- Do kádinky přidej vodu a sůl, a vytvoř roztok NaCl.
- Na kádinku přilož víčko, a skrz díry prostrč tuhy tak, aby byly ponořeny v roztoku, a nedotýkaly se jedna druhé.
- 4,5 V baterie si spoj krokosvorkama do série.
- Tuhy spoj krokosvorkama k bateriím (Obr. č. 6).
- Pozoruj reakci.
- Po ukončení reakce kápní kapku fenolftaleinu do sklenice a pozoruj, co se stane (Stejskalová, 2020).



Obr. č. 6: Schéma zapojení baterií k elektrodám (obrázek byl připraven v programu Malování).

Princip (ZŠ):

Elektrolýza je proces, který probíhá v nádobě, které říkáme elektrolyzér, v něm se nachází iontový roztok, který nazýváme elektrolyt. Do elektrolytu je přiváděn elektrický proud za pomoci elektrod. V našem experimentu je elektrolyzér sklenice nebo kádinka. Elektrolyt je tvořen vodným roztokem NaCl, a elektrody jsou obyčejné tuhy na psaní, tvořené uhlíkem.

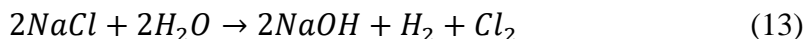
Když připojíme elektrody ke zdroji elektrického napětí, začne elektrolytem probíhat elektrická energie. Ta způsobí, že se voda a sůl rozloží na ionty H⁺, OH⁻, Na⁺ a Cl⁻. Ionty vodíku a chloru začnou tvořit molekuly H₂ a Cl₂ v okolí elektrod a unikají ze soustavy pryč. To můžeme pozorovat ve formě bublinek v okolí elektrod. Hydroxidové a sodíkové ionty se spojí za vzniku

NaOH. Jedná se o zásadu, kterou dokážeme po kápnutí fenolftaleinu do elektrolytu. Fenolftalein se v zásaditém prostředí zbarvuje do fialova.

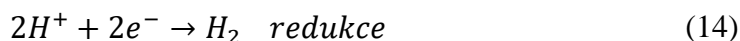
Princip (SŠ):

Elektrolýza je proces, který probíhá v nádobě, které říkáme elektrolyzátor, v něm se nachází iontový roztok, který nazýváme elektrolyt. Do elektrolytu je přiváděn elektrický proud za pomoci elektrod. V našem experimentu je elektrolyzátor sklenice nebo kádinka. Elektrolyt je tvořen vodným roztokem NaCl, a elektrody jsou obyčejné tuhy na psaní, tvořené uhlíkem.

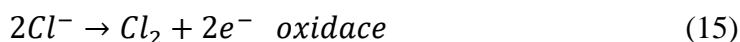
Zapojením uhlíkových tuh – elektrod k stejnosměrnému zdroji, začne soustavou procházet elektrický proud. Elektrickým proudem putují elektrony z baterie do katody (záporná elektroda) po vodiči. V elektrolytu se přenášejí elektrony pohybem iontů – kationtů a aniontů, a z anody (kladná elektroda) jsou pak elektrony opět odváděny pryč. Aby mohly elektrony putovat v elektrolytu, musí na elektrodách docházet k chemické reakci, tzv. elektrolýze. V elektrolytu dochází k disociaci roztoku NaCl. V soustavě probíhají tyto reakce:



Na záporné elektrodě – katodě, můžeme pozorovat malé bublinky, které se snaží dostat z elektrolytu pryč, jedná se o molekuly vodíku. Na katodě jsou elektrony přiváděné zvnějšku předány iontu v roztoku. Rovnice popisuje redukci vodíkového iontu na katodě:



Na druhé, kladné elektrodě – anodě, můžeme pozorovat větší, pomalejší bublinky, jedná se o chlór. Po nadzvednutí víka můžeme cítit typický zápach chlóru. Anoda totiž od iontů elektrony přijímá, a následně je odvádí po vodiči pryč. Oxidaci chloridového iontu popisuje následující reakce:



V kádince se ze zbylých iontů tvoří roztok NaOH, který můžeme dokázat za pomoci indikátoru fenolftaleinu, který se po přidání do roztoku charakteristicky zbarví do fialové barvy. Vznik hydroxidu sodného ze sodíkových a hydroxidových iontů popisuje reakce (16):



4.7.3 Galvanické pokovování

Galvanické pokovování					
čas	20 min	místo	domácnost, laboratoř	věk	2. stupeň ZŠ/SSŠ
pojmy	galvanizace, katoda, anoda				

Motivace:

Když necháme nějaký obyčejný kovový předmět venku, aby na něj působily živly přírody jako déšť, změny teplot atd., tak nám po čase zrezaví. U některých předmětů si tohle nemůžeme dovolit, u některých nechceme, aby se nám zničily. No představte si, kdyby doktor operoval s rezavými nástroji, to prostě nejde. Nebo si představte motorkáře, jak přijde ke své milované motorce a zjistí, že má zrezlá řídítka. Existuje způsob, jak tyto předměty chránit? Ano! Nazývá se galvanické pokovování.

Galvanické pokovování je elektrochemický proces, využívající principy elektrolýzy k tomu, abychom za pomoci elektrického proudu přenesli vrstvičku jednoho kovu na kov druhý. A v následujícím experimentu si tento proces ukážeme. Lžičku ze železa potáhneme vrstvou mědi.

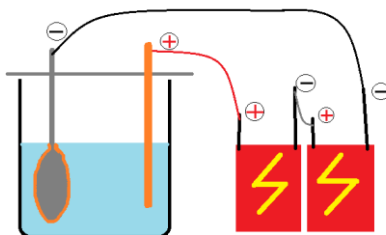
Pomůcky: kádinka/ sklenice, 2x 4,5 V baterie, měděný drát (Cu), kovová lžička (Fe), krokosvorky (krokodýlky – vodiče)

Chemikálie: skalice modrá – $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, voda - H_2O

Postup:

- Do nádoby (elektrolyzéro) nalej vodný roztok skalice modré (elektrolyt). Roztok modré skalice si vytvoř rozmícháním krystalické skalice modré ve vodě.
- Do roztoku ponoř železnou lžičku a měděný drát (zbavený gumové bužírky), a připoj je k bateriím (lžičku na minus, drát na plus) a pozoruj (Obr. č. 7).

- Po několika minutách zkontroluj, jestli se lžička potáhla vrstvou mědi (Stejskalová, 2020).



Obr. č. 7: Schéma zapojení baterií k měděnému drátku a lžičce (obrázek byl připraven v programu Malování).

Princip (ZŠ):

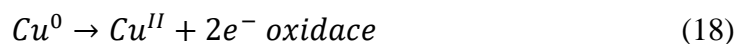
Když připojíme lžičku a měděný drát ke zdroji elektrického napětí, začne soustavou procházet elektrický proud. Ten způsobí, že se měděný drátek začne rozpouštět a dodávat měďnaté ionty do roztoku. Tím, že roztok modré skalice měďnaté ionty už obsahuje, začne jich tam být hodně, a proto se jejich část začne vázat na železnou lžičku. Tím dojde k pomědění.

Princip (SŠ):

Pokovovací soustava se skládá z anody, která je v našem případě tvořena měďnatým drátem, z katody, tvořené železnou lžičkou, a z elektrolytu, který je v tomto případě roztok síranu měďnatého, který disociuje podle rovnice:



Když do systému připojíme stejnosměrný proud, tak anoda, aby měla dost elektronů, se začne rozpouštět, přeměňovat se na měďnatý kationt, a vstupuje do roztoku. Oxidaci mědi na anodě popisuje následující rovnice:



Z anody putují elektrony vodičem do katody. Zde si je vezme měďnatý iont, který se nachází v elektrolytu, a na katodě se vyloučí jako surová měď, a lžička se nám tak potáhne vrstvou mědi. Na katodě probíhá redukce měďnatého kationtu podle rovnice:



ZÁVĚR

V předložené bakalářské práci byly splněny uložené cíle definování oblasti neformálního vzdělávání a jeho významu pro výuku chemie. V teoretické části byly popsány přírodní vědy a jejich charakteristika a cíle, o které se opírají principy badatelsky orientované metody, školní chemické experimenty a science centra. V kapitole vzdělávání byl popsán výchovně-vzdělávací proces se zaměřením na neformální vzdělávání. Tato problematika byla rozvinuta kapitolou o kompetencích, které mohou sloužit jako nástroj pro uznávání neformálního vzdělávání.

Praktická část obsahuje dvacet experimentů seřazených do osmi témat učiva ze vzdělávacího obsahu chemie pro ZŠ. Soubor témat byl vytvořen takovým způsobem, aby mohl sloužit žákům v neformální sféře vzdělávání, která nemusí být vždy primárně zaměřená na chemii.

Badatelsky orientovaná metoda výuky staví na konstruktivistickém přístupu ve vyučování, podporuje a motivuje žáka v jeho touze po poznání, ve vlastním bádání a objevování zákonů přírody. Jeden z nejdůležitějších prvků ve výuce chemie, který toto bádání a objevování zákonů přírody nejlépe simuluje je školní chemický experiment.

Podstatou školních chemických experimentů je myšlenka, že školní experimenty by se z výuky neměly ztrácet, a neměly by být redukovány pouze na demonstrační cirkusová čísla, ale měly by být zaměřeny na vlastní práci žáků a pochopení experimentem prezentovaných jevů. Důležité je zařazení experimentů do výuky chemie, jak v počátcích výuky chemie u žáků 8. tříd, tak u studentů vyšších ročníků středních škol. V obou případech je experiment nástrojem k podpoření vnitřní motivace a zájmu o chemii u obou věkových skupin.

Druhá kapitola teoretické části se zabývá výchovou a vzděláváním, definuje tyto pojmy, a také definuje sféry celoživotního učení. Jedná se o formální, informální a neformální vzdělávání. Neformálnímu výchovně-vzdělávacímu procesu je zde věnována větší pozornost. Neformální vzdělávání charakteristické svou uvolněnou atmosférou, a přítomností žáků vnitřně motivovaných může správným vedením podpořit žákovo poznání o znalosti a informace, které se běžně učí ve škole v prostředí formálního vzdělávání.

Praktická část obsahuje kompletní návody pro provedení chemického experimentu. Žák zde najde veškeré informace, aby experiment bezpečně a zdárně provedl, a také dané téma lépe pochopil. Protože mnohé z vyučovaných jevů děti ve výuce chemie nejsou schopny pochopit, kvůli velké abstrakci učiva chemie. Témata a experimenty jsou z uvedeného důvodu voleny

tak, aby si žáci mohli jevy, se kterými se setkali ve výuce, mohli pomocí experimentu lépe představit, zažít je a podílet se na jejich potvrzení, popřípadě vyvrácení. Dalším aspektem při zpracovávání experimentů a popisování jejich principů bylo jejich propojení s každodenním životem žáků. A použití pomůcek a chemikálií, se kterými se běžně dennodenně setkávají. Názornost a využití poznatků z experimentů v každodenním životě je podpořeno odlehčenou motivací a jednoduchým popisem principu tak, aby žáky povzbudil a namotivoval k dalšímu zájmu o chemii.

LITERATURA

Affeldt, F., et al. 2017. The potential of the non-formal educational sector for supporting chemistry learning and sustainability education for all students - a joint perspective from two cases in finland and germany. *Chemistry Education Research and Practice*. 2017, Vol. 18, pp. 13-25.

Bosch, G. 2001. *1000 Napínavých experimentů*. Plzeň : NAVA, 2001. ISBN 80-7211-105-1.

Broulíková, M. 2015. *Science Centra: Vznik, Poslání, Proměny zaměřené na Science Centrum Techmania*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2015.

Český statistický úřad. 1. Formální vzdělávání. *český statistický úřad*. [Online] [Citace: 12. 3 2021.] <https://www.czso.cz/documents/10180/20561193/331313a01.pdf/8999acec-2a60-47e9-9ade-51161603a358?version=1.0>.

Čtrnáctová , H. a Zajíček, J. 2010. Současné školství a výuka chemie v české republice. *chemické listy*. výuka chemie, 2010, Sv. 104, stránky 811-818.

Dostál, J. 2013. Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trendy ve vzdělávání*. 2013, Sv. 6, 1, stránky 9-12.

Eshach, H. 2007. Bridging In-school and Out-of-school learning: Formal, Non-formal and Informal Education. *Journal of Science Education and Technology*. April 2007, Sv. 16, 2.

Fiala, V. a Černá , M. 2019. Kdo hoří, zapaluje aneb jak zažehnout badatelskou výuku chemie na základní škole? *Metodický portál rvp.cz*. [Online] Metodický portál rvp.cz, 28. 11 2019. [Citace: 18. 5 2021.] <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/22178/KDO-HORI-ZAPALUJE-ANEJ-JAK-ZAZEHNOUT-BADATELSKOU-VYUKU-CHEMIE-NA-ZAKLADNI-SKOLE.html/>.

Gürsoy, G. 2020. The Significance of Science Centers in Science Education. *Educational Sciences*. 2020, Sv. 30.

Halonen, J. and Aksela, M. 2018. Non-formal science education: The relevance of science camps. *Lumat special issue - out of school learning*. 2018, Vol. 6, 2.

Havlíčková D. and Žárská, K. 2012. *Kompetence v neformálním vzdělávání*. Praha : Národní institut dětí a mládeže Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, 2012. ISBN 978-80-87449-18-9.

Hodson, D. 1993. Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*. 1993, Sv. 22, stránky 85-142.

Hofstein A., Mamlok-Naaman R. 2007. The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry education research and practice*. 2007, Sv. 8, 2, stránky 105-107.

Ital A. a Knöferl, M. 2001. *Aus-, Fort-, & Weiterbildung nach Schlüsselqualifikationen*. Hagen : Brigitte Kunz Verlag, 2001. str. 239. ISBN 3-89495-173-7.

Janoušková, S., et al. 2019. Vývoj přírodovědného vzdělávání v České republice od roku 1989. *Scientica educatione*. 2019, Vol. 3, 10, pp. 163 - 178.

Kalhous, Z. and Obst, O. 2009. *Školní didaktika*. Praha : Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-571-4.

Kolb, D. A. 1984. *Experimental learning*. Englewood Cliffs : Prentice-Hall, 1984.

Koster, E.H. 1999. In Search of Relevance: Science Centers as Inovators in the Evolution of Museums. *Daedaleus*. 1999, Sv. 28, 3, stránky 277-296.

Lesk a bída školního chemického experimentu. Škoda, J. a Doulík, P. 2009. [editor] BÍLEK M. Hradec Králové : Gaudeamus, 2009. Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX. Research, Theory and Practice in Chemistry Didactics XIX. stránky 238-245.

Lucas, A.M. 1983. Scientific Literacy and Informal Learning. *Studies in Science Education*. 1983, Sv. 10, stránky 1-36.

MacDonald, S. 1998. *The Politics of Display: Museums, Science, Culture*. New York : Routledge, 1998.

Macenauerová, J. 2006. *Chemické pokusy - hravě i doma*. Brno : Masarykova univerzita, 2006.

Malčík, M. and Mechlová, E. 2014. Metodika pro využití měřících systémů OBECNÁ ČÁST + soubor pracovních listů. *Databáze výstupů projektů*. [Online] 2014. [Cited: 12 5 2021.] <https://databaze.op-vk.cz/Product/Detail/40018>.

McLean, K. 1993. *Planning for people in museums exhibitions*. Washington : Association of Science-Technology Centres, 1993.

Meidenbauer, J. 2009. *Historie lidského poznání*. Praha : Rebo Productions CZ spol. s r. o., 2009. ISBN 978-80-255-0206-8.

Mezníková, M. 2018. *Pokusy z analytické chemie pro výuku na střední a základní škole*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2018.

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. 2013. Neformální vzdělávání. *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy*. [Online] 2013. [Citace: 3. 12 2020.] <https://www.msmt.cz/mladez/neformalni-vzdelavani-1>.

MŠMT. 2020. Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+. *msmt.cz*. [Online] 20. 10 2020. [Citace: 13. 5 2021.] <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/strategie-2030>.

Müller M. 2003. *Trainingsprogramm Schlüsselqualifikationen 1.* Frankfurt/Main : Eichborn Verlag, 2003. str. 216. ISBN 3-8218-3827-2.

Národní ústav pro vzdělávání. 2013. Standardy pro ostatní vzdělávací obory. *Národní ústav pro vzdělávání.* [Online] 1. 9 2013. [Citace: 13. 5 2021.] <https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=67498&view=9832>.

Niculae M., Niculae C. M., Barna E. 2011. Non-formal science education promoting learning through experiment. *Romanian reports in Physics.* 2011, Sv. 63, 3, stránky 890-897.

Oppenheimer, Frank. 1968. The Role of Science Museums. [autor knihy] E. Larrabee. *Museums and Education.* Washington : Smithsonian Institution Press, 1968, stránky 167 - 178.

Osborne, J., Simons, S. and Collins, S. 2003. Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education.* 2003, Vol. 25, 9, pp. 1049-1079.

Palečková , J., Tomášek, V. a Basl, J. 2010. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2009 Umíme ještě číst?* Praha : Ústav pro informace ve vzdělávání, 2010. ISBN 978-80-211-0608-6.

Paroulková, H. 2016. zskninice.cz - Zápisy. *zskninice.cz.* [Online] 2016. [Citace: 20. 4 2021.] <https://www.zskninice.cz/zapisych9>.

Pávková, J., et al. 2002. *Pedagogika volného času.* Praha : Portál, 2002. ISBN 80-7178-711-6.

Pedretti, E. 2002. T. Kuhn meets T. Rex: Critical Conversations and new Directions in Science Centers and Science Museums. *Studies in Science Education.* 2002, Sv. 37, 1, stránky 1-41.

Perry, D.L. 1989. The Creation and Verification of a Development Model for the Design of a Museum Exhibit. *Dissertations Abstracts International.* 1989, Sv. 50, 12.

Plucková, I., Šibor, J. a Mach, J. 2019. *Chemie pro 8. ročník - Úvod do obecné a organické chemie.* Brno : Nová škola Brno, 2019. ISBN 978-80-7289-922-7.

—, 2019. *Chemie pro 9. ročník - Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů.* Brno : Nová škola Brno, 2019. ISBN: 978-80-7289-940-1.

Průcha, J. 2009. *Přehled pedagogiky.* Praha : Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-567-7.

Reif, F. and Larkin, J. H. 1991. Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching.* 1991, Vol. 28, 9, pp. 733-760.

RVP G. 2007. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy.* [Online] MŠMT, 2007. [Citace: 3. 12 2020.] <http://www.nuv.cz/file/159>.

RVP ZV. 2017. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy*. [Online] MŠMT, 2017. [Citace: 2020. 12 3.] <https://www.msmt.cz/file/43792/>.

Semper, R. J. 1990. Science Museums as Enviroments for Learning. *Physics Today*. 1990, Sv. 11, 43, stránky 2-8.

Siegrist, Marco and Belz, Horst. 2001. *Klíčové kompetence a jejich rozvíjení*. Praha : Portál, 2001. 80-71784-79-6, 978-80-7367-930-9.

Sociologie vzdělání a chemické zájmové experimentování. Šafránková, R. 2013. [editor] prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc., doc. RNDr. Marta Klečková, CSc. Mgr. Jana Prášilová. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. Aktuální problémy disertačních prací oboru didaktika chemie. stránky 98-103. ISBN 978-80-244-3776-7.

Stejskalová, K. 2020. Věda na doma - pokusy. *Akademie Věd České republiky*. [Online] 20. 5 2020. [Citace: 16. 3 2021.] <https://www.avcr.cz/cs/pro-verejnost/veda-na-doma/pokusy/>.

Strategie celoživotního učení ČR. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. 2008. Praha : MŠMT, 2008. ISBN 978-80-254-2218-2.

Stuckey, M., et al. 2013. Them meaning of "relevance" in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*. 2013, Vol. 49, 1, pp. 1-34.

Škoda, J. a Doulík, P. 2006. *Chemie 8 pro základní školy a víceletá gymnázia - učebnice*. Praha : Fraus, 2006. ISBN: 80-7238-442-2.

Vacík, J. 1999. *Přehled středoškolské chemie*. Praha : SPN, 1999. ISBN 978-80-7235-108-4.

Veteška, J. 2010. *Kompetence ve vzdělávání dospělých*. Praha : Univerzita Jana Ámose Komenského Praha, 2010. ISBN 978-80-86723-98-3.

Vicenová, H. and Ganajová, M. 2017. *CHÉMIA pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA s. r. o., 2017. ISBN 978-890-8091-427-1.

Vicenová, H. 2018. *CHÉMIA Učebnica pre 8. ročník základnej školy a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA s. r. o., 2018. ISBN 978-80-8091-489-9.

Výuka obecné a anorganické chemie s využitím badatelsky orientované metody. Zámečnicková, V. a Čtrnáctová , H. 2013. [editor] prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc., doc. RNDr. Marta Klečková, CSc. Mgr. Jana Prášilová. Olomouc : Univerzita Palackého v

Olomouci, 2013. Aktuální problémy disertačních prací oboru didaktika chemie. stránky 87-91.
ISBN 978-80-244-3776-7.

Wellington, J. J. 1998. *Interactive Science Centers and Science Education*. Surrey : Croner Publications Ltd., 1998.

White, R. T. 1996. The link between the laboratory and learning. *International journal of science education*. 1996, Sv. 18, 7, stránky 761-774.

SEZNAM ROVNIC

chemická rovnice č.1: zápis reakce kyseliny octové s uhličitanem sodným	45
chemická rovnice č.2: zápis reakce kyseliny octové s hydrogenuhličitanem sodným	45
chemická rovnice č.3: reakce kyseliny octové s uhličitanem vápenatým	45
chemická rovnice č.4: zápis reakce kyseliny octové s hydrogenuhličitanem sodným	48
chemická rovnice č.5: zápis reakce železa s hydroxidovými anionty	51
chemická rovnice č.6: zápis reakce hydroxidu železnatého s kyslíkem a vodou	51
chemická rovnice č.7: zápis oxidace železa	51
chemická rovnice č.8: zápis koroze mědi - vznik měděnky r.....	51
chemická rovnice č.9: zápis reakce kyseliny chlorovodíkové se zinkem.....	59
chemická rovnice č.10: Ohmův zákon	59
chemická rovnice č.11: zápis disociace NaCl	62
chemická rovnice č.12: zápis disociace vody	62
chemická rovnice č.13: zápis reakce elektrolýzy vodného roztoku NaCl.....	62
chemická rovnice č.14: zápis redukce H^+ na katodě	62
chemická rovnice č.15: zápis oxidace Cl^- na anodě	62
chemická rovnice č.16: zápis slučování Na^+ a OH^- za vzniku NaOH r.....	63
chemická rovnice č.17: zápis disociace $CuSO_4$	64
chemická rovnice č.18: zápis oxidace Cu^0 na anodě	64
chemická rovnice č.19: zápis redukce Cu^{II} na katodě	64

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Schéma domácího připravené aparatury pro vývoj CO ₂ (Macenauerová, 2006)	44
Obr. č. 2: Schéma postavení kovového plíšku na dřevěných hranolech. (obrázek byl připraven v programu Malování).....	49
Obr. č. 3: Schéma rozložení papírů pro chromatografii na papíře (Macenauerová, 2006)	55
Obr. č. 4: připojení elektrických vodičů k citrónu a multimetru (obrázek byl připraven v programu Malování).....	58
Obr. č. 5: Neúplná řada napětí kovů dle Becketova. Převzato z učebnice pro ZŠ (Paroulková, 2016).....	60
Obr. č. 6: Schéma zapojení baterií k elektrodám (obrázek byl připraven v programu Malování).	61
Obr. č. 7: Schéma zapojení baterií k měděnému drátku a lžičce (obrázek byl připraven v programu Malování).....	64

Seznam příloh

Příloha I: obrázek výsledného zbarvení roztoku s výluhem z červeného zelí (zleva: vodné roztoky octa, kys. citrónové, voda, kypřicího prášku, prášku na praní, hydroxidu sodného).....	I
Příloha II: obrázek důkazu závislosti tvrdosti vody na rozpouštění mýdla (zleva: minerální voda, kojenecká voda, pitná voda, dešťová voda)	I
Příloha III: obrázek reakce octa s vaječnou skořápkou.....	II
Příloha IV: obrázek aparatury pro přípravu CO ₂ a reakce octa s jedlou sodou.....	II
Příloha V: obrázek kovových plíšků v roztoku chlornanu sodného na začátku reakce	III
Příloha VI: obrázek kovového plíšku v roztoku chlornanu sodného po skončení reakce.....	III
Příloha VII: obrázek kovového plíšku s měděným drátem v roztoku chlornanu sodného po skončení reakce	III
Příloha VIII: obrázek hořících svíček těsně po překrytí skleněnou nádobou	IV
Příloha IX: obrázek hořící nízké svíčky a uhaslé vysoké svíčky po překrytí skleněnou nádobou	IV
Příloha X: obrázek aparatury pro galvanizaci	IV
Příloha XI: obrázek lžičky potáhnuté mědí po galvanizaci.....	V
Příloha XII: obrázek aparatury pro elektrolýzu.....	V
Příloha XIII: obrázek probíhajících reakcí na elektrodách (vlevo anoda, vpravo katoda).....	VI

Přílohy



Příloha I: obrázek výsledného zbarvení roztoku s výluhem z červeného zelí (zleva: vodné roztoky octa, kys. citrónové, voda, kypřicího prášku, prášku na praní, hydroxidu sodného)



Příloha II: obrázek důkazu závislosti tvrdosti vody na rozpouštění mýdla (zleva: minerální voda, kojenecká voda, pitná voda, dešťová voda)



Příloha III: obrázek reakce octa s vaječnou skořápkou



Příloha IV: obrázek aparatury pro přípravu CO₂ a reakce octa s jedlou sodou



Příloha V: obrázek kovových plíšků v roztoku chlornanu sodného na začátku reakce



Příloha VI: obrázek kovového plíšku v roztoku chlornanu sodného po skončení reakce



Příloha VII: obrázek kovového plíšku s měděným drátem v roztoku chlornanu sodného po skončení reakce



Příloha VIII: obrázek hořících svíček těsně po překrytí skleněnou nádobou



Příloha IX: obrázek hořící nízké svíčky a uhaslé vysoké svíčky po překrytí skleněnou nádobou



Příloha X: obrázek aparatury pro galvanizaci



Příloha XI: obrázek lžičky potáhnuté mědí po galvanizaci



Příloha XII: obrázek aparatury pro elektrolýzu



Příloha XIII: obrázek probíhajících reakcí na elektrodách (vlevo anoda, vpravo katoda)