

Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I

Jiří Rychtera, Martin Bílek a kol.



**FAKULTA PEDAGOGICKÁ
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI**

Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I

Jiří Rychtera, Martin Bílek a kol.

Vydání publikace bylo schváleno Vědeckou redakcí Západočeské univerzity v Plzni.

Autorský kolektiv:

Jiří Rychtera, Martin Bílek, Iveta Bártová, Kateřina Chroustová, Karel Kolář, Veronika Machková, Radovan Sloup, Milan Šmídl, Jitka Štrofová, Šárka Votrubcová, Radka Wolfová

Recenzenti:

Doc. Dr. hab. Malgorzata Nodzyńska

Prof. RNDr. Pavel Beneš, CSc.

Grafické zpracování obálky:

MgA. Mgr. Stanislav Poláček

Typografická úprava:

Jakub Pokorný

Vydala:

Západočeská univerzita v Plzni

Univerzitní 8, 301 00 Plzeň

Vytiskl:

XXX

adresa XXX

První vydání, 158 stran

Pořadové číslo: 2325, ediční číslo: 55-017-19

Plzeň 2020

ISBN 978-80-261-0925-9

© Autoři, Západočeská univerzita v Plzni

Poděkování

Autoři děkují všem učitelům chemie, kteří se zapojili do řešení projektu a výrazně tak pomohli k získaným výsledkům, publikovaným souhrnně v této monografii.

Obsah

| | |
|---|-----|
| 1. Úvod | 1 |
| 2. Specifika počáteční výuky chemie a její efektivita | 3 |
| 3. Metodika výzkumu učitelova pojetí kritických, klíčových a dynamických míst počátečního kurikula chemie | 9 |
| 4. Výsledky rozhovorů s učiteli o počáteční výuce chemie a jejích kritických a klíčových místech | 16 |
| 5. Tvorba modulů pro eliminaci kritických míst počáteční výuky chemie a ověřování jejich efektivit v reálném vyučovacím procesu | 25 |
| 5.1 Modul Výpočty složení roztoků | 27 |
| 5.2 Modul Chemické reakce | 35 |
| 5.3 Modul Chemické rovnice a jejich vyčíslování | 43 |
| 5.4 Modul Výpočty z chemických rovnic | 47 |
| 5.5 Modul Stavba atomu | 52 |
| 5.6 Modul Oxidační číslo | 57 |
| 5.7 Modul Názvosloví kyselin | 62 |
| 5.8 Modul Názvosloví solí | 67 |
| 6. Přínos Science center k počáteční výuce kritických a dynamických míst kurikula chemie ... | 74 |
| 7. Závěry a perspektivy | 88 |
| Literatura | 92 |
| Rejstřík | 97 |
| Abstract | 102 |
| Přílohy | 103 |

1. Úvod

V době probíhající kurikulární reformy v České republice vzniká nová šance pokusit se zvýšit zájem žáků o přírodovědnou výuku, o výběr dalšího studia a povolání v oblasti přírodních věd a technologie. I když je možné prozatím vyzorovat stále klesající tendenci oblíbenosti výuky fyziky, chemie ale i přírodních věd jako celku, hledání příčin tohoto nezájmu je velmi náročné. Důvodů je možné nalézt celou řadu, což ztěžuje jejich jednoznačný popis. Nás však zajímají především ty příčiny, které vykazují hlavní souvislosti se školním prostředím. Tam je možné hledat prvopočátky nezájmu o disciplíny s přírodovědnou orientací. Sám charakter těchto předmětů, orientace učiva na zvýšenou míru abstrakce, vyžadující dovednost zobecňovat, podporovanou aplikací matematických zákonitostí, činí potíže žákům především základních škol. To je kategorie žáků, jejímiž problémy se chceme v následujících kapitolách zabývat. Na obranu samotných přírodních věd je nezbytné dodat, že inkorporace a aplikace matematických zákonitostí do popisu přírodních procesů byla jednou z hybných sil tzv. skepticizmu, tj. období revolučního rozvoje přírodovědného poznávání. Toto zlomové období, charakterizované jmény Newton, Galileo, Boyle a další, je typické právě zaváděním matematického vyjadřování průběhu popisovaných jevů a činí tak z matematiky společný jazyk přírodních věd. Tato skutečnost způsobila, že je nutné matematiku považovat za nezbytnou součást přírodovědného poznávání, a to je třeba dát na vědomí i žákům. Ale cesta tohoto vyjadřování přírodovědných zákonitostí a jejich souvislostí by měla být úměrná poznáním vývojovým zvláštnostem poznávajících subjektů.

Obsahovým zaměřením našich výzkumných šetření a tvůrčí kurikulární činnosti je výuka chemie, vyučovacího předmětu, který se dosud nezbavil svých „specifik“. Je totiž jediným, řekněme tradičním, předmětem, který téměř ve všech případech nepokrývá celý druhý stupeň základní školy. Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda je mu tradičně věnován na rozdíl od fyziky, biologie a geografie nejmenší prostor. V nedávné historii můžeme zaznamenat

i paradoxní přístupy, např. mechanické posouvání výuky chemie do posledních dvou ročníků základní školy, když šlo o změny devítileté základní školy na osmiletou a naopak. Jiným příkladem může být i paradoxní doporučení v relativně inovátorském vzdělávacím programu Národní škola, kde bylo umožňováno zařazení integrovaného předmětu Poznávání přírody, ale v šestém a sedmém ročníku základní školy šlo o integraci fyziky a přírodopisu, a až v devátém ročníku byla uvažována k integraci s fyzikou a přírodopisem i chemie (NÚV, 2013).

Z pohledu na inovaci kurikulárních dokumentů je ale možné detekovat několik linií pro úpravy přírodovědné výuky. Jde např o:

- zájem žáků o přírodní vědy a jejich výuku (O co se zajímám?; Co se chci učit?; Co budu potřebovat?) – některé odpovědi na tyto otázky lze nalézt např. v analýze výsledků mezinárodní srovnávací studie ROSE (Relevance of Science Education; např. Bílek, 2005),
- kontext výuky (ideál – „školní věda“, aplikační kontext, společenský kontext, osobnostní kontext) – tímto směrem se orientuje řada národních i mezinárodních projektů (např. MaSciL, 2015 nebo CIVIS, 2019),
- obsah výuky (standardy; rámcové a školní vzdělávací programy; tradice; nová témata, nová pojetí ve smyslu navyšování motivace a atraktivity) – snahy o inovace Rámcových vzdělávacích programů v současné době (např. NÚV, 2019),
- kompetence (klíčové kompetence; „scientific literacy“; přírodovědné činnosti) – orientace na procesy, a nejen na obsah přírodovědného vzdělávání (např. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2019).

Současný, stále spíše instruktivistický, přístup k výuce chemie ve školách je charakterizován dominantním postavením učitele a receptivní pasivitou žáků. Vědecké poznatky jsou často předávány ve formě, která téměř vylučuje

jejich pozdější aplikaci a využití. Žáci neumějí své znalosti použít v konkrétních situacích, protože nedovedou rozpoznat jejich vztah ke skutečnosti. Nedokáží své abstraktní poznatky přenést do reálné situace (Rychtera et al., 2018).

Cílem učitele tak musí být vytváření obsahově bohatého, komunikativního, prostředí, které osloví subjektivní oblast zkušeností a současně obsahuje nové hádanky, které zvou ke kreativní samoorientaci. Umění učitele spočívá v tom, že předvádí řetězec návazností mezi původní konstrukcí skutečnosti u žáka a vědeckými poznatky, které žák pojímá jako stav očekávaného rozporu a řeší a překonává cestou pokusů a omylů. Středem zájmu je tedy individuuum se subjektivním rozsahem znalostí a zkušeností (Bílek & Klečková, 2006). Uváděné principy vykazují znaky konstruktivistického pojetí učení, kde získávané znalosti nejsou poskytovány učitelem v hotové podobě, ale jsou vytvářeny žákem. „Ačkoliv konstruktivismus celkově vychází z přesvědčení, že studenti mohou konstruovat významné osobní myšlenkové reprezentace, aniž by vytvářeli vnější „hmotné“ produkty, konstruktivistické postupy jsou více zřetelné, když studenti spolupracují na jejich tvorbě a sdílejí názory i celkové porozumění daným jevům a dějům.“ (Mašek, Michalík & Vrbík, 2004). Typickým znakem konstruktivistického pojetí výuky je konstruktivistické učební prostředí, které se kromě již vzpomínané konstrukce znalostí, konverzační povahy výuky a spolupráce studentů vyznačuje aktivizující povahou výuky a významnou stimulací aktivity žáka samotného. Této stimulace dosahujeme uplatňováním různých postupů a metod ve výuce, z nichž k nejjednodušším řadíme tzv. heuristický rozhovor, skupinovou a kooperativní výuku, problémové a projektové vyučování případně vyučování s uplatňováním zásad badatelských metod. Podpora konstruktivistického pojetí výuky spočívá mj. také ve vhodné úpravě obsahu prezentovaného učiva takovým způsobem, aby míra obtížnosti byla úměrná schopnostem a vývojové úrovni žáka. Tento úkol bývá pro učitele jedním z nejobtížnějších, protože spektrum žáků ve třídě je sice jednotné po stránce věkové, ale v ostatních parametrech výrazně

odlišné. Problémem ve školních podmínkách zůstává stále uspořádání a organizace vlastního vzdělávacího procesu. Tradiční dělení do vyučovacích hodin zpravidla nevyhovuje podmínkám některých aktuálních organizačních forem, a z tohoto faktu je následně nutné vycházet při volbě odpovídajícího postupu. Z tohoto důvodu hraje stále rozhodující úlohu učitel a jeho aktivní poradenská činnost. K této náročné činnosti učitele se vyjadřuje řada autorů, např. Mašek, Michalík a Vrbík (2004) popisuje roli učitele následovně: „*Role učitele je komplexní a nelze ji úplně přesně vymezit. Spočívá v analýze žákova výkonu, poskytování zpětné vazby a rad jak vyhledat postup řešení. Velmi podstatné je podněcování žáka k aktivní reflexi výkonu a popisu toho, co se již naučil.*“ Poradenská činnost učitele je zde považována za tzv. „podpůrnou vyučovací aktivitu“ a spočívá především v „*přetvoření úkolu způsobem, který podporuje učení, tj. např. přizpůsobením stupně obtížnosti úkolu žákovi nebo koncipováním úkolu tak, že znalost předchází či navazující tematiky nebude nezbytná*“ (Mašek, Michalík & Vrbík, 2004).

Tyto myšlenky vycházející ze snah podpořit změny vedoucí k prosazování konstruktivistického pojetí výuky, spojené především s uplatňováním aktivizace žáků samotných, se staly předpokladem pro realizaci výzkumu, jehož jednotlivé fáze, týkající se výuky chemie, popisujeme v této monografii. Vše se uskutečnilo na platformě projektu z Operačního programu Věda, výzkum, vzdělávání (OP VVV) s názvem „Didaktika: Člověk a příroda A“, který se ve spolupráci didaktiků přírodních věd a pedagogů ze čtyř akademických pracovišť – Pedagogické fakulty Západočeské univerzity v Plzni, Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové, Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a Přírodovědecké fakulty Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a učitelů z praxe zaměřil na identifikaci klíčových, kritických a dynamických míst přírodovědného kurikula na druhém stupni základní školy. Vzniklo tak tzv. společenství praxe s cílem řešit výše popsanou situaci také v počátečním chemickém vzdělávání.

2. Specifika počáteční výuky chemie a její efektivita

Chemie, stejně jako ostatní přírodovědné a technické předměty na základní škole, nepatří mezi nejoblíbenější již poměrně delší dobu (Osborne & Wittrock, 1983, Škoda, 2003, Dopita, Grecmanová & Chráska, 2008, Švandová & Kubiátko 2012, Rusek, 2013). Tento trend se projevuje na mnoha úrovních, zejména pak na volbě dalšího studia nebo povolání žáků – viz např. zprávy, které prezentuje decizní sféra (MŠMT, 2017a). To sebou přináší ekonomická a společenská rizika nejen na české, ale i na celoevropské úrovni, a to hlavně v podobě nedostatku kvalifikovaných pracovníků. Příčin tohoto stavu může být v našem školském systému několik, nicméně hlavní je zcela jistě stále chybějící, současné době odpovídající, paradigma přírodovědného vzdělávání v České republice (Janoušková, Žák & Rusek, 2018). Na mnoha školách se tak stále vyučuje podle pojetí scientistického paradigmatu, které podle výzkumů vede nejen ke zvýšení neúspěšnosti žáků, ale také nezájmu o tyto předměty (např. Čížková & Čtrnáctová, 2007, Fialho & Matos, 2010). Jednou z klíčových otázek, kterou si (nejen) dnešní didaktici přírodovědných předmětů pokládají, je, co by se vlastně na daném stupni vzdělávání mělo vyučovat, a žáci by měli zvládnout, aby došlo k naplnění společenských požadavků často zmiňovaných v plánované revizi Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání, jak už jsme uvedli výše (Faltýn, Němčíková & Zelendová, 2010, Janoušková, et al., 2014). Velkou otázkou je také vyváženost poměru získaných kompetencí a znalostí.

Počáteční výuka chemie, které se v následujících kapitolách budeme věnovat, má určitá úskalí, jejichž výzkumům je ve světě věnována v odborných publikacích na rozdíl od našeho edukačního výzkumu poměrně velká pozornost (přehledně např. Sirhan, 2007, de Quadros et al., 2011). Z uvedených výzkumů lze také vyvozovat, že identifikované trendy v obtížnosti vybraných témat i nízká motivace žáků k učení jsou společné pro výuku chemie na celém světě. Náš výzkum byl zaměřen na nalezení klíčových, kritických a dynamických

míst (témat) kurikula chemie v počátcích jeho výuky jako výuky chemie, tedy tam, kde se žáci s vyučovacím předmětem Chemie poprvé setkávají. Problémem nemusí být vždy pouze genetické dispozice žáků (paměť, úroveň pozornosti, schopnost abstrakce) či samotné téma a pojetí jeho výuky, ale také další související podmínky – například jazykové schopnosti, aplikace pojmového aparátu nebo nedostatečná schopnost žáků číst a rozumět psanému textu (Wellington & Osborne, 2001, Sjøberg, 2015). Velká část těchto schopností (včetně nedostatku motivace pro studium) sice vyžaduje určitou míru vývoje a používání abstraktního myšlení a je tedy silně vázána na věkovou úroveň žáků, ale neměla by znamenat rezignaci na výuku chemie jako integrovanou část přírodovědného poznávání již v počátcích druhého stupně základní školy. Výuka chemie v nižších ročnících sekundárního vzdělávání (u nás by to tedy mohly být 6. a 7. ročníky základní školy) by však vyžadovala její zásadně jiné pojetí, než je bazírování na abstrakci, na složité terminologii a na výpočtovém aparátu. To podporují již analýzy ve starších publikacích (Elkind 1962, Dale, 1970, Towler & Wheatley, 1971, Herron, 1975, Lourenço, 2016), popisující vývoj abstraktního myšlení, které může nastoupit mnohem později, než mnoho učitelů podle tradičních teorií očekává. Avšak volit řešení kritických témat jen odsunem do pozdějších fází studia, nepřispívá vyšší efektivitě výuky chemie jako jednoho z přírodovědných předmětů, a dokonce může způsobovat apriorní obavy a odmítání chemického učiva jako příliš obtížného nebo nezvládnutelného v pozdějších letech. Vhodnějším řešením by mělo být spíše lépe a šířeji využívat elementarizaci či didaktickou redukci učiva chemie tak, aby byla zařaditelná na „stejnou startovní čáru“ s fyzikou, přírodopisem a zeměpisem přímo navazujících na elementární přírodovědu. Nutné je však připravit příklady takového pojetí výuky chemie, tedy pojetí založeného na přírodovědné metodologii a jevové stránce probíhajících dějů – pozorovat, měřit, experimentovat, porovnávat, třídit, modelovat atd.

Jak jsme již uvedli v úvodu naší monografie, má počáteční výuka chemie svá specifika nejen svým obsahem, ale i organizačními souvislostmi. Proto bylo naším cílem provést aktuální analýzu podmínek, kde tradičně výuka chemie, jako samostatného vyučovacího předmětu začíná, a s jakými úskalími a výzvami se potýká. Jedním z východisek pro nastavení designu našich výzkumných šetření byla analýza srovnání výsledků českých žáků v mezinárodním výzkumu TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), který proběhl v roce 2007. Z hlediska výuky přírodovědných předmětů ukázalo toto šetření řadu zajímavých výsledků. U žáků čtvrtých i osmých ročníků nedošlo oproti předchozímu testování ke zlepšení výsledků, lepší byli pouze žáci progresivních asijských zemí (Singapur, Tchaj-wan, Japonsko, Korejská republika). Výsledky rovněž ukázaly, že v testovaných předmětech (biologie, vědy o Zemi, chemie a fyzika) se žáci příliš neliší a nelze tedy považovat jeden z předmětů za výrazně obtížnější. Čeští žáci dosáhli průměrné úspěšnosti 49,9 %, což je výsledek významně vyšší než průměrná úspěšnost ostatních zemí. Jako problematické se ale ukázaly úlohy, které vyžadují u žáků samostatnou tvorbu odpovědí. Žáci byli naopak úspěšnější v úlohách umožňujících výběr odpovědi. Ačkoliv byli čeští žáci ve srovnání s mezinárodním průměrem téměř ve všech operacích výrazně lepší, je nutné se dále více zaměřovat na formování kompetence formulovat závěry a stanoviska. Pro to je však nezbytná vyšší úroveň osvojených poznatků a nutnost formulovat srozumitelně své myšlenky s použitím příslušné odborné terminologie. Podle náročnosti operací tak žáci vykazovali v chemii na rozdíl od fyziky nižší úspěšnost při řešení úloh vyžadujících uvažování a nejhorší výsledky při řešení úloh vyžadujících aplikaci poznatků. Jako vysvětlení se nabízí fakt, že pro uvažování je nezbytné osvojení vědomostí na úrovni analýzy a syntézy a tzv. nespécifický transfer, který u žáků osmých ročníků nemusí být ještě dostatečně rozvinutý (Tomášek a kol., 2009).

V České republice se do výzkumu TIMSS v roce 2007 zapojili žáci 8. ročníků základních škol a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií, celkem více než devět tisíc žáků z 291 škol. Ve výzkumu byly úlohy rozděleny do tří oblastí: prokazování znalostí, používání znalostí

(aplikace) a uvažování. První oblast přírodovědných znalostí zahrnuje znalost důležitých faktů, postupů a pojmů. Druhá oblast, používání znalostí, se soustředí na schopnost žáků aplikovat příslušné znalosti, zejména odborné pojmy při řešení úloh. Třetí oblast, uvažování, přesahuje řešení rutinních úloh a týká se neznámých situací, složitých souvislostí a úloh, jejichž řešení vyžaduje provedení několika kroků (Tomášek a kol., 2009). Jednotlivé úlohy byly děleny na úlohy s výběrem odpovědi a na úlohy s otevřenou odpovědí. Výsledky jednotlivých zemí jsou v oficiálních publikacích TIMSS prezentovány dvěma způsoby (Mandíková, Houfková a kol., 2011). Je zavedena prezentace pomocí skóre (počet bodů) na škále celkové a dílčí pro jednotlivé oblasti učiva a znalosti. Druhým způsobem prezentace výsledků žáků jsou čtyři vědomostní úrovně, každá je určena minimálním počtem bodů, které musí žák dané úrovně dosáhnout. Výsledky zemí jsou pak vyjádřeny jako procentuální zastoupení žáků jednotlivých zemí na jednotlivých vědomostních úrovních. Pro nalezení konkrétních příčin neúspěchu žáků může být vhodná analýza informací typu: procenta žáků, kteří jednotlivé úlohy zvládli, kteří některou otázku vůbec nezkusili řešit nebo kteří volili typickou špatnou odpověď. Zajímavé je zjištění, které otázky byly pro žáky problémovější než pro většinu jejich vrstevníků v zemích, které se výzkumu zúčastnily, což může naznačovat rozdíly v obsahu a pojetí jednotlivých školních předmětů (Mandíková, Houfková a kol., 2011).

Celkový výsledek českých žáků osmého ročníku byl tedy v mezinárodním srovnávání TIMSS v roce 2007 nadprůměrný. V České republice bylo v 8. ročníku na dvou nejvyšších vědomostních úrovních více než 40 % žáků, čímž byla ČR zařazena mezi neúspěšnější evropské země. V rámci výzkumu TIMSS byli čeští žáci 8. ročníků testováni v letech 1995, 1999 a 2007. V roce 1995 dosáhli čeští žáci v přírodních vědách výborného výsledku, lepší byli jen žáci Singapuru. Šetření TIMSS 1999 zachytilo zhoršení, které patřilo mezi druhé největší ze zemí zapojených do obou studií, nicméně nebylo statisticky významné. Zhoršení bylo připisováno změnám spojeným s rozložením učiva do delšího časového období a s přesunem některých tematických celků do vyšších ročníků, k němuž došlo v důsledku prodloužení základní školy

z osmi na devět let ve školním roce 1995/1996. Potěšitelné je, že od roku 1999 do roku 2007 již k dalšímu zhoršení českých žáků nedošlo. Navíc se výsledky českých žáků v jednotlivých předmětech, jak už bylo výše uvedeno, výrazně nelišily. Významně se oproti letům 1995 a 1999 ale zhoršil vztah žáků 8. ročníků k fyzice. Pro naši chemii je potěšitelné, že i když celkově poklesla obliba přírodovědných předmětů jako celku, chemie se to netýkalo. Ve školním roce 2007/2008 začala realizace kurikulární reformy ve všech základních školách. Výzkum TIMSS 2007 tak postihuje nejen další změny ve vědomostech a dovednostech žáků od roku 1999, ale též zachycuje výchozí stav v době zahájení reformy (Tomášek & Mandíková 2010).

Chemie je pro žáky 8. ročníku na většinu českých škol novým předmětem. Jak jsme uvedli již v úvodu, je to jediný vyučovací předmět, který přímo nenavazuje na první stupeň základní školy. Žáci učí se chemii sice navazují na předchozí znalosti získané z přírodovědy, fyziky a matematiky, ale časový odstup a řada nových poznatků často způsobují problémy. Osvojování učiva činí žákům potíže a chemie se obvykle spolu s fyzikou stává nejméně oblíbeným předmětem (viz např. Höffer & Svoboda, 2005).

Vraťme se ale zpět k posledním výše uvedeným výzkumům TIMSS. Čeští žáci 8. ročníku dosáhli v chemii průměrné úspěšnosti 49,9 %, což je výsledek srovnatelný s jejich výsledky i v dalších vyučovaných předmětech. Průměrná úspěšnost v ostatních zemích byla výrazně nižší, a to 36,6 %. Znatelně lepšího výsledku dosáhli jen žáci z Tchaj-wanu, Singapuru a Japonska. Srovnatelného výsledku pak žáci ze Slovinska, Maďarska, Jižní Koreje, Ruska a Anglie. V případě řešení úloh s tvorbou odpovědi ale dosahovali čeští žáci horších výsledků než v případě řešení úloh s výběrem odpovědi. Jako obtížné pro žáky se jeví formulace vlastní odpovědi, zejména pokud jde o vysvětlení pozorovaného jevu. Příčinou je potřeba osvojení vyšší úrovně poznatků u žáka, nutnost formulovat své myšlenky jasně a na potřebné úrovni své stanovisko obhájit. Celkem 13,7 % českých žáků se ani nepokoušelo řešit úlohy s tvorbou odpovědi, průměrné procento žáků v ostatních zemích, kteří neřešili úlohy s tvorbou odpovědi, je ale ještě

vyšší (pohybuje se mezi 18–19 %). Pokud jde o sledování intelektuálních dovedností, čeští žáci uspěli o něco lépe v úlohách vyžadujících prokazování znalostí, oproti úlohám zaměřenými na používání znalostí a uvažování. Žáci z České republiky, ale také z ostatních zemí, byli nejméně úspěšní v úlohách vyžadujících uvažování. Komplexnost myšlenkové operace uvažování, která vyžaduje osvojení vědomostí na úrovni analýzy a syntézy, může činit potíže žákům i proto, že jde o předmět, se kterým se setkávají nově až v 8. ročníku. Čeští chlapci byli úspěšnější v řešení úloh vyžadujících prokazování znalostí. Oproti tomu dívky v řešení úloh vyžadujících uvažování. Úspěšnost dívek roste také u ostatních zemí u úloh v závislosti na náročnosti myšlenkových operací. Tento fakt bude podmíněn rozvojem abstraktního myšlení, jelikož uvažování vyžaduje vyšší míru abstrakce, než prokazování znalostí.

Úlohy z chemie jsou v TIMSS vztaženy ke třem hlavním tematickým celkům: třídění a složení látek, vlastnosti látek a chemické reakce. Učivo prvních dvou tematických celků navazuje na učivo fyziky, učivo tematického celku chemické reakce je pro žáky nové, a vzhledem k požadavkům na vysoké abstraktní myšlení, také velice obtížné. Ale průměrná úspěšnost českých žáků v úlohách z jednotlivých tematických celků byla vyšší než průměrná úspěšnost žáků z ostatních zemí. Úloh s chemickým zaměřením bylo v testech TIMSS 2007 celkem 41 (Tomášek a kol., 2009). Pouze ve čtyřech z nich dosáhli žáci ČR horších průměrných výsledků, než byl průměr ostatních zemí (průměrný rozdíl pouze 3,5 %). Úspěšnost českých žáků při řešení zbývajících 37 úloh byla průměrně o 15,6 % vyšší než u ostatních zemí jako celku. Celkem 21 úloh ze 41 řešili čeští žáci s úspěšností větší než 50 % a pouze 5 úloh s úspěšností menší než 25 %. Pokud jde o úroveň myšlenkových operací – dvě z těchto úloh byly zaměřeny na aplikaci znalostí, dvě na uvažování a jedna na prokazování znalostí, vždy se jednalo o úlohy s tvorbou odpovědi. Podívejme se nyní na jednotlivé tematické celky z chemie podrobně, protože velmi dobře rámuji naše výzkumná šetření a jejich výsledky a důsledky.

Chemické reakce. Jde o tematický celek s nejnižší průměrnou úspěšností jak u českých, tak

zahraničních žáků. Chemickou symboliku vnímají žáci jako typický vědecký pojem, ale bez konkrétního podkladu. To často vede k mechanickému učení bez pochopení podstaty věci. Žáci preferují povrchný a utilitaristický styl učení před hloubkovým stylem učení (Honigsfeld & Dunn, 2003). Celek „Chemické reakce“ obsahoval 16 úloh, z nichž šest bylo uvolněno pro veřejnost. Nízkou úspěšnost (30,8 %) čeští žáci vykazali u úlohy, kde měli rozhodnout, která z uvedených možností není chemickou změnou (mezinárodní úspěšnost 40,5 %). Dokonce 48,7 % žáků nepokládá za chemický děj „tlení rostlin“, žáci si pod tímto označením pravděpodobně nedovedou představit komplex chemických reakcí, což jistě souvisí s tím, že se úloha týká učiva, které v doporučeném českém kurikulu spadá až do 9. ročníku. Druhá úloha se týkala problému, který plyn může způsobit vznik rzi na plechovce. Úlohu úspěšně řešilo 37,7 % českých žáků. Nejčastější chybnou odpovědí (40,4 %) byla volba vodíku. Jde o plyn, o kterém se v hodinách chemie často mluví, provádějí se s ním různé pokusy, včetně výbuchu zapálené směsi vodíku s kyslíkem v plechovce, a který tedy mají žáci silně v podvědomí. U ostatních čtyř uvolněných úloh byli čeští žáci výrazně úspěšnější, než žáci ze zahraničních škol (Mandíková, Houfková a kol. 2011).

Třídění a složení látek. Tematický celek obsahoval 22 úloh, z nichž sedm bylo uvolněno. Nejméně úspěšnou úlohou jako celek (ze všech 41 úloh) byla komplexní úloha zaměřená na zjištění hustoty obsahu plechovky Coca-Coly. Úloha je svým zadáním velmi složitá na pochopení, vychází z experimentu a vyžaduje formulace vlastních odpovědí. U ostatních úloh měli čeští žáci v porovnání se žáky ze zahraničí výrazně lepší úspěšnost (Mandíková, Houfková a kol., 2011).

Vlastnosti látek. Jde o tematický celek s nejvyšší průměrnou úspěšností řešení úloh v ČR i ostatních zemích. Tematický celek obsahoval sedm úloh, z nichž tři byly uvolněny. Čeští žáci úspěšně (46,1 %) řešili otázku, co se stane s molekulami cukru, když se cukr rozpustí ve vodě. Nicméně, nejčastěji volenou variantou (48,0 % žáků) byla varianta, že se molekuly cukru sloučí s vodou a vzniknou nové chemické prvky. Žáci tak zaměňují chemický děj za děj

fyzikální. Z hlediska mezinárodního průměru třetí nejobtížnější chemická úloha se týkala způsobu dělení látek ze směsi na základě jejich vlastností. Úspěšnost řešení u českých žáků dosahovala pouze 17,8 %. Této problematice je věnována při výuce chemie pozornost i v řadě procvičovacích úloh, nicméně zadání této úlohy bylo velmi obtížné, neboť vyžadovalo komplexní postup dělení více složek ze směsi. O náročnosti úlohy vypovídá také to, že 36,9 % českých žáků tuto úlohu ani neřešilo. Poslední uvolněná úloha, kterou čeští žáci řešili s úspěšností 84,1 % (mezinárodní průměr 61,2 %) se týkala výběru kyselého roztoku z uvedených možností (Mandíková, Houfková a kol., 2011).

V oblasti přírodních věd, která je obecně považována za silnou stránku českého vzdělávacího systému, však panují u žáků poměrně velké rozdíly mezi úrovní vědomostí a úrovní dovedností. Již ve výzkumu TIMSS 1995 patřily přírodovědné vědomosti českých žáků k nejlepším, ale jejich dovednost samostatně pracovat byla pouze průměrná. Česká republika byla přitom zemí s největším rozdílem v teoretické a experimentální části testu (Straková, 2008).

I když uvedené výsledky výzkumu TIMSS z roku 2007 hovořily vesměs pozitivně o úrovni znalostí českých žáků v přírodních vědách, a zejména v chemii, tematická zpráva České školní inspekce z ledna 2018 mapující rozvoj přírodovědné gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2016/17 (Pavlas *et al.*, 2018), není ve svých závěrech až tak optimistická. Šetření probíhalo u žáků 9. ročníků základních škol a odpovídajících víceletých gymnázií (celkem 197 škol) a u žáků 3. ročníků středních škol (celkem 231 škol). Testovalo se elektronicky v kombinaci s dotazníkem a přímou hospitační činností. Průměrná úspěšnost žáků 9. ročníků byla 62 %. Otázky byly stejně jako u výzkumu TIMSS zaměřeny spíše na úlohy sledující porozumění a aplikaci vědomostí. Výsledky testu jsou jednoznačně ovlivněny také organizačními formami a vyučovacími metodami, se kterými se žáci setkávají. Ve školách s nadprůměrnými výsledky byl zaznamenán vyšší výskyt samostatné práce žáků a individualizované výuky, problémové výuky, rozhovoru nebo práce s textem než ve školách s horšími výsledky. Rovněž výuka s častějším výskytem experimentů, analyzováním dat

a pozorováním přispívá k rozvoji přírodovědné gramotnosti a vede tak k vyšší průměrné úspěšnosti. Učitelé v souvisejícím dotazníkovém šetření uváděli jako nejproblematictější aspekty současné kurikulární reformy (RVP – ŠVP) neúměrnou předimenzovanost obsahu (15 %), malou srozumitelnost popisu některých výstupů (12 %), nerozčlenění témat a výstupů do jednotlivých ročníků (12 %) a nepřiměřenou náročnost některých výstupů pro žáky (11 %). Jako možnosti pro zlepšení navrhují učitelé potřebu změny přístupu žáků k předmětu, lepší materiální vybavení pro výuku a zvýšení hodinové dotace (Pavlas *et al.*, 2018).

I mezinárodní srovnávací výzkumy se nespojují jen s testováním znalostí, ale snaží se získat poznatky také o průběhu výuky. Důležité nálezy o výuce přírodovědných předmětů přinesly tzv. videostudie v rámci obou šetření TIMSS 1995 a 1999, Česká republika se zúčastnila druhé z nich (Potužníková, Lokajčková & Janík, 2014). Prostřednictvím dat z těchto mezinárodních výzkumů zjišťovala Straková (2010), jak čeští učitelé vyhovují některým z nároků, které jsou v mezinárodní komunitě považovány za důležité. Odlišnosti byly shledány zejména ve vymezování cílů vyučovacích hodin. Čeští učitelé definovali cíl hodiny nebo výuky v daném časovém úseku nejčastěji pomocí znalosti nějaké oblasti, kdežto zahraniční kolegové častěji sledovali porozumění. Českým žákům byl také poskytován relativně malý prostor k vlastní aktivitě, což vedlo k nízké individualizaci výuky, převažovala frontální výuka. Česká škola se vyznačovala relativně nízkou mírou spolupráce mezi učiteli. Výjimečně byly uskutečňovány vzájemné hospitace. A také bylo zjištěno, že se čeští učitelé vzdělávali méně často, než jejich zahraniční kolegové, a jejich vzdělávání se týkalo více méně jen oblastí, které bezprostředně souvisely s výukou jejich předmětů, chybělo další vzdělávání v obecných učitelských znalostech. Videostudií přírodovědných předmětů TIMSS 1999 se účastnilo pět zemí – Austrálie, Česká republika, Japonsko, Nizozemí a USA. Bylo pořízeno celkem 81–95 náhodně vybraných hodin v každé zemi ve výuce v osmých ročnících základní školy. Ve všech zúčastněných zemích se objevily podobnosti v organizaci výuky, organizaci obsahu a v aktivitách žáků. Zprostředkování nového učiva zabíralo v České

republiče s ostatními srovnatelných 67 % výukového času, ale ostatní země výrazně převyšovalo zastoupení fáze opakování učiva (19 %) a hodnocení žákova učení, tedy zkoušení (9 %). Dále byly shledány odlišnosti v tom, v jakých organizačních formách se výuka odehrává. V České republice výrazně dominovala práce s celou třídou (71 %) v lavicích a co je alarmující, tak nejméně byl zastoupen experiment (4 %). Alespoň jednu praktickou aktivitu obsahovalo pouze 23 % vyučovacích hodin přírodovědných předmětů. Pouze v 6 % vyučovacích hodin měli žáci za úkol něco objevovat, jinak plnili pouze postup nebo potvrzovali určitý poznatek. Žáci pracovali samostatně ve třídě celkem 81 % výukového času, skupinová práce byla velmi neobvyklá (6 %). České vyučovací hodiny se vyznačovaly i tím, že se žáci málo ptali. Těžiště práce s využitím metod přírodních věd spočívalo v tom, že učitelé žákům umožňovali interpretovat a zaznamenávat data (v ČR však obojí nejméně často). Jednotlivé země se odlišovaly i v množství motivačních aktivit zařazených do výuky (hry, dramatické demonstrace, soutěže atp.). Motivační aktivity byly do české výuky zařazovány velmi překvapivě pouze ve 3 % výukového času. V závěru výzkumu autoři charakterizovali vzorce přírodovědné výuky typické pro každou ze zúčastněných zemí. V České republice převažovala interakce s celou třídou s důrazem na obsahovou správnost. Velká pozornost byla věnována opakování, hodnocení a zprostředkování kánonu přírodovědných znalostí. Učivo bylo náročné, hutné, teoretické, spíše organizované kolem faktů a definic. Na druhou stranu se v českých hodinách přírodovědných předmětů často objevovala sumarizace učiva, která přispívá k jeho vyšší soudružnosti.

Úroveň výsledků z chemie i z celého bloku přírodovědných předmětů u českých žáků koresponduje v mezinárodních výzkumech s mírou zastoupení jejich oblastí v kurikulu české základní školy. Rozsáhlé přírodovědné znalosti českých žáků lze ovšem vysvětlit nejen relativně velkým zastoupením přírodovědných předmětů v kurikulu, ale také vysokou pojmovou náročností a velkou „poznatkovou hustotou“ přírodovědného učiva, kterou naznačila analýza kurikulárních dokumentů v rámci výzkumu TIMSS 1995 a potvrdily i videostudie TIMSS 1999 (Straková 2008, 2009). Příčinu tohoto

stavu pojmenovávají Škoda a Doulík (2009) jako dědictví jednotné socialistické školy, kdy v zemích sovětského bloku se zhruba od počátku 70. let 20. století začalo prosazovat tzv. scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání, které přineslo do škol vysokou míru obtížnosti přírodovědných předmětů, jejichž výuka byla značně teoretická a abstraktní. Tento přístup na jednu stranu umožňoval zvládnutí velkého množství přírodovědných předmětů rychlým tempem, na druhou stranu však vedl často k mechanickému učení faktů bez pochopení souvislostí, k odtržení přírodovědných předmětů od praktického života a k jejich nízké oblibě mezi žáky.

Kurikulární změny po přechodu naší společnosti do demokratického prostředí v devadesátých letech minulého století sice vykazovaly jistou dávku úsilí o úpravy obsahu vzdělávání i v přírodovědných předmětech včetně chemie, ale její postavení se v učebních plánech základních škol příliš neměnilo. K vzdělávacímu programu Základní škola přibyly postupně alternativní vzdělávací programy Obecná a občanská škola a Národní škola, kde se ale postavení vyučovacího předmětu Chemie stále drželo

tradičního nastavení. Velkou šancí k úpravám doznala kurikulární reforma v počátku nového tisíciletí se svým dvojúrovňovým systémem Rámcových a Školních vzdělávacích předmětů (RVP a ŠVP). Vzdělávací oblast Člověk a příroda nabízela organizační „zrovnoprávnění“ chemie s ostatními přírodovědnými předměty, a i doporučený obsah vzdělávacího oboru sliboval pozitivní změny. Realita je však nepřinesla, „železná košile“ tradičního přístupu k zařazení chemie do učebních plánů základních škol, podporovaná i dalšími kurikulárními dokumenty včetně učebnic, zakonzervovala stav i nadále. Ovšem i to byly důvody, které nás vedly k našim výzkumným šetřením a další tvůrčí činnosti k tvorbě modulů, které by mohly přispět na jedné straně k odstraňování tzv. kritických míst a posilování klíčových míst počátečního chemického kurikula. Navíc ve spolupráci se zapojenými science centry jsme se dotkli i tzv. dynamických míst počátečního chemického kurikula, které by výuku chemie a potažmo celého bloku přírodovědných předmětů měly aktualizovat a zvyšovat motivaci žáků ke studiu i navazujícím aktivitám každodenního života na bázi principů kritického myšlení a udržitelného rozvoje.

3. Metodika výzkumu učitelova pojetí kritických, klíčových a dynamických míst počátečního kurikula chemie

K analýze a doporučením pro inovaci počáteční výuky chemie bylo připraveno kvalitativně orientované výzkumné šetření s cílem identifikovat klíčová (pro danou úroveň podstatná), kritická (z hlediska schopností a výsledků žáků problematická) a dynamická (aktuální z hlediska rozvoje vědy a technologií) místa počáteční výuky chemie, tedy výuky chemie v osmém ročníku základní školy prostřednictvím budování společenství praxe tvořeného učiteli a vzdělavateli učitelů. V rámci realizovaného šetření byli tedy učitelé a oboroví didaktici chemie zapojeni do následujících aktivit:

- identifikování opěrných bodů počátečního chemického kurikula a provedení jejich klasifikace z hlediska významu v paradigmatu oboru (klíčová místa kurikula a vazba na klíčové koncepty), z hlediska jejich náročnosti pro žáky (kritická místa kurikula) a z hlediska aktuálního rozvoje oboru (dynamická místa kurikula),
- vymezení metodických postupů a strategií (až na úroveň učebních úloh) pro výuku vybraných problémových (kritických) míst kurikula,
- optimalizování a ověřování navržených postupů prostřednictvím akčního výzkumu, na kterém se v převážné míře podíleli učitelé společenství praxe v součinnosti s pracovníky vybraných Science center a oborových didaktiků zainteresovaných univerzit,
- diskuse závěrů z akčního výzkumu a tvorba doporučení pro implementace navržených postupů v pedagogické praxi a v možné míře pro úpravu kurikulárních dokumentů.

Jako hlavní výzkumná metoda k identifikaci klíčových, kritických a dynamických míst kurikula chemie na základní škole byl zvolen polostrukturovaný rozhovor s učiteli a komparace jejich výsledků s analýzou předmětného

kurikula v relevantních vzdělávacích domácích i zahraničních dokumentech (viz kap. 2). Položky polostrukturovaného rozhovoru se zaměřily na identifikaci konkrétních podmínek práce učitele, na jeho názory na obsah a kontext výuky a na další související aspekty, jako jsou používané učebnice, vybavení laboratoří a odborných učeben, možnosti spolupráce s mimoškolní sférou apod. Výzkumný vzorek zaměřený na počáteční výuku chemie tvořilo 41 učitelů z 35 základních škol a jednoho víceletého gymnázia. Souvisejícím cílem řešeného projektu bylo také „hledání cesty k popularizaci přírodovědných disciplín“, v našem případě chemie. Tento cíl prostupuje všechny tři součásti (složky) vlastního výzkumu, tj. identifikace klíčových, kritických a dynamických částí kurikula chemie na základní škole (s ohledem na očekávané výsledky vzdělávacího procesu), výběr pilotních témat pro zpracování inovativních výukových modulů včetně vhodných vzdělávacích strategií a hodnocení jejich efektivity prostřednictvím akčního výzkumu aplikovaného v pedagogické praxi zapojených učitelů.

Výzkumná etapa řešení projektu, tedy identifikace klíčových, kritických a dynamických míst počáteční výuky chemie začala realizací polostrukturovaných rozhovorů s učiteli. Realizace této etapy zahrnuje následující kroky:

- a) formování výzkumného vzorku, tj. učitelů ze základních škol zapojených do projektu prostřednictvím spolupracujících univerzit, vyučujících chemii podle aktuálního školního vzdělávacího programu, představujícího vztažný výukový obsah, včetně podmínek výuky jako jsou používané učebnice a prostředí, ve kterém je jejich výuka chemie realizována,
- b) příprava otázek a metodiky realizace polostrukturovaného rozhovoru za účelem zabezpečení relevantnosti a sjednocení

získaných souborů dat vzhledem k účasti čtyř univerzit realizujících výzkum. Výzkumný nástroj byl připravený na bázi formulace výzkumných otázek s respektováním principu cirkulárního charakteru kvalitativního výzkumu, tj. výzkumník při vedení rozhovoru doplňuje vymezené otázky o další, které nepatřily mezi původně formulované, ale významně doplňují získávané soubory dat,

- c) přepis rozhovorů a jejich zpracování jednak metodou obsahové analýzy a postupně i hlubším rozbořením zaměřeným na vazby a souvislosti mezi různými formami kurikula (předepsané, realizované, skryté atd.).

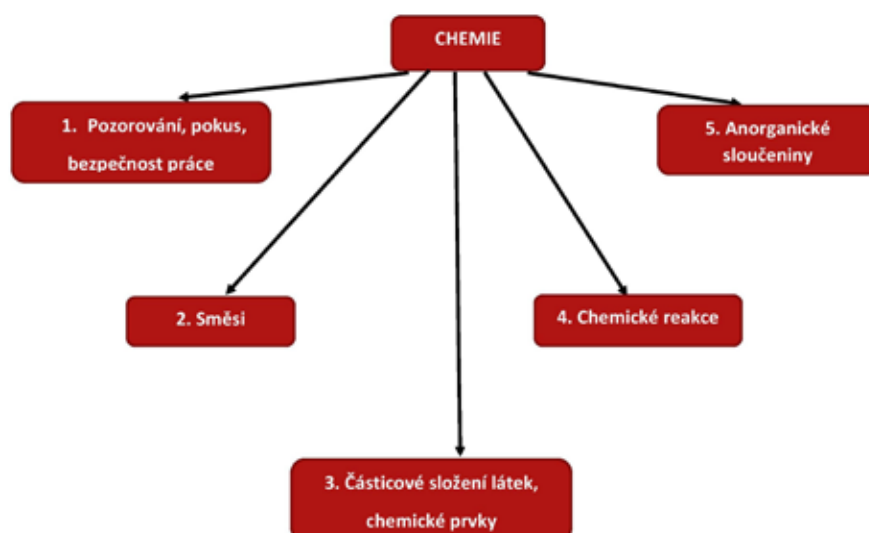
Základním cílem rozhovorů s učiteli tedy bylo vytipování kritických, klíčových a dynamických míst počátečního kurikula chemie. Předpokládalo se, že respondent v rámci rozhovoru využije svoje poznatky z pedagogické praxe, tj. bude vycházet ze zkušeností získaných v práci se žáky. Žádoucí zde byla zejména učitelova interpretace motivace a úspěšnosti žáků. V případě kritického učiva snahou bylo zjistit učivo problematické pro žáky, tedy neidentifikovat vlastní názor učitele na vzdělávací obsah, který jemu osobně činí nějaké problémy. Pokud bychom toto připustili, degradovali bychom jeho odbornostní úroveň a připouštěli jeho

neschopnost vyrovnat se s prezentací učiva, jež by uváděl jako kritické z pohledu své demotivace nebo nekompetence, i když ho má následně zvládnout žák odpovídající věkové kategorie.

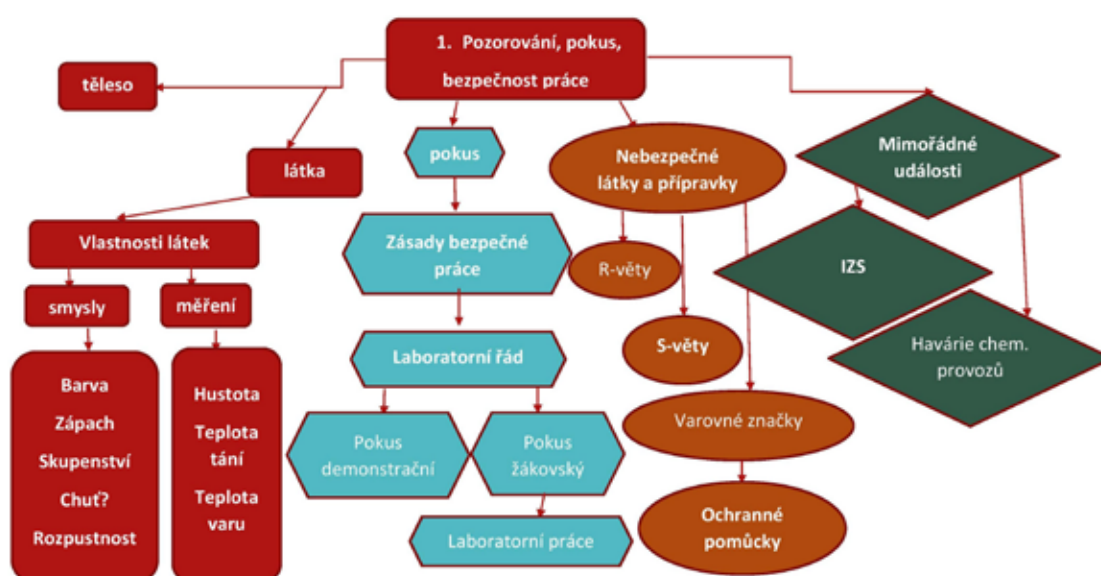
Pod pojmem „**kritická**“ místa kurikula zde tedy rozumíme takové učivo, „kde žáci často selhávají, resp. nezvládají jej v takové míře, aby se jejich tvořivé využívání produktivně vyvíjelo“ (Rendl, Vondrová a kol., 2013). Za „**klíčová**“ místa kurikula považujeme učivo z hlediska struktury paradigmatu daného oboru za základní. Na tato témata navazují další a tvoří v některých případech i principiální základy oboru. Klíčová místa počátečního chemického kurikula mohou často souviset i s dalšími přírodovědnými disciplínami. A „**dynamická**“ místa kurikula jsou potom aktuální poznatky oboru zařazované většinou ad-hoc do výuky, a to jak na základě rozhodnutí učitele, tak na základě přání žáků.

Z hlediska obsahu učiva jsme při nastavování výzkumného designu vycházeli z doporučeného učiva pro první rok (tradičně je to 8. ročník) výuky chemie v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (MŠMT, 2017b), jehož tematické celky je možné zobrazit v následujících schématech na obr. 1–6 (Rychtera *et al.*, 2018).

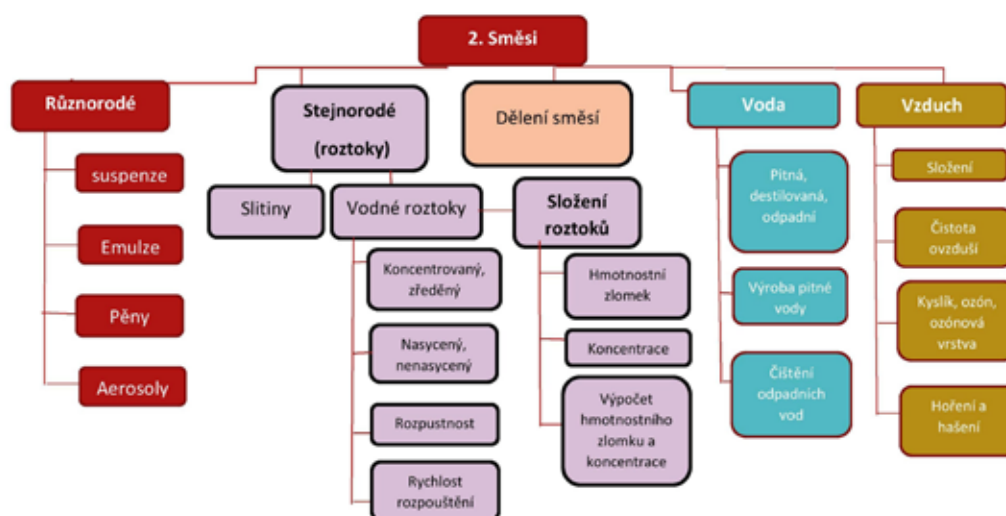
3. Metodika výzkumu učitelova pojetí kritických, klíčových a dynamických míst počátečního kurikula chemie



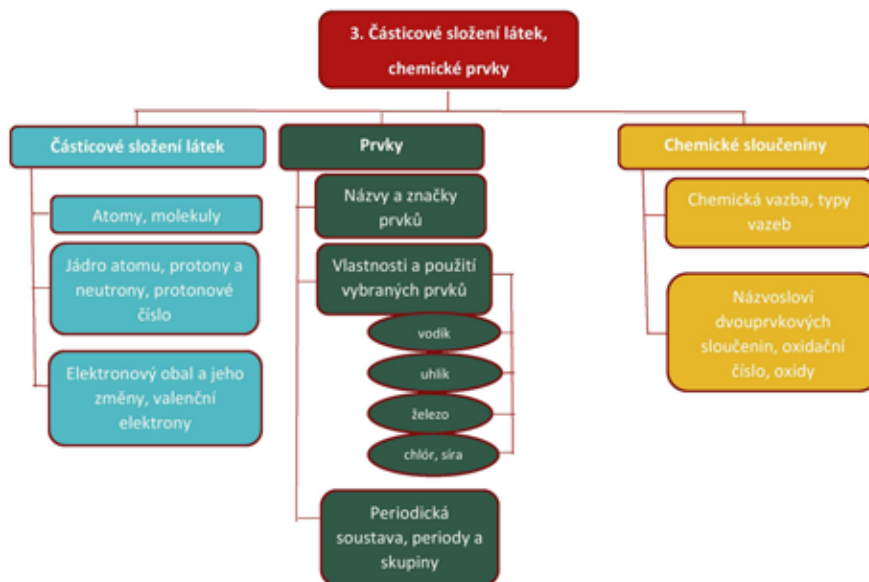
Obr. 1 Základní tematické celky výuky chemie v 8. ročníku ZŠ dle RVP ZV



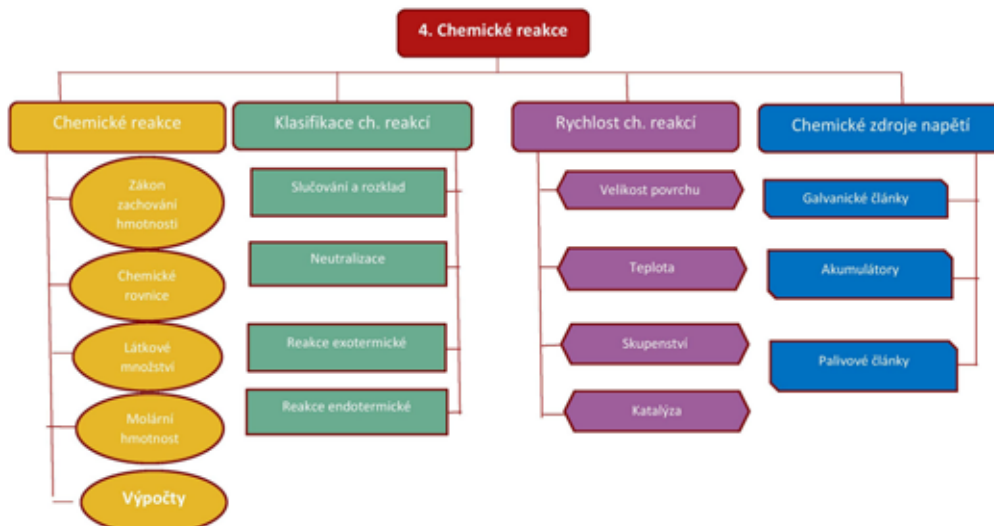
Obr. 2 Struktura učiva v tematickém celku *Pozorování, pokus, bezpečnost práce*



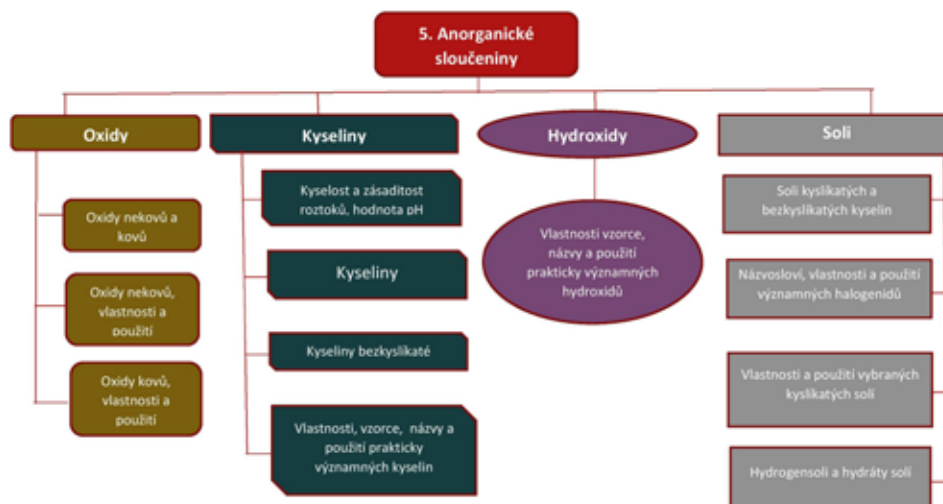
Obr. 3 Struktura učiva v tematickém celku *Směsi*



Obr. 4 Struktura učiva v tematickém celku Částicové složení látek, chemické prvky



Obr. 5 Struktura učiva v tematickém celku Chemické reakce



Obr. 6 Struktura učiva v tematickém celku Anorganické sloučeniny

Pro realizaci výzkumu byl připraven polostrukturovaný rozhovor s vytipovanými základními oblastmi, v nichž byl očekáván zásadní přínos učitelů k naplnění cílů projektu. Šlo tedy o předem formulované otázky použitého

výzkumného nástroje – polostrukturovaného rozhovoru a metodiku jeho využití v interakci „výzkumník/tazatel – učitel“ – viz následující text v rámečku (Rychtera *et al.*, 2018).

Polostrukturovaný rozhovor – chemie (manuál pro tazatele)

Před zahájením rozhovoru si, prosím, přečtěte celý text tohoto manuálu. Části textu psané kurzívou jsou jen pro potřebu výzkumu a zpracování dat z rozhovorů, ty tazatel v rozhovoru nepoužije.

Základní výzkumná otázka: Jaká jsou z pohledu učitele klíčová a kritická místa kurikula chemie v prvním ročníku její výuky na základní škole?

Úvodní vstup do rozhovoru, text pro navození atmosféry (text reprodukovat respondentovi volně, nejlépe vlastními slovy)

Dobrý den, v našem projektu Didaktika – Člověk a příroda A se zaměřujeme na identifikaci klíčových a kritických míst či témat v počátečním přírodovědném vzdělávání. Žáci se na rozdíl od fyziky a přírodopisu většinou setkávají s chemií až v osmém ročníku základní školy. Toto sice tradiční, ale poněkud pozdní zařazení bývá odůvodňováno jejími vysokými nároky na rozvinuté abstraktní myšlení. Často se uvádí, že je chemie žáky vnímána jako obtížná a zpravidla u nich nebývá příliš oblíbená. Tyto skutečnosti silně ovlivňují jejich schopnost osvojit si doporučené učivo a dosáhnout očekávaných výstupů.

Proto bychom chtěli s pomocí Vašich znalostí a zkušeností hledat a nalézt tzv. klíčová místa či témata (tj. témata, bez kterých se počáteční výuka chemie nemůže obejít) a kritická místa či témata (tj. témata, která žáci ve výuce chemie nezvládají nebo zvládají jen s obtížemi) v počáteční fázi výuky chemie na základní škole. Následně pak, společně s Vámi, navrhnout možné změny obsahu učiva, které by hrály větší roli v posilování pozitivního vztahu žáků k chemii společně s tím, aby ze základní školy odcházeli s odpovídajícími znalostmi, využitelnými jak v každodenním životě a tak i v dalším studiu.

Tučně jsou uvedeny otázky, které určitě v příslušné posloupnosti položte, ostatní doporučené otázky pod tučně zvýrazněným textem použijte jen v případě potřeby doplnění odpovědi, pro rozvinutí rozhovoru a pro zabezpečení sdílné atmosféry při diskusi s respondentem.

Jaký prostor má chemie na Vaší základní škole?

V kterých ročnících se chemie na Vaší škole vyučuje? Jaký rozsah má chemie v učebním plánu? Je na Vaší škole učivo chemie obsaženo i v jiných předmětech? Přemýšleli jste na škole při tvorbě školního vzdělávacího programu např. o integrované přírodovědě jako samostatném předmětu i na druhém stupni ZŠ, jejíž součástí by byla chemie?

Jakou učebnici chemie na Vaší základní škole využíváte?

Jaké přednosti má Vámi používaná učebnice chemie, co Vám v ní naopak chybí nebo byste v ní upravili? Je struktura učebnice v souladu se strukturou učiva Vašeho školního vzdělávacího programu? Používali byste raději jinou učebnici, ale tato je z nějakých důvodů (např. finančních) na škole dlouhodobě využívána? Používáte např. k přípravě na vyučování i jinou učebnici chemie? Kterou? Používáte k přípravě na hodiny chemie i v jejich průběhu i jiné zdroje informací (odborná literatura, digitální zdroje apod.)?

Jaké jsou u Vás podmínky po výuku chemie?

Máte na škole odbornou učebnu chemie? Jaké máte podmínky pro experimentování? Jak máte vybavený kabinet chemie? Máte dostatečné spektrum chemikálií, laboratorního nádobí, přístrojů apod.? Jaké podmínky máte pro realizaci laboratorních cvičení? Je na Vaší škole chemie podporována v rámci zájmové činnosti?

Jak hodnotíte současný systém tvorby obsahu učiva chemie prostřednictvím RVP a ŠVP?

Jste sám/a tvůrcem nebo jste se podílel/a na chemické části ŠVP? Upravujete po skončení školního roku ŠVP, zejména když zjistíte, že některé partie učiva žáci obtížně zvládají? Souhlasili byste s výukou chemie bez tradiční struktury, a pokud byste měli možnost, tak sestavili tematický plán jen z „vysoce motivující“ tematiky? Zdá se Vám vhodné, aby si každá škola či učitel vytvářel sám obsah učiva chemie, který bude vyučovat?

Které učivo považujete za „klíčové“ a domníváte se, že bez něj nelze výuku chemie na základní škole efektivně realizovat?

Patří mezi klíčové učivo chemie na ZŠ tematika o stavbě atomu? Je nutné v úrovni ZŠ používat chemické názvosloví a vyjadřování dějů chemickými rovnicemi včetně jejich vyčíslování? Vnímáte jako nezbytné vyučování všech doporučených variant stechiometrických výpočtů (složení roztoků, výpočty ze vzorce, výpočty z rovnic)? Jeví se Vám odpovídající myšlenkové úrovni žáků základní školy učivo o chemické vazbě? Které z doporučených tematických celků pro výuku chemie v RVP nepovažujete za klíčové? (je třeba mít s sebou při rozhovoru tematické celky doporučené pro výuku chemie v RVP ZV). Jsou mezi nimi takové, které žáci obtížně zvládají a ztrácejí tak motivaci k učení resp. vztah k chemii jako oboru i učebnímu předmětu?

Které učivo chemie na ZŠ považujete za „kritické“, tedy učivo, „kde žáci často selhávají, resp. ho nezvládají“?

Které učivo způsobuje ztrátu motivace k učení, resp. působí negativně na vztah žáků k chemii i k chemii jako učebnímu předmětu? Jeví se Vám některé učivo tohoto typu ve vašem ŠVP zbytečné? Jak Vaši žáci zvládají tvorbu a využívání chemického názvosloví? Jak Vaši žáci zvládají chemické výpočty? Které dělají největší problémy? Jak Vaši žáci zvládají zápis chemických reakcí chemickými rovnicemi? Dělá jim problémy vyčíslování chemických rovnic? Mají Vaši žáci problémy s pochopením redoxních dějů? S kterými dalšími tématy či pojmy mají Vaši žáci problémy?

Uveďte chemickou tematiku, která by žáky mohla zaujmout a nevyučuje se? Proč jste ji na Vaší škole do ŠVP nezařadil/a?

Jeví se vám vhodné zařazovat do výuky chemie na základní škole nejnovější vědecké poznatky? Např. nanotechnologie, palivové články, superabsorbenty, nové či relativně nové látky jako jsou např. fulleren, grafen aj.

Děkuji Vám za všechny Vaše odpovědi a na závěr mi, prosím, řekněte ještě něco o sobě.

Jakého zaměření je Vaše vysokoškolské vzdělání? Jak dlouho vyučujete na základní škole? Vyučoval/a jste i na jiném stupni školského systému? Kolik hodin chemie týdně vyučujete? Které další předměty vyučujete? Chtěl/a byste ještě něco doplnit nebo se na něco zeptat?

Další doporučení pro tazatele:

Jedním z hlavních úkolů je rozvinout rozhovor pomocí doplňujících otázek (nespokojit se s odpověďmi typu ano/ne nebo s příliš strohou odpovědí, ale pokusit se „rozmluvit“ respondenta). Zabezpečit ze strany tazajícího i dotazovaného hlasitý a jasný projev tak, aby byly získané audio materiály dobře zpracovatelné.

Rozhovor musí být zaznamenán ve formě audio záznamu! Nestáčí jen zápis poznámek během rozhovoru tazatelem.

Rozhovor může být zaznamenán i jinými technickými prostředky, kterými tazatel disponuje (nejen záznamové zařízení pořízené z projektu) s předpokladem výstupu ve standardním audio formátu (nejlépe mp3).

Záznamy rozhovorů ve standardním formátu nemusí tazatel sám přepisovat, odevzdá je k přepisu a dalšímu zpracování vedoucímu oborového týmu. Případně iniciativě přepsat audio záznam vlastními silami manuálně se nebráníme (tazatel ale doloží vedoucímu oborového týmu jak soubor s audio-záznamem tak i textový soubor jeho přepisu).

Doporučená délka trvání rozhovoru je cca 20–30 min.

Rozhovory jsou anonymní, všechny soubory tedy neoznačujte jmény ale kódy, jejichž identifikaci si uložte pro případné další využití při porovnávání získaných materiálů.

Realizované rozhovory s učiteli byly zpracovány prostřednictvím obsahové analýzy, jejíž výsledky jsou obsahem 4. kapitoly. Zde se zaměříme jen na obecné postřehy, které rozhovory ukázaly. Za stěžejní lze považovat následující (Rychtera et al., 2018):

1. Rozdílné názory učitelů na efektivitu výuky podle školního vzdělávacího programu, vytvořeného školou na základě hlavních linií kurikulární dokumentů, a dřívějšího přístupu podle přesně vymezených hesel v učebních osnovách. Vše včetně souvislosti s frekvencí úprav školního vzdělávacího programu po skončení školního roku, zejména po zjištění, že žáci některé partie učiva obtížně zvládají.
2. Identifikace učiva považovaného za „klíčové“ s názory na jeho nepostradatelnost v počáteční výuce oboru. Komparace klíčového učiva s učivem, které žáci obtížně zvládají a ztrácejí tak motivaci k učení resp. vztah k chemii jako oboru i vyučovanému předmětu.
3. Identifikace „kritického“ učiva v počáteční výuce chemie, tedy učiva, „kde

žáci často selhávají, resp. jej nezvládají“ a výskyt témat, které učitelé považují ve svém školním vzdělávacím programu za zbytečné.

4. Identifikace chemické tematiky, která by podle názoru učitelů žáky zaujala, ale do výuky se zatím z důvodu limitovaného obsahu nezařazuje.
5. Diskuse učitelů o obsahu počáteční výuky chemie bez tradiční oborové struktury a sestavení tematického plánu hlavně na základě motivačního potenciálu vyučovaných témat.

Výsledky, které vycházejí z analýzy rozhovorů s učiteli, ukazují na potvrzení předpokládaných kritických oblastí počátečního chemického kurikula, kterými jsou především chemické výpočty, chemické reakce, chemické názvosloví a odborná komunikace. Na ně se orientovaly další aktivity v řešení projektu, tedy příprava výukových modulů zaměřených na inovaci výuky zejména v tématech průniku kritického a klíčového místa kurikula a jejich evaluace prostřednictvím akčního výzkumu.

4. Výsledky rozhovorů s učiteli o počáteční výuce chemie a jejích kritických a klíčových místech

Design provedeného výzkumného šetření, jak jsme uvedli v předcházející kapitole, představoval realizaci polostrukturovaného rozhovoru s 41 učiteli chemie z 35 zapojených základních škol a jednoho nižšího stupně víceletého gymnázia. Učitelství chemie mělo z dotazovaných učitelů vystudováno 30 respondentů, čtyři absolvovali obor zaměřený na odbornou chemii bez pedagogické kvalifikace, tři obor zaměřený na odbornou chemii s doplněnou pedagogickou kvalifikací (pedagogickým minimem), dva obor jiného zaměření než učitelství a chemie a dva učitelství obor nezahrnující chemii. Z hlediska délky praxe se jednalo o soubor relativně zkušených učitelů. Výzkumný vzorek vykazoval největší podíl učitelů s pedagogickou praxí 11–20 let (19 respondentů), po osmi s pedagogickou praxí 6–10 let a více než 20 let a po třech s praxí 3–5 let a méně než tři roky. Polovina respondentů měla svou pedagogickou praxi výhradně na základní škole, devět respondentů mělo zkušenosti s výukou i na gymnáziu, sedm na prvním stupni základní školy, šest na středních odborných školách nebo odborných učilištích, dva respondenti pracovali také v mimoškolním vzdělávání, dva na vysokých školách, jeden získal praxi na vyšší odborné škole a jeden na základní škole v dětském lázeňském zařízení. Jejich pracovní úvazek týkající se chemie se pohyboval v intervalu 2 (5 učitelů) až 22 hodin (1 učitel), nejčastěji to byly 4 hodiny týdně (14 učitelů). Z dalších vyučovaných předmětů respondentů výzkumného vzorku měla největší zastoupení biologie/přírodopis (23 učitelů), matematika (14) a fyzika (11). Spektrum dalších vyučovaných předmětů bylo ale velmi pestré, když bylo zastoupeno dalších 25 předmětů: tělesná výchova, zeměpis, informatika/výpočetní technika (po 4), pracovní činnosti a výchova ke zdraví (po 3), přírodověda/science, anglický jazyk, český jazyk, hudební výchova, výtvarná výchova a prvouka (po 2), dějepis, ekologické praktikum, finanční gramotnost, německý jazyk, občanská výchova, projektová výuka, přírodopisná

praktika, přírodovědná praktika, seminář z přírodopisu, vlastivěda, výchova k udržitelnému rozvoji a základy ekologie (po 1). Objevily se i předměty rozšiřující přímo výuku chemie, a to chemické praktikum a chemicko-biologické praktikum (po 1).

Se všemi 41 učiteli byly provedeny polostrukturované rozhovory (příklad jednoho z rozhovorů uvádíme XIX) s audiozáznamy, které byly následně po zakódování respondentů (R01 – R41) přepsány a analyzovány. Kritická místa počátečního chemického kurikula byla vybrána na základě formální obsahové analýzy prepisů polostrukturovaných rozhovorů. Základním cílem rozhovorů bylo vytipování kritických a klíčových, případně i dynamických míst kurikula, a to především z pohledu učitele, který byl hlavním respondentem. Předpokládalo se, že respondent bude v rámci rozhovoru využívat svoje poznatky z pedagogické praxe, tj. bude vycházet především ze zkušeností získaných v práci se žáky. Jednalo se tedy převážně o analýzu z psychodidaktického hlediska při nezbytném zohlednění hlediska ontodidaktického. Pohled žáka je zde zdůrazňován proto, že žák je ve vzdělávacím procesu především subjektem vlastního učení, a také objektem učitelova působení. Pokud bychom jako východisko výzkumu volili pouze vlastní sebehodnotící názor učitele, pak bychom, jak jsme již uvedli v úvodu této knihy, degradovali jeho odbornostní úroveň a připouštěli jeho neschopnost vyrovnat se s prezentací učiva, jež by uváděl jako kritické, a které má následně zvládnout žák odpovídající věkové kategorie. Využitý polostrukturovaný rozhovor, jehož obsah je prezentován v předcházející kapitole, byl ze strategických důvodů orientován komplexně na celou počáteční výuku chemie, aby bylo možné hledat i příčiny současného problémového stavu chemického vzdělávání.

Znovu tedy připomínáme, že pod pojmy „kritická“ místa kurikula zde rozumíme takové učivo,

„kde žáci často selhávají, resp. nezvládají je v takové míře, aby se jejich tvořivé využívání produktivně vyvíjelo“ (Rendl, Vondrová a kol. 2013), za „klíčová“ místa kurikula považujeme učivo, které by nemělo v počáteční výuce chemie chybět a „dynamickými“ místy nazýváme učivo tvořené aktuálními poznatky oboru, které zpravidla nejsou součástí tematických plánů, připravených před realizací výuky. Akcentem v prováděných rozhovorech bylo současně s výběrem kritických míst odhalování také klíčových témat, bez kterých si oslovení učitelů výuku chemie nedovedou představit a bez kterých by nebyla v souladu se zásadou odbornosti, tj. ztrácela by charakter jedné z exaktních přírodních věd, jejichž „dorozumivacím“ jazykem či metodologickým nástrojem je matematika. Vymezení klíčových témat se jeví jako vedlejší produkt uskutečněných rozhovorů, je však nezbytné konstatovat, že bez tohoto kroku by mohlo dojít k závažnému pochybení v procesu nakládání s vymezenými kritickými místy. Je-li učivo kritické považováno současně za klíčové, pak je nutné hledat

takové cesty k myšlenkové transformaci tohoto učiva, které povedou k zefektivnění vyučovacího procesu a současně je pochopitelné, že učivo není možné z kurikulárních dokumentů bez závažných komplikací vyřadit.

Frekvence identifikovaných kritických míst počáteční výuky chemie z přepisů rozhovorů je uvedena v tabulce 1, klíčových míst v tabulce 2 a jejich porovnání v tabulce 3 (Bílek et al., 2019). Zajímavostí je zejména ten fakt, že učitelé označili celkem 65 kritických míst (284 různých výroků) a 91 klíčových míst (324 různých výroků) prvního roku výuky chemie na základní škole. Jinými slovy téměř celé kurikulum v očích různých učitelů může být chápáno jako kritické i jako klíčové. Přesto se do značné míry potvrdily naše předpoklady, že kritickými místy jsou zejména témata spojená s vysokou mírou abstrakce a s nutností využívání matematického aparátu. Zpravidla jsou také kritická místa určována zároveň i za místa klíčová, tedy není možná jejich prostá eliminace z kurikula.

Tab. 1 Kritická místa počáteční výuky chemie (první rok výuky chemie na základní škole) identifikovaná na základě rozhovorů s učiteli (n = 41)

| Identifikované kritické téma (7 témat s frekvencí vyšší než 9) | Identifikovaná frekvence |
|--|--------------------------|
| Chemické rovnice | 77 |
| Chemické názvosloví | 66 |
| Chemické výpočty | 47 |
| Struktura hmoty | 27 |
| Chemické reakce | 21 |
| Chemická vazba | 10 |
| Chemické výroby | 9 |

Tab. 2 Klíčová místa počáteční výuky chemie (první rok výuky chemie na základní škole) identifikovaná na základě rozhovorů s učiteli (n = 41)

| Identifikované klíčové téma (10 témat s frekvencí vyšší než 10) | Identifikovaná frekvence |
|---|--------------------------|
| Chemické názvosloví (59) | 59 |
| Chemické látky a jejich vlastnosti (51) | 51 |
| Chemické výpočty (46) | 46 |
| Struktura hmoty (45) | 45 |
| PPS (34) | 34 |
| Chemické rovnice (24) | 24 |
| Chemické výroby (24) | 24 |
| Bezpečnost práce (16) | 16 |
| Chemická vazba (16) | 16 |
| Chemické reakce (10) | 10 |

Tab. 3 Porovnání kritických a klíčových míst počáteční výuky chemie (první rok výuky chemie na základní škole) identifikovaných na základě rozhovorů s učiteli (n = 41)

| Kritická místa | | Klíčová místa | |
|---------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| Téma | Frekvence | Téma | Frekvence |
| Chemické rovnice | 77 | Chemické názvosloví | 59 |
| Chemické názvosloví | 66 | Chemické látky a vlastnosti | 51 |
| Chemické výpočty | 47 | Chemické výpočty | 46 |
| Struktura hmoty | 27 | Struktura hmoty | 45 |
| Chemické reakce | 21 | PPS | 34 |
| Chemická vazba | 10 | Chemické rovnice | 24 |
| Chemické výroby | 9 | Chemické výroby | 24 |

Z podrobné kvalitativní analýzy výroků učitelů z provedených rozhovorů tedy vyplynulo, že učitelé chemie poukazují zejména na následující kritická místa počátečního chemického kurikula (v závorce je uveden celkový počet výroků ve všech 41 rozhovorech, kterými respondenti označovali dané učivo za kritické).

Chemické rovnice (77)

Velké množství problémů spojených s tématem chemické reakce představují jejich zápisy prostřednictvím chemických rovnic, „...tak teda ted'ka, že v souvislosti s tímhle mě napadne tohle, to si myslím, že je úplně zbytečné, co se týká zapisování těch rovnic, no já dám samozřejmě na rovnici fotosyntézy, tam teda to беру jako prostě základ, ale spoustu dalších rovnic si myslím, že tam to taky pozbývá víceméně význam, no, takže to s tím souvisí, to vyčíslování, to si myslím, že všechno by mohlo vlastně jakoby odpadnout, i když ted' teda si sama podtrhávám židli pod sebou, protože jako to, že o tom takhle člověk ted' pořádně přemýšlí, jako jo, ale jim to fakt nic nedává...“ (R07), „... to znamená, vždycky jsou to ty rovnice, vždycky jsou to ty rovnice, někdo z těch dětí umí, některý se to prostě nenaučí. Jako jsou děti, které mají špatný prospěch, a chemie jim jde, jsou i takové, které měly samé jedničky a čtyřku z chemie, já jsem říkal, nezlob se, já to nemůžu, ty nejsi dobrý, opravdu nejsi dobrý...“ (R09), „... tak první rána proti je podle mě v tom 8. ročníku, to jsou ty chemické rovnice a vyčíslování těch chemických rovnic...“ (R10), „... výpočty z rovnic, v každém případě výpočty z rovnic, protože i kapitola vyčíslování chemických rovnic, nebo úpravy tedy chemických rovnic jsou,

řeknu pro hodně dětí, nemůžu říct většinu, to rozhodně ne, ale pro spoustu dětí jsou velmi náročné. Přestože se snažíme samozřejmě začínat od těch nejjednodušších rovnic, tak řada dětí má s tím velké problémy. Na to navazují právě i ty výpočty z nich...“ (R43), „... čili co se týká učiva jako kritického, tak první, co já беру jako kritické, jsou rovnice, vyčíslování rovnic, tvorba rovnic, ať už jsou to ty srážecí, nebo oxidačně-redukční rovnice, no a pochopitelně jako kritický v současné době hodně teda jsou to výpočty...“ (R38) nebo „... no, rovnice jsou pro ně, redoxní jako to je ..., jako i to vyčíslování rovnic je velký kámen úrazu pro ně. To je látka, my to tam máme, myslím na dva týdny podle tematického plánu. A pro ně je to reaktanty a produkty, to jo, ale doplňování, ale to všechno vychází z toho, že oni nepochopí to názvosloví, tudíž se jim to vůbec nespojuje. Nic, co by se dalo vyvodit. Spoustu věcí se učí nazpaměť...“ (R37). Problémy v zápisech chemických rovnic úzce souvisí s problémy se zvládnutím chemického názvosloví a další problém vidí učitelé v kombinaci jazykové a přírodovědné gramotnosti, žáci mají problém převést slovně popsany chemický děj do podoby chemické rovnice, pokud není ze zadání jasně vymezeno „toto jsou výchozí látky, toto jsou produkty“, „... no na základní škole je to metodou pokusu a omylu. Tam se to jiným stylem ani neučí, takže používám úplně nejzákladnější rovnice, aby oni to dokázali odhadnout, že vlastně maximálně počítáme do šesti, násobky do šesti nebo do osmi, ještě tak. Ale jinak je to vesměs problém, protože oni, když mají napsat chemickou rovnici, tak první je, aby ji vůbec správně napsali, pak aby ji vyčíslili. Takže já, když po nich chci vyčíslení, tak jim radši nabídnu celou rovnici tak, jak má být – výchozí

látky, produkty, a chci po nich vlastně jenom to vyčíslení, aby oni minimálně chybovali, protože základ je, aby to nějak řešili...“ (R31). Z analýzy rozhovorů lze usuzovat na nedostatečnou úroveň operativního myšlení souvisejícího s věkem žáků (v souladu se závěry Piageta (1966)). K tomuto závěru se ještě vyjádříme v další části tohoto rozboru. Nabízí se otázka, zda je pro tak obtížné učivo ve výuce dostatek prostoru z hlediska časového, a zda jsou tak využity všechny možnosti pro jeho dostatečnou konkretizaci a fixaci. Toto učivo však 24 respondentů současně uvádí jako klíčové, za všechny alespoň „...já osobně bych nevyřazovala jako že ne nic, ale spíš u nich ten zájem, aby k tomu neměli ten odpor...“ (R37).

Chemické názvosloví (66), především názvosloví solí (28) a názvosloví kyselin (7)

Nejčastěji je chemické názvosloví jako kritické místo uváděno obecně jako celek, „...tak názvosloví jako takový, jako tvoření těch vzorců, to si myslím, že tam je spíš problém, že ty děti se nenaučí ten začátek, tzn., že neuměj ty prvky ani a od toho se pak odvíjí, že mají problémy pořád. Protože pak, když se začne názvosloví halogenidů, oxidů a oni nevědí ani, jak se napíše značka vápníku, tak těžko udělají oxid vápenatý, že jo...“ (R11) nebo „...no myslím si, že i tahle kapitola je pro ně docela dost náročná a ... popravdě řečeno možná někteří se s tím ani jako nevyořádají dobře, že teda tak zvládnou ještě ty soli bezkyslíkatých kyselin, protože to vlastně probírají jako dvouprvkové sloučeniny, ale u těch klasických ... mají s tím někteří hodně velké problémy...“ (R43). Je možné usuzovat, že kritičnost názvosloví je v přímé souvislosti s myšlenkovou vyspělostí žáků, pro některé je problém už paměťové zvládnutí značek jednotlivých prvků, a následně pak žáci nezvládají navazující, i to nejjednodušší názvosloví dvouprvkových sloučenin, „...to si myslím, že ještě dejme tomu, ale jakmile se dostaneme teda k solím kyslíkatých kyselin, tak tam už teda mají velké problémy. Naučit se v podstatě těch pár kroků, odkud odvodím tu sůl, z které kyseliny, tak tam prostě selhávají. Ale je to dané asi taky tím, že oni ty svoje informace nenabalují vlastně na to, co už by měli znát. Oni se naučí kyseliny, když budu konkrétní, naučí se kyslíkaté kyseliny, a soli začneme brát, řeknu třeba za 14 dní, za 3 týdny a oni už kyseliny vypustili, protože je to

látkou, kterou probrali. Ale měli by na tom stavět a měli by vlastně využívat ty informace, které už získali. Takže na mně zase je, abych s nimi neustále, i když probírám jinou látku, kyseliny a v podstatě všechno ostatní opakovala, abych se měla od čeho odrazit potom, když se dostaneme k těm solím kyslíkatých kyselin...“ (R35). Svoji roli v tom sehraje i pochopení principů určování oxidačního čísla, o kterém se zmíníme samostatně v další části. Problematičtější než názvosloví dvouprvkových sloučenin, se jeví názvosloví kyslíkatých kyselin, které je uváděno zvlášť, a vysokou míru kritičnosti pro většinu žáků představuje názvosloví solí, „...to souvisí i s těmi vzorci a oni vlastně dělají problém, i tohle ... v uvozovkách složitější vzorce psát, jakmile je to nějaká sůl, tak už je to špatný, tak tímto potom samozřejmě už ztroskotává, protože jakmile je špatnej vzorec tak už i kdyby náhodou věděli, jak se vyčísluje rovnice, tak už ji nevyčíslí, přestane jim to vycházet, ono to všechno je spojený jedno s druhým, takže to je ... asi bych, ale ???, tak bych opravdu asi omezila i ty vzorce, protože opravdu si myslím, že podstatnější je aby o těch látkách spíš věděli, co a jak s nimi...“ (R07). Bereme-li v úvahu také rozšiřující názvosloví hydrátů solí a hydrogensolí, je to učivo, které činí velké obtíže, „...no, názvosloví, značky, sloučeniny, to by asi tam mělo být. Problém bývají u žáků chemické rovnice. To je věc, která žákům prakticky dělá problémy. Mnozí z nich nejsou schopni se naučit ani základní terminologii – oxidy, halogenidy, sulfidy. A když pak jim do toho ještě přidáte chemické rovnice a vyčíslování, tak to už je pro mnohé z nich na základní škole konec ... a když pak se přesuneme do toho tématu hydroxidy, kyseliny, tak pak problematické bývají hydrogensoli a hydráty solí. To už je zase téma, které mnoho žáků, možná 2/3 není schopno pobrat...“ (R10) nebo „...samozřejmě ještě uvažuju možná o zredukování hydrogensolí, protože teda když se dostaneme na ty soli, tak když už je zvládnou, tak potom samozřejmě hledají zase zbytečnou složitost v těch hydrogen a dihydrogensolích, popřípadě dalších. Takže v současné době teda končíme my u nás na ZŠ kyselinou trihydrogenfosforečnou, ale netroufnu si dát fosforečnany nebo hydrogenfosforečnany, takže de facto názvosloví solí končí hydrogensoli a soli základních kyslíkatých kyselin...“ (R39). Současně však je nezbytné připomenout, že 59 výroků učitelů označuje toto učivo jako klíčové.

Chemické výpočty (47)

Chemické výpočty je další kritické učivo, u kterého lze hledat příčiny poukazující na nedostatečné matematické a logické myšlení žáků, „...za těch 20 let praxe jsem vlastně redukoval tu oblast výpočtů pouze na hustotu, výpočty v oblasti hustoty, kde zase mají přesah do té fyziky. A výpočty k tématu hmotnostní zlomek. Ale látkové množství, molární hmotnost, koncentrace, to je v té učebnici pod tím červeným pruhem jako nadstavbové učivo a v reálu dnešní základní školy to vidím už jako hodně nadstavbové učivo...“ (R10). Pro slabší žáky je problém i pouhé dosazení do vzorce nebo převody jednotek, „... ty výpočty myslíš? Určitě každopádně největší problém dělají výpočty z rovnic. Možná ani tak ne... nebo tady se to jaksi skumuluje dohromady s tím vyčíslováním těch rovnic, protože ti žáci... vždycky si vyberou nějaký jeden způsob, jak říkám. Nikdy ne jako matikářky... nebazírůju na tom, že by měli použít jeden konkrétní vzorec, např., který je v těch učebnicích. Takže vždycky ukážeme výpočet pomocí vzorce z učebnice a opět skončíme u té trojčlenky. Většina z nich, kupodivu, si vybere teda tu trojčlenku, takže jako s tím výpočtem vlastním, když už potom tu rovnici mají vyčíslenou, tak ani tak velké problémy nejsou, ale samozřejmě, jak říkám, ti slabší žáci ztroskotají na tom, že tu rovnici ani nepostaví, nevyčíslí, natož potom samozřejmě nemůžou ani počítat...“ (R39). Učitelé do kritických výpočtů zařazují zejména výpočet molární hmotnosti, látkové koncentrace, molární koncentrace, výpočty ze vzorců, výpočty z chemických rovnic apod., „... takže zase já třeba, protože učím i matematiku, tak se snažím, aby ty výpočty, co se týče složení roztoků, to ještě považuji za jako věc, která určitě patří na základní školu, tak na to jedu trojčlenkou, jo myslím si, že zbytečný třeba hmotnostní zlomek jako, to je úplně na nic jako, protože to prostě zapomenou, ale když takové to tou logickou úvahou jako jo, je to mnohem lepší a zapamatovatelnější. Takže to určitě ano. No a potom, co se týče ty výpočty z rovnic, tak to už je taková tak nástavba. To by se dalo i vypustit na základní škole...“ (R04). Vyšší míru kritičnosti mají např. výpočty z chemických rovnic (14 výroků) než výpočty složení roztoků (3 výroky), „... u těch výpočtů? Molární hmotnost, ta jim jde velmi dobře. Potom, co tam máme. Máme tam ten hmotnostní zlomek, tak

tam vypočítat kolika procentní vznikne roztok, když smísím určité množství látky s tím rozpouštědlem, tak to jsou tyhle ty úlohy tohoto typu. Jinak když víte, když máte spočítat, kolik jenom látky navážíte na přípravu roztoku, tak to je dobrý, ale prostě tahle ta obrácená... No a ty výpočty z chemických rovnic, to je teda, to je nejtěžší, no...“ (R12), „... výpočty z rovnic, v každém případě výpočty z rovnic, protože i kapitola vyčíslování chemických rovnic, nebo úpravy tedy chemických rovnic jsou, řeknu pro hodně dětí, nemůžu říct většinu, to rozhodně ne, ale pro spoustu dětí jsou velmi náročné. Přestože se snažíme samozřejmě začínat od těch nejjednodušších rovnic, tak řada dětí má s tím velké problémy. Na to navazují právě i ty výpočty z nich...“ (R43) nebo „... zřejmě jsou to výpočty z rovnic. To je největší problematika, děti to nevidí, nedokáží to dosadit. Ale já tady nechci říkat, že to je věcí chemie. Já bohužel v současné době, a netajím se tím, říkám, že je to věcí matematiky a českého jazyka. Tady v těch předmětech děti dneska velice tápou, jsou tam velké mezery. Když použiju příklad: měla jsem holčinu, kdy dva krát dva jsem jí ukazovala v osmé třídě na prstech. Takže to je trošku problém, a to ale není věcí chemie pochopitelně. Takže jednoznačně, pokud jsou to výpočty, jsou to výpočty z rovnic...“ (R38). Výpočty složení roztoků jsou však označovány jako výrazně potřebné z hlediska aplikativního a často jsou označovány jako jediné, které jsou žáci schopní zvládnout v odpovídající míře, „... dalo by se říct, že oni tak jako tak ani moc nepotřebují, já to zase v tom chemickém praktiku vkládám na to zemědělství z důvodu toho, kdy já potřebuji si něco vypočítat, já si potřebuju naředit nějaký roztok, že tady mám něco tohle, chci tam zničit randopem někde u plotu s nějakým herbicidem co je pro toho člověka, zase pro toho žáka podstatné, umět přečíst leták, otevřít si lahvičku, přečíst si a podle toho návodu postupovat, tady je zase ta moje cesta, že já nebudu ty děcka drezúrovat nějakýma, ale zase praktický přípravy, kdy ty to potřebuješ, pojď si to vypočítat, tady trojčlenku, když máš tolik a tolik, kolik teda musíš mít, kolik bude teda těch konví, celá konva desetilitrová, tak takhle nějakým selským rozumem aby oni na tady toto došli, ale jak říkám, je prostor, dalo by se říct, pouze naštěstí mám ten volitelný předmět, kde se tímto můžeme zabývat a hrát se. Jinak tady dám vzorový příklad, trojčlenku,

tam vypočítáme molární hmotnost, naučíme se atomy, molekuly pár a hotovo. Udělá se pár příkladů na molární koncentraci na ředění roztoků a jede se dál. Jako už není čas to zase prostě používat pořád, abych každou hodinu já vytáhla nějaký příklad. Nemám na to prostor. Bohužel...“ (R02). Celkově jsou ale i chemické výpočty řazeny do klíčového učiva, což je podpořeno ve 46 výrocích, „...upravovali jsme, takže úpravy probíhají, vždy nám to musí schválit školská rada, ale nejsou to velké úpravy, jsou to spíš přesuny, třeba chemické výpočty spíše do devátého ročníku...“ (R13).

Struktura hmoty – především stavba atomu (27)

Téma struktura hmoty či stavba atomu je pro žáky kritické pro svoji abstraktnost, atomy jsou pro ně obtížně představitelné, „...no, myslím si, že by se dala zredukovat kapitola týkající se obecné chemie a vůbec stavby toho atomu... atomistika. Myslím, že pro žáky v osmé třídě je to poměrně dost abstraktní téma. Navíc, alespoň na půdě ZŠ, se na toto téma nedá vytvořit nějaká praktická ukázka, laboratorní práce, takže jako opravdu velice těžko si to žáci dokážou představit, jak to vůbec v tom atomu funguje. To určitě si myslím, že bych klidně odělal jako tematický celek SŠ, popřípadě VŠ...“ (R39). Učitelé se tedy zpravidla zabývají pouze konstatováním existence jednotlivých částic a uvedením jejich typů, „...no, ta stavba atomu, počet nukleonů a jejich částic v jádře, to je neřešitelný problém pro ně dopočítat... protony ještě, ale když už mají i s nukleonovým číslem a určit tam podle toho počet neutronů, tak to je velký problém...“ (R12). Jako pozitivum by mohla působit provázanost problematiky s fyzikou, ale žáci většinou nemají základy předem zvládnuté, „...složení atomu, ionty, molekuly. Pro ně představa špatná, i když třeba i ve fyzice částečně na tu tematiku narážíme v šesté třídě, ale do té osmé třídy je strašně daleko, a to oni bohužel zase vypustí z té hlavy...“ (R13). Za kritičností učiva je třeba spatřovat především problematiku spojenou s pochopením souvislostí mezi stavbou elektronového obalu (valenční elektrony) a vlastnostmi látek těmito atomy tvořených, „...tak podle mého názoru je klíčové učivo o atomu a jeho stavbě a především je pro mě důležité, aby žáci pochopili pojem valenční elektrony a s tím vlastně i souvisí periodická

soustava prvků a orientace v ní, aby žáci věděli, že prvky v tabulce nejsou uspořádány náhodně, ale mají jasně daná pravidla a že se z toho dá spousta věcí vyvodit...“ (R15). Problematické se zde však jeví celkové nazírání na přírodu jako takovou. K pochopení dějů a případné kvantifikaci, která se jeví jako nezbytná pro zapojování logiky a chápání příčin prezentovaných procesů, je nezbytným východiskem element – v našem případě atom nebo částice atomu, a proto také ve 45 výrocích učitelé vnímají oprávněně učivo o stavbě atomu jako klíčové, „...dobře, tak v každém případě je to tedy hmota, struktura hmoty, atomová teorie, struktura atomu – bez toho si výuku nedokážu skutečně představit a ať už od toho Demokrita nebo Leukippa přes Daltona atd., prostě ty začátky, aby ty děti měly na čem stavět, tzn., schémata atomů, ať už teda to záleží na každém učiteli, jestli bude dělat schémata takhle nebo po dvou nebo homogenní, to si myslím, že už není tak důležitý, hlavně aby ty děti dokázaly nakreslit, to je jedna věc...“ (R09).

Oxidační číslo (6)

Z hlediska výroků respondentů byl tento koncept v rámci polostrukturovaných rozhovorů zmiňován přímo poměrně málo (dopočítání oxidačních čísel ve vzorci, vytvoření vzorce z názvu apod.), „...co jsem jako já vypočítala, co jim dělá problém, je jednoduchá matematická operace, dopočítat to. Udělat si tam oxidační čísla, napsat tam oxidační čísla. A to jsem jim několikrát vyznačila v periodické tabulce prvků... tady budeme všichni mít plus jedničku, mají to všude nalepené, pak jakž takž jsme to strávili...“ (R37) nebo „...jim největší problémy dělají výpočty oxidů, sulfidů, halogenidů. A jenom těch osm koncovek se naučit. Že se je musí naučit po sobě. A je jich jenom osm. To jim dělá největší problém. A pak pochopit ty výpočty. Ale to, když už se naučí u oxidů tak už to většinou pochopí a pak už to dávají dál...“ (R32). Vezmeme-li však v úvahu předcházející úvahy o kritičnosti chemického názvosloví musíme konstatovat, že právě nezvládnutí problematiky oxidačního čísla stojí za nepochopením logických struktur názvoslovných principů, „...určení oxidačních čísel, která se jim mění. Aby si prostě prošli celou tu rovnici, zjistili, kde mají jaké oxidační číslo a které se jim potom změní a na základě toho by mohli

vypočítávat, o kolik elektronů se to bude posouvat. Potom když už mají ten základ, že ví, že jeden prvek se mění o tolik, druhý o tolik a dosadí to před ně, tak pak už zase se chytanou a dokážou to dopočítat...“ (R41) nebo „... ty značky ještě budiž, to je dobré. Jakmile to jde přes křížové pravidlo, nebo když je náhodou třeba v kyselině, když jim vyjde lichý počet a přidat k vodíku dvojku, to je hodně těžké, aby se dopočetli k té nule, to jim vždycky píšu rovnice a kolik ti zbývá. A taky, jak je tam to záporné číslo, tak to taky. Oni jsou takoví, mínus 6..., oni jim dělají problém už i takové jednoduché matematické operace jim dělají velký problém. A to člověk dává furt 5 stejných kyselin pořád dokola...“ (R37). Myšlenkový vhléd do principů určování oxidačního čísla nabízí i předpoklad ovládnutí názvoslovných principů, „... největší problém z názvosloví, tak určitě z těch základních typů sloučenin tak samozřejmě soli, ty jsou pro ně nejkomplicovanější, ten zbytek poměrně zvládnou. Ale zase, tam je kámen úrazu hlavně zase ta matematika. Protože, když mají pojmenovat, napíšu jim vzorec nějaké kyslíkaté kyseliny, a oni ji mají pojmenovat, tak oni mají problém dopočítat ta oxidační čísla. Oni se naučí ta základní pravidla, všichni se naučí koncovky krásně, naučí se základní pravidla. Já jim to samozřejmě zjednodušuju to názvosloví, vodík má vždycky oxidační číslo plus jedna, kyslík má vždycky mínus dva, vůbec jim tam netahám nějaké výjimky apod. Prostě opravdu se snažím, aby uměli ten základ, aby uměli napsat a pojmenovat vzorce oxidů, hydroxidů, kyselin, kyslíkatých, bezkyslíkatých a nějaké základní soli. Oni se právě tohle všechno naučí, ta základní pravidla, doplní si tam oxidační čísla. Potom mají dopočítat, kolik zbývá na ten, oni se naučí, že součet oxidačních čísel je nula, mají dopočítat, kolik zbývá na ten prvek uprostřed a někteří nejsou schopní to dopočítat. Protože oni opravdu, když se jich zeptáte, kolik je mínus dva krát čtyři, tak oni někteří neví. Oni neumí počítat se zápornými čísly, je to hrozně mate, to mínus před tím. A potom to sečíst dohromady a dopočítat se, to je ten základní problém...“ (R36).

Závěrem této analýzy je možné uvést několik obecně platných myšlenek, které následně ovlivnily identifikaci učiva, jež lze v jistém slova smyslu označit za „kritické“. Použijeme k tomu i jako podporu myšlenku z jednoho rozhovoru,

kteřá naznačuje, jak těžké je rozhodnout o úpravách obsahu učiva přírodovědného zaměření v době, která se vyznačuje nárůstem velkého množství pro život na Zemi velmi užitečných ne-li nezbytných poznatků, jejichž uplatňování bude s velkou pravděpodobností třeba k zachování lidské existence, „... hm. Určitě bych nevypouštěla samozřejmě názvosloví a chemické výpočty. A znova říkám, je to nejméně oblíbená část, vím o tom, ale myslím si, že to je to gros té chemie a bez toho názvosloví, a říkám to i dětem, které je vlastně abecedou, takže se neobejdou. Pokud tu chemii studovat chtějí, samozřejmě je důležité vědět o jednotlivých zákonitostech, jak co s čím funguje, ale myslím si, že nazývat minimálně chemikálie názvoslovím je to podstatné. A umět si vypočítat, kolik, čeho potřebuji, aby ten pokus samotný proběhl, je pro mě taky stěžejní...“ (R35).

Po zvážení získaných informací z uskutečněné analýzy přepisů polostrukturovaných rozhovorů s učiteli s ohledem na počet výroků, které označovaly jeho klíčový charakter pro systematickou výuku chemii, bylo k dalšímu rozpracování v podobě efektivnější didaktické transformace vybráno těchto osm konceptů, k nimž byly vytvářeny příslušné inovativní výukové moduly:

- Výpočty složení roztoků
- Chemické reakce
- Chemické rovnice
- Výpočty z chemických rovnic
- Stavba atomu
- Oxidační číslo
- Názvosloví kyselin
- Názvosloví solí.

Uvedených osm konceptů kritického a zároveň i klíčového učiva počáteční výuky chemie lze považovat za výzvu nejen pro učitele chemie, ale i pro pedagogy, didaktiky a další odborníky, kteří se profesionálně zabývají didaktickou transformací učiva, jeho konkretizací a koncipováním kurikulárních dokumentů. V počáteční fázi výuky chemii se totiž rozhoduje o dalším zaměření žáků a jejich další studijní orientaci nebo profesního uplatnění. Rozbohem uvedeného kritického učiva je možné konstatovat, že uváděný výběr zahrnuje převážnou část učiva chemie. Svým charakterem odpovídá učivu se značnou mírou abstrakce,

a z toho důvodu je zde nezbytné ještě jednou připomenout závěry z Piagetovy teorie kognitivního vývoje (Piaget, 1966). Z nich vyplývá, že žák osmého ročníku, jehož učivo analyzujeme, se nachází z hlediska kognitivního v období přechodu z tzv. stadia konkrétních operací do stadia formálních operací. Ve stadiu formálních operací, které představuje předpoklad logicky myslet o abstraktních pojmech, se ale nachází jen část žáků této věkové kategorie, a proto je učivo s abstraktním charakterem pro ně tak náročné (kritické). Z toho důvodu také mezi vyjmenovaným kritickým učivem nenacházíme učivo popisného charakteru (voda, vzduch, významné oxidy apod.), ale především učivo abstraktní povahy, jehož zvládnutí navíc předpokládá i základy matematiky. V učivu popisného charakteru se žáci lépe orientují proto, že mohou navíc využívat základy získané na prvním stupni základní školy v rámci vzdělávací oblasti „Člověk a jeho svět“. Toto propojení související se spirálovým efektem učiva v rámci RVP naznačuje, že základy chemického učiva by měly být budovány právě prostřednictvím učiva popisného charakteru již dříve než v osmém ročníku. Nabízí se zde zařazení chemie jako vyučovacího předmětu s propedeutickými prvky v šestém a v sedmém ročníku, kde by se žáci právě prostřednictvím učiva popisného charakteru seznamovali s látkami, s nimiž budou později, tedy v osmém a devátém ročníku, dále operovat a pronikat do jejich podstaty. Tolik tedy k cestě RVP vertikálním směrem. Pro podporu těchto myšlenek jsme z rozhovorů s učiteli vybrali několik dalších postřehů, „...tak občas třeba nějaké samozřejmě zdroje z internetu, to ano, ale na té základní škole žádné nějaké vysoce jako odborné informace nebo někde do hloubky spíš toho učiva, to určitě nepoužívám, protože ty děti mají co dělat s tím vlastně jaksi pojmut to učivo takové, jak to tam je, i tak si myslím, že ho ještě oklešťuju poměrně dost, protože z té chemie je pro ně náročnej předmět hodně takovej nehmatatelněj, abstraktní a vím prostě za ty roky, že se jim to ... mají k tomu takový přístup prostě možná i tím, že nastupuje ta chemie až teprve v osmém ročníku i tím jim prostě dáváme trochu najevo, že je to teda náročnější, takže ten přístup je k tomu opravdu takový, že ... se jim to neučí úplně snadno...“ (R07), „... to je strašně šíleně, pro ty děcka, šíleně abstraktní. Oni dneska nemají tu, jak bych to řekla, takovou

tu vnitřní vizualizaci. (T: představivost), málo, které dítě si dokáže v podstatě ten atom pro sebe nějakým způsobem ztvárnit. Oni spíš už dneska jsou tak jako počítačově zdatní a tady z téhle strany, že oni vám to spíš někde najdou si, jak to vypadá, ale nemají tu svoji, nebo nedokážou si udělat pro sebe tu svoji představu. To je spíš pro mě dneska jakoby klíčově špatně. Ale to není jenom asi v chemii, tady to si myslím, že s tímhle bojuje polovina učitelů ve všech předmětech...“ (R05), „...myslíte jenom z oblíbených témat, které by děti mohly zajímat? Něco atraktivního? Ne, já si nemyslím, že by to mělo být jenom atraktivní, já si myslím, že ta chemie může obsahovat i nadále i míň atraktivní věci, já si myslím, že trochu problém je v tom, přizpůsobit to tomu myšlení dětí, to znamená vývojovým fázím dítěte. O což se taky snažíme. Protože, jak už jste říkala na začátku, tak ty děti si velice těžko představují abstraktně i v osmé i deváté třídě. Myslím si, že se to postupně začíná rozvíjet až ve druhém ročníku, možná na konci prvního ročníku na střední škole už si dokážou abstraktně některé věci uvědomovat. Takže si myslím, že ta výuka může být podle toho rámcově vzdělávacího programu, tak jak je, jenom tam víc zapojit věci, který děti vidí a používají běžně ve svém životě a myslím si, že to je hodně možný. Je možný taky ... nicméně je možné říct, i o věcech, který jsou abstraktní, jenom možná ne tak ne v takové široké škále, že to na té základní škole podle mě není vůbec nutný, ony ty děti by se to potom, pokud je to začne zajímat ta chemie, doučí postupně ve vyšších ročnících...“ (R03), „...já si myslím, že zbytek, pokud vezmu ... já nevím ... já tvrdím, že voda vzduch a podobně jsou schopni se naučit, ale nejsou schopni používat takovýto logický myšlení, takže to, co se dá naučit jako básničku, to oni se naučí, což tady toho je většina. Pokud vezmu chemii v osmé třídě tak toho je dost a začínají problémy až u těch anorganických sloučenin...“ (R29).

Jako východisko pro cestu RVP horizontálním směrem použijeme např. učivo o stavbě atomu. Bylo v rámci rozhovorů s učiteli také vybráno jako kritické. Je ovšem nezbytné si povšimnout, že přes náročnost tohoto učiva na představivost, hovořilo pro jeho zařazení mezi kritické učivo méně jak 27 výroků, ale naopak jako klíčové bylo podpořeno 45 výroky. Jako důvod bylo uváděno zpravidla úzké

propojení s fyzikou, skutečnost, že žáci tuto problematiku již znají z učiva fyziky, a těchto příkladů bychom mohli jmenovat podstatně víc. Zpravidla však využívá chemie poznatků z dalších přírodovědných disciplín (začíná až v osmém ročníku), případně později přispívá k doplnění některých poznatků. Jako příklady uvedeme pojmy hustota, fotosyntéza, skladba kostry, vznik života apod. Závěr z analýz rozhovorů by tedy mohl vyznít tak, že jednotlivé přírodovědné disciplíny se v rámci vzdělávací oblasti navzájem prolínají, přispívají dle možností k snižování míry kritičnosti vybraného učiva, a z toho důvodu se nabízí ještě jednou otázka zařazení chemie i do nižších ročníků druhého stupně základní školy nebo i na tomto stupni školského systému uvažovat o vytvoření předmětu „Přírodověda“, a to nejen z důvodu zlepšení podmínek pro následnou výuku chemie, ale i pro podporu dalších přírodovědných disciplín.

Rozbor výsledků z realizovaného výzkumu nabízí některá doporučení, která by podpořila efektivnější zprostředkovávání vzdělávacího obsahu výuky chemie a přispěla tak ke zvýšení výsledné úrovně počátečního chemického vzdělávání:

- Posílit „motivační“ stránku chemického učiva změnou doporučeného obsahu ve prospěch učiva s nižší mírou abstrakce a učiva s možnostmi významné experimentální podpory.
- Snižit zastoupení kvantitativní stránky doporučeného obsahu a vytvořit větší prostor pro fixaci prezentovaného učiva (podpora opakování a procvičování učiva).
- Zvážit zařazení vyučovacího předmětu chemie nebo společné výuky přírodovědných předmětů již od šestého ročníku základní školy tak, aby se mohly posilovat mezipředmětové vztahy (ve výuce chemie nebo v chemické části přírodovědy by šlo zejména o popis neznámějších látek a jejich vlastností, s kterými se žáci setkávají zejména v každodenním životě).
- Na fakultách připravujících učitele posílit jak přípravu učitelů prvního stupně základní školy ve smyslu podpory přírodovědně orientovaných disciplín a zvažovat vytvoření tzv. širší přírodovědné aprobace v souladu se vzdělávací oblastí Člověk a příroda v RVP.

5. Tvorba modulů pro eliminaci kritických míst počáteční výuky chemie a ověřování jejich efektivity v reálném vyučovacím procesu

„Kurikulární dokumenty, tj. především rámcové vzdělávací programy (RVP) tvoří v České republice obecně závazný rámec pro tvorbu školních vzdělávacích programů škol v předškolním, základním a středním vzdělávání. Na základě § 4 školského zákona vymezují, kam má vzdělávání ve školách směřovat. Je přirozené, že je v určitém časovém úseku nutné ověřit/revidovat, zda RVP stále vyhovují vzdělávacím záměrům, zda cíle a obsahy formulované v RVP odpovídají vývoji společnosti a podporují vzdělávání v souladu s rozvojem vědních disciplín i s každodenním praktickým životem.“ (NÚV, 2019) Nejen podle uvedeného vyjádření Národního ústavu pro vzdělávání je zřejmé, že se nacházíme v období příprav nové strategie vzdělávací politiky, která má vyvrcholit v roce 2030. K úpravám kurikulárních dokumentů, které zcela jistě budou součástí této strategie, je nezbytné přistupovat po důkladné analýze současných materiálů, a také s přispěním pedagogické veřejnosti, které jsou tyto dokumenty směřovány. Důvody, které vedou k úvahám o této revizi, jsou poměrně různorodé, nás však nejvíce zajímají ty, které přímo souvisí s potřebami žáků, případně vykazují přímou návaznost a jsou potřebné pro efektivní výuku v různých podmínkách a s různými žáky. I proto se v našich aktivitách zabýváme po provedených výzkumných šetřeních přípravou návrhů, jak současnou situaci ve výběru, realizaci a hodnocení výukového obsahu, v našem případě pro počáteční výuku chemie, zlepšit.

V předchozích kapitolách jsme se zabývali identifikací tzv. kritického a klíčového učiva počáteční výuky chemie pomocí analýzy polostrukturovaných rozhovorů s učiteli a dotkli jsme se také tzv. dynamického učiva, tedy učiva, které reaguje na aktuální poznatky vyučovaného oboru (k němu se vrátíme ještě podrobně v kapitole 7.). Společně s kritickým

učivem tedy bylo vytipovááno také učivo klíčové, které se stalo příčinou následné manipulace s kritickým obsahem a příčinou hledání cest k jeho efektivní didaktické transformaci. Zdůvodnění pro hledání úprav obsahu učiva je relativně jednoduché. Je-li kritické učivo současně klíčové, nelze jej z kurikula jen tak bez náhrady vypustit a je třeba hledat nové cesty, jak ho žákům na dané věkové úrovni lépe zpřístupnit.

Vzpomínaná manipulace s učivem kritického charakteru vedla k vytvoření tzv. „modulů“, jejichž návrh bylo nezbytné ověřit v pedagogické praxi. Jako vhodná podoba této reflektivní činnosti se jevil akční výzkum, tedy zapojení učitelů z praxe do ověřování účinnosti provedených změn. Protože tato varianta výzkumu musí zohledňovat specifické podmínky prostředí, pro které ji chceme použít, vyhovovala našim požadavkům metodika akčního výzkumu, kterou modifikovala pro české prostředí Nezvalová (2003). Základem pro tento typ akčního výzkumu se staly výukové materiály a metodická doporučení osmi vytvořených modulů, které si učitelé při ověřování v praxi upravovali dle svých tvůrčích schopností a zkušeností. Pod pojmem modul zde myslíme určitou jednotku, útvar či úpravu konkrétního učiva, přispívající k řešení složitějšího, zejména na abstraktní myšlení náročnějšího, postupu (návod, pracovní list, model, experiment, podpůrná metoda nebo vhodný postup vedoucí k zefektivnění vyučovacého procesu aj.).

Pro zdůvodnění zvolené metodiky akčního výzkumu, uvedeme několik myšlenek ze vzpomínaného textu Nezvalové (2003). Autorka v něm vychází z definice Kemmisa (1985), který definuje akční výzkum „jako formu sebereflexe pedagogické situace, která zkvalitňuje porozumění pedagogické praxi, v níž se odehrává“.

Dovolíme se zde domnívat, že do této definice akčního výzkumu náleží doplnit k pojmu sebe-reflexe i pojem reflexe pedagogické situace, protože pedagogická situace a sebereflexe se jeví jako hodnocení uskutečněné aktivity příliš zaměřené jen na učitele. V definici uvedené „porozumění pedagogické situací“ zde však nemusí představovat jen významnou změnu v procesu profesionalizace učitele, ale i realizované výuky. Učitel v rámci sebereflexe získává vysvětlení a zdůvodnění pro procesy svého působení ve výukové situaci a v rámci její celkové reflexe může získat navíc komplexnější pohled se zahrnutím hodnocení činností žáků, když obojí zakládal původně spíše jen na své intuici. Nezvalová (2003) k tomu poznamenává: „*Jinými slovy, učitelé, kteří se podílejí na akčním výzkumu, získávají systematické poznatky a zkušenosti o tom, co se stalo v jejich třídě či škole pro zlepšení současné praxe.*“ Než přistoupíme k naznačení strukturace využití metodiky akčního výzkumu, je třeba ještě poznamenat, že z těchto citací lze také vyvodit další důležitý závěr, který významně ospravedlňuje naše rozhodnutí použít k ověření efektivity navrhovaných modulů právě tuto podobu akčního výzkumu. A sice, že úkolem akčního výzkumu není jen zkvalitnění pedagogické praxe, ale že následně příslušné závěry mohou být zobecněny a mohou být tedy i příspěvkem do pedagogických teorií.

Z několika známých podob akčního výzkumu (pro-aktivní, reaktivní, kooperativní) jsme zvolili tzv. reaktivní variantu akčního výzkumu. V této variantě předchází vlastní akci sběr informací a jejich rozbor. Tento sběr informací s vlastním rozбором vycházející z polostrukturovaných rozhovorů byl předmětem výzkumu, popsaném v předcházejících kapitolách. Rozbor a analýza získaných informací byly pak inspirací k návrhu a volbě nových přístupů k realizaci výuky vyjádřených v podobě modulů. A navržené moduly se ověřovaly v rámci akčního výzkumu, jehož vyhodnocení a závěry jsou popsány v následujících osmi podkapitolách. Ještě je nezbytné připomenout dvě skutečnosti. První souvisí se skladbou výzkumného týmu. Realizovaný akční výzkum proběhl

ve vzájemné spolupráci vysokoškolských pedagogů, tj. oborových didaktiků (chemie) s učiteli ze základních škol, spolupracujícími na řešení celého projektu „Didaktika: člověk a příroda A“ a navíc i s příspěvkem pracovníků ze Science center. Druhá skutečnost, kterou je třeba připomenout, že struktura tohoto výzkumu plně odpovídá charakteristickým znakům reaktivního výzkumu, kterými jsou, jak poznamenává Nezvalová (2003):

- sbírat informace k diagnóze situace,
- vyhodnocovat informace,
- distribuovat výsledky a vymezit změny, které budou následovat,
- pokusit se o nové přístupy,
- sledovat reakce ostatních,
- sbírat informace k diagnóze situace (návrat k prvnímu kroku, nicméně tento druhý sběr informací ověřuje předchozí kroky a formuluje specifické otázky)“.

V následujících popisech provedeného akčního výzkumu vycházíme z jeho tzv. šestikrokové metodiky, podle níž byly jednotlivé moduly ověřovány zapojenými učiteli. Šlo o následující kroky (Nezvalová, 2003):

- Krok 1. Postup s cílem dosáhnout lepších výsledků
- Krok 2. Pozitivní očekávání
- Krok 3. Pravidelné získávání informací o změnách a sledování reakce zúčastněných (pozornost se soustředí na zpětnou vazbu – např. využití dotazníku)
- Krok 4. Vyhodnocování získaných informací (pedagogičtí pracovníci diskutují o dosažených výsledcích)
- Krok 5. Navrhování alternativních postupů (učitel srovnává nově použitou metodu a zvažuje možnosti dalšího využití)
- Krok 6. Využití nového postupu (učitel používá nově použitou metodu)

Jednotlivé části jsou doplněny přílohami včetně výukových materiálů využitelných přímo ve výukové praxi.

5.1 Modul Výpočty složení roztoků

5.1.1 Úvod

Chemie je mezi vyučovanými předměty na základních školách zařazována mezi nejobtížnější disciplíny. Sám charakter tohoto předmětu, přírodovědná orientace učiva se značnou mírou abstrakce podporovaná aplikací matematických zákonitostí, činí potíže žákům této věkové kategorie. Hledají se nejen příčiny tohoto problému, ale především cesty, vedoucí k zvyšování zájmu o problematiku této disciplíny, a tím i zlepšení výsledků ve výuce. Výpočty složení roztoků patří tradičně mezi kritické učivo, tedy žáci jej obtížně zvládají a k jeho zvládnutí je zapotřebí ovládnutí odpovídajícího matematického aparátu. Lze ale najít řadu možností, jak jej konkretizovat a experimentálně podpořit, tedy snížit míru popisované abstrakce. Pro obhajobu zařazení tohoto učiva do kurikula, tj. považovat ho i za tzv. klíčové učivo, hovoří také výrazný aplikativní charakter zahrnující celé spektrum lidských činností. Jde o přípravu roztoků k ošetření pozemků a plodin v zemědělství či domácích zahradách, uchovávání potravin (zavařování), aplikaci některých typů léčiv ve zdravotnictví, ošetřování automobilů (chladicí směsi, směsi do ostříkovačů) apod. Pokud bychom se podívali na některé používané učebnice chemie pro základní školy v zahraničí, zjistili bychom, že problematiku výpočtů složení roztoků příliš neřeší. Vezměme jako příklady třeba ze Slovenska překlad z německého originálu (Greb, Kemper, & Quinzler, 1995), z Polska např. překlad z anglického originálu (Earl & Wilford, 1999) a z Německa např. učebnici používanou v období sedmdesátých let minulého století (Möhle u. a., 1972). Hledat příčiny absence této problematiky je velmi obtížné, ale nabízejí se dva důvody. Prvním důvodem je fakt, že jde o učivo s kvantifikací, tedy učivo s výraznou podporou matematického aparátu. V podobě procentového počtu jde o náročné učivo s předpokladem využití operativních myšlenkových postupů, tedy obtížné pro tuto věkovou kategorii. Proti tomuto zdůvodnění však stojí v uvedené německé učebnici (Möhle u. a., 1972) přítomnost samostatné kapitoly „Chemisches Rechnen (Chemické výpočty)“, kde se předpokládají ještě náročnější matematické operace a logické uvažování, práce s grafy

a nelehké představy spojené s Avogadrovou konstantou. Z této úvahy tak vyplývá druhý důvod, že se předpokládá již předchozí zvládnutí procentového počtu a není jej třeba dále rozvíjet. Proto výpočet hmotnostních procent není v těchto učebnicích vůbec zařazován.

V českých kurikulárních dokumentech patří výpočty složení roztoků zcela odůvodněně mezi tradiční učivo pravidelně zařazované do počátečního chemického vzdělávání. Souvisí to jednak s cíli, které vymezuje Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV) v obecné rovině, ale toto téma je i předmětem nezbytné specifikace v rámci vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“, včetně konkretizace vymezené pro počáteční výuku chemie. Jako důkaz a podporu těchto tvrzení uvedeme citace z RVP ZV spojené s naplňováním kompetence k řešení problémů (MŠMT, 2017b, s. 11): „...žák samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy...“, případně „...ověřuje prakticky správnost řešení problémů a osvědčené postupy aplikuje při řešení obdobných nebo nových problémových situací, sleduje vlastní pokrok při zdolávání problémů...“. To nás následně přivedlo na myšlenky, které by mohly být nosnými po odpovídajícím teoretickém zdůvodnění právě pro snižování míry kritičnosti analyzovaného učiva spojeného s výpočty složení roztoků.

První myšlenka „předpoklad využití operativních myšlenkových postupů“ má svůj původ v Piagetově teorii kognitivního vývoje (Piaget, 1966) a je ve své podstatě principiálním základem didaktické transformace učiva. Pod pojmem didaktická transformace učiva rozumíme takovou změnu či úpravu učiva (transformaci), k jehož zvládnutí bylo původně zapotřebí operativních myšlenkových postupů (výrazně abstraktního charakteru), jež se prostřednictvím konkretizace pro žáka stane myšlenkově přístupným a pochopitelným. Myšlenkově přístupné a pochopitelné se učivo stává podporou konkrétními názornými prostředky výuky. Těmi jsou reálné obrazy nebo obrazy zprostředkované ICT, chemikálie a nádoby, chemické experimenty (tedy i metody a postupy), zařazení laboratorních metod



Obr. 7 Refraktometr pro ovocné šťávy a slané nálevy RBS2 – ATC

apod. Tyto prostředky podporují proces racionálního poznávání a racionálního zpracování získaných informací (druhosignálního) výrazně poznáváním smyslovým (tzv. prvosignálním). Vysvětlení je v souladu nejen s Piagetovou teorií, o které se ještě zmíníme v dalším pojednání, ale je proklamováno už i J. A. Komenským (1874) v jeho zásadách vyjadřujících požadavek názornosti uplatňované při prezentaci učiva. Piaget (1966) v rámci svojí teorie kognitivního vývoje vyděluje čtyři období, z nichž pro naše potřeby budeme analyzovat dvě stadia, která se váží k 14tiletým žákům osmé třídy základní školy. První pro nás zajímavé období (dle Piageta v pořadí třetí) je označováno jako „stadium konkrétních operací“, a v tomto stadiu se nacházejí žáci v rozmezí cca od 7 do 12 let. Tito žáci dokážou logicky přemýšlet o konkrétních událostech, chápou stálosti počtu, množství a hmotnosti. Žáci osmé třídy (14 let) zdánlivě do této kategorie nepatří, jsou už věkově vyspělejší, ale je třeba vzít v úvahu připomínku samotného autora, že „chronologická období jsou pouze přibližná a nemohou být chápána jako ostře stanovené normy!“ To zdůvodňuje, proč velká většina žáků v osmé třídě, kde chemie jako vyučovací předmět většinou začíná, ke zvládnutí učiva abstraktního charakteru potřebuje nezbytně výše vzpomínané konkrétní, názorné materiální i nemateriální podpory. Tuto myšlenku ještě umocňuje skutečnost, že dnešní generace těchto žáků je naučená

potřebné informace „vygooglovat“, tzn. získat je hotové, získat je bez užívání logických, matematických a empirických postupů, jak se předpokládá a je vyjádřeno v RVP ZV. Lze se domnívat, že důsledkem těchto způsobů práce s informacemi se věk přechodu žáků do stadia formálních operací, dle Piageta (1966) 12 let a více, kde již žák dokáže logicky myslet o abstraktních pojmech, zvyšuje. V zájmu podpory psychického vývoje žáků je však zapotřebí učivo tohoto charakteru z požadavků vyjádřených v RVP ZV nevyřazovat, ale hledat cesty ke snížení míry jeho kritičnosti. Domníváme se, že naši učitelé na základních školách jsou pro využívání takových postupů připravování, ovládají je a v řadě případů využívají. Někdy jim však chybí potřebné zázemí – nedostatek času pro nadměrné požadavky RVP ZV vzhledem k velkému objemu vybraného učiva nebo nedostatku vhodných materiálních prostředků k podpoře výuky.

5.1.2 Návrh struktury vyučovací jednotky k tématu Výpočty složení roztoků

Pro naše potřeby ověření účinnosti nového metodického postupu při zprostředkování učiva s tematikou výpočty složení roztoků jsme vybrali laboratorní práci (viz příloha I) v rozsahu dvou vyučovacích hodin. V ní žáci objevují postup pro vyjadřování složení roztoku hmotnostním procentem obohacené



Obr. 8 Navažování odpovídajícího množství cukru k přípravě roztoku (R22)

o zpětnovazební proceduru praktického ověřování číselné hodnoty složení připraveného roztoku ručním refraktometrem (obr. 7).

Dvouhodinová dotace byla zvolena se záměrem možného využití teoretického vstupu do problematiky související s uvedením základních informací o vodě, jako významné látce, která je z hlediska svých mimořádných vlastností jednou ze základních podmínek života. A právě její předpoklad tvořit roztoky se významně uplatňuje v její účasti na životních procesech. O této skutečnosti píše např. Šimek (1995): „Voda tvoří ze všech látek největší podíl tělesné hmoty člověka. Je prostředím, ve kterém probíhají složité životní děje. Voda má vlastnosti, bez kterých si nelze život ani životní děje představit. Je především nejvhodnějším **rozpuštědlem** pro mnoho látek.“ Tento teoreticky zaměřený soubor informací společně s diskusí nad dalšími souvisejícími pojmy, jako jsou pojmy zředěný a koncentrovaný roztok, roztok nasycený a nenasycený apod., mají sloužit k aktivizaci žáků a vytvářet předpoklad k jejich odpovědnému přístupu při vlastním řešení laboratorní práce. Bez pochopení těchto jednoduchých konceptů by cíle práce související s kvantifikací problematiky složení roztoků neměly odpovídající základ k následným myšlenkovým operacím. Svoje místo tady musí mít dokonce i ukázka vzniku roztoku, protože řada žáků se touto problematikou související s podporou

konkrétních představových struktur ve své běžné praxi neseťká, a tedy ani nezabývá.

Významnou roli v přechodu na následnou kvantifikaci, jejíž pochopení a myšlenkové ovládnutí žáky je jedním ze základních cílů práce, sehrává už v počátku vlastní příprava učitele, jak je patrné z následujících obrázků (obr. 8, 9 a 10). Jsou zde patrné prostředky potřebné pro kvantifikaci (digitální váhy, odměrné válce, refraktometry) i připravené a systémově uspořádané navážky cukru k přípravě roztoků dle pracovního listu.

Základem pro efektivní poznávací proces je však vlastní práce žáků. Jak jsme již připomínali, dvouhodinová dotace byla pro laboratorní práci volena proto, aby žáci mohli mít dostatek prostoru pro vlastní objevování a případnou korekci výsledků. Především práce s refraktometrem žáky velmi zaujala (viz obr. 11). Výsledky práce potvrzují, že neznalost principů refraktometrie není na závadu. Žáci používali refraktometr dle návodu učitele bez problémů, komplikace s měřením nastávaly pouze v případech nepřesné práce žáků.

5.1.3 Aplikace modulu Výpočty složení roztoků

Popisovaný postup naznačený ve výše uvedeném textu (pracovní list viz příloha I), spočívající především v realizaci vlastní laboratorní



Obr. 9 Připravené navážky cukru pro laboratorní práci (R22)



Obr. 10 Nezbytné pomůcky a látky pro laboratorní práci (R22)



Obr. 11 Práce žáků s refraktometrem (R22)

činnosti, bylo třeba ověřit v podmínkách reálného vyučovacího procesu. Evaluace proběhla po drobných úpravách navrhovaného postupu, které vyplynuly z diskuse s pěti učiteli základních škol, jimž bylo ověřování svěřeno. Výběr vzorku učitelů byl příležitostný a zahrnoval v převážné míře učitele s mnohaletou praxí (respondenti č. 07, 12, 13 a 22), jen jednoho z respondentů (respondent č. 41) bychom řadili mezi učitele začínající.

Je nezbytné poznamenat, že názory na časovou dotaci navrhované laboratorní práce se odlišovaly už od počátku, a proto každý učitel měl garantovanou možnost volného nakládání s navrhovaným modulem vzhledem k organizačním podmínkám souvisejícím s plánováním učiva a podmínkami školy. Jak učitelé této možnosti využívali je patrné z jejich výroků. Jeden z nich k této záležitosti poznamenává: „... učivo bylo ověřováno během tří vyučovacích hodin, ve třech třídách osmého ročníku. Během první hodiny žáci u demonstračního stolu společně připravili roztoky a vyvodili pojmy roztok, rozpouštědlo, rozpuštěná látka, roztok nenasycený, nasycený, zředěný, koncentrovaný. Pracovali se zájmem, pojmy vyvozovali snadno. V druhé části hodiny počítali procentuální zastoupení látek v roztoku pomocí postupů známých z matematiky – trojčlenkou, pomocí jednoho procenta – projevíly se rozdíly mezi žáky lepšími a slabšími. Druhá hodina byla organizována formou laboratorní práce. Žáci ji prováděli ve dvojicích a především práce s refraktometrem, jako neznámým přístrojem (nikdo z žáků se s ním před laboratorní prací nesetkal), je opravdu zaujala. V závěru laboratorní práce společně s vyučujícím vyvodili vztah pro výpočet hmotnostního zlomku a svoje výpočty a měření si ověřili ještě dosazením do vzorce. Třetí hodina byla věnována procvičování učiva – pojmy formou tajenky, dosazováním do textu, přiřazováním. Příklady žáci mohli počítat způsobem, který si sami zvolili. Asi dvě třetiny žáků počítalo postupy osvojenými v matematice, třetina dosazováním do vzorce. Dosazení do vzorce využili především slabší žáci...“ (R22). Na rozdíl od tohoto učitele, mají další učitelé k tomuto problému jinou poznámku: „... co se týče úpravy zadání modulu, uvažujeme o přípravě pouze dvou z uvedených koncentrací roztoků a zkrátíme čas celé laboratorní práce na 45 minut...“ (R12 a R13).

Všichni respondenti měli možnost využít k realizaci práce osm refraktometrů (pro každou skupinu žáků jeden refraktometr) a také ji většinou využili. Dva učitelé však vyzkoušeli variantu pouze se dvěma refraktometry (refraktometrem operoval pouze učitel nebo byl refraktometr předáván mezi skupinami) a došli k pochopitelnému závěru: „... ideální stav vidíme v možnosti více refraktometrů – ideálně pro každou skupinu...“ (R12 a R13). Vysvětlení tohoto závěru má i didaktický kontext – žákova vlastní práce s refraktometrem představuje z hlediska efektivity podstatně víc (jsou podporovány vlastní žákovy dovednosti), než pouhé ověření koncentrace roztoku učitelem.

Využití refraktometru k ověřování složení roztoku plní, jak jsme již uváděli, především zpětnovazební funkci. Žák si může potvrdit, jak přesně pracoval a ve výsledku se mu ukáží všechny nesrovnalosti, které během svojí práce provedl. Většinu těchto možností vypisují ve svých závěrech i učitelé: „... nepřesné navážky rozpouštěné látky vedly ke vzniklým chybám“; „Větší množství roztoku na sklíčku refraktometru vedlo těž k chybám měření“ (R12), „... žáci nedokonale otřeli sklíčko refraktometru po skončení práce své skupiny...“ (R13). Refraktometr byl v laboratorní práci výrazným oživením také proto, že žáci pracovali s přístrojem, který v některých případech dokonce znají z běžné praxe. Jeden z respondentů k tomu uvádí: „... teorie o roztocích byla velice šikovným způsobem oživena prací s refraktometrem. Někteří žáci práci s refraktometrem znali při přípravě medu. Ostatní spolužáci tuto informaci se zájmem přijali...“ (R7). Další učitelé sice neuvádějí jako příčinu aktivnějšího přístupu k práci přímo refraktometr, ale vzhledem ke skutečnosti, že použitý přístroj je nejvýraznější změnou v provedení práce, lze na jeho motivační funkci v tomto případě usuzovat: „... žáci vykazovali zvýšenou aktivitu při laboratorní práci...“ (R12 a R13).

Protože hlavním cílem navrhovaných změn však bylo zvýšení efektivity procesů spojených s výpočty složení roztoků, je zapotřebí si povšimnout těch závěrů učitelů, které přímo souvisí s výsledky žáků ve zvládnání dané problematiky. Někteří učitelé se v tomto ohledu vyjadřují pozitivně, např.: „... z pohledu

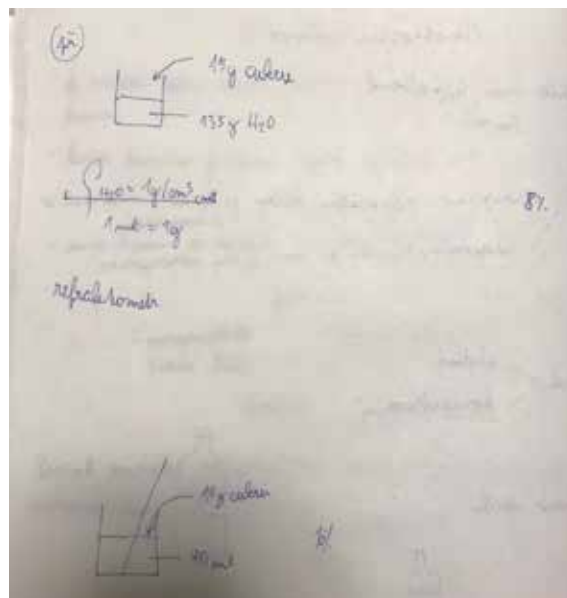
učitele jsem pozorovala, že žáci pracovali s větším zaujetím, protože měli spojenou přípravu roztoku současně s výpočtem. Už při vážení cukru si uvědomovali pojem rozpouštěné látky a rozpouštědla. Při odměřování vody si dávali do spojitosti informaci o 1 cm^3 vody, který ztotožňujeme v chemii s 1 gramem...“ (R7). Jako důkaz svých slov připojuje i fotografii ze sešitu jednoho z žáků (viz obr. 12).

Další z respondentů však byli opatrnější a tvrdí, že výsledky práce je třeba posuzovat až po delší době, protože změna postupů může vést i ke změněné retenci. Ke konečnému hodnocení jsme získali například toto vyjádření: „... a konečné zhodnocení ověřovaného modulu si ještě netroufám. Myslím, že všechno prověří čas. Jednoznačně mohu potvrdit, že žáky výuka – především laboratorní práce – zaujala. Uvedené pojmy umí rozlišovat naprostá většina žáků. Výpočty složení roztoků je určitě třeba ještě dále procvičit. V přiložené tabulce jsou uvedeny výsledky žáků osmých tříd, kterých dosáhli v písemném testu.

| Třída /počet žáků | Známka /počet žáků | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|--------------------|---|----|---|---|---|
| VIII. A 24 | 14 | 4 | 5 | 0 | 1 | |
| VIII. B 23 | 7 | 2 | 12 | 0 | 2 | |
| VIII. C 22 | 17 | 2 | 3 | 0 | 0 | |

Je to čtvrtá práce, kterou děti psaly na výpočty složení roztoků. Sice se postupně zlepšovaly, ale výsledky nejsou takové, jaké bych si představovala. VIII. B je slabá i v matematice, výsledky jejich práce jsou srovnatelné se známkami z matematiky, 90 % dětí počítá úlohy přes jedno procento...“ (R22).

Uváděné myšlenky nás přesvědčují, že navržený modul v propojení s uplatňovanou experimentální zpětnovazební procedurou je pozitivním přínosem pro didaktickou transformaci problematiky „Složení roztoků“. Všeobecné vyjádření vyučujících, kteří v rámci akčního výzkumu podrobili uváděný postup analýze, můžeme najít v závěrech vyjádřených v „Dotazníku učitelova hodnocení výuky“, který je uveden v příloze B.



Obr. 12 Ukázka z poznámek žáka k problematice „Složení roztoků“ (R7)

5.1.4 Další vývoj a využití modulu Výpočty složení roztoků

V předcházejících kapitolách věnovaných modulu Výpočty složení roztoků jsme pro počáteční výuku chemii z hlediska konkretizace problematiky doporučili zařazení dvouhodinové laboratorní práce s tematikou „příprava roztoků daného složení“. Zařazení laboratorní práce tohoto typu nebylo v našich školách neobvyklé. Žáci měli zpravidla připravit roztok cukru nebo kuchyňské soli požadovaného složení. Používali se tedy látky známé a dostupné a nejevil se v tomto případě žádný technický problém. Objevoval se však problém didaktický, související s požadavkem RVP, formulovaný požadovaným výstupem žáka, že „žák ověřuje prakticky správnost řešení problémů“. Žák se zpravidla při laboratorní práci nedozvěděl, jestli roztok požadovaného složení připravil správně. Z tohoto důvodu se pravděpodobně učitelé vyjádřili pozitivně i k dalšímu využívání koncipovaného modulu v další praxi: „... tuto aktivitu v upravené verzi tohoto modulu zařadíme do budoucna mezi laboratorní práce v 8. ročníku...“ (R12 a R13). Z didaktického hlediska jsme tedy mohli vnímat při realizaci výše uváděných laboratorních prací absenci tak významného fenoménu, jako je zpětná vazba. Problematikou zpětné vazby se v našich podmínkách intenzivně zabýval Kulič (1971, 1989,

1992). Některé jeho myšlenky, které uvádíme, nás inspirovaly k řešení analyzované problematiky právě zařazením refraktometru do postupů souvisejících s vyhodnocováním výsledků námi navržené laboratorní práce, která se stala hlavní součástí modulu. O zpětné vazbě v první řadě platí, že při zabezpečování kontrolních principů jsou často, při jejím uplatňování, zjišťovány odchylky od předpokládaných výsledků, zpravidla označované jako chyby. Nemíníme se zde zabývat psychologickými bariérami souvisejícími s historicky podmíněným chápáním chyby jako negativního, morálně etického nedostatku spojovaného s atributy nedbalosti, neschopnosti a hlouposti, ale chceme analyzovat chybu jako zcela typickou součást úspěšného poznávání. V tomto pojetí plní chyba funkci prostředku poznávání, je-li včas odhalena (detekce), blíže určena a klasifikována (identifikace), určena je její příčina a poučení z ní (interpretace) a následně je korigována (korekce)“ (Kulič, 1989). Abychom tedy mohli popisovanou proceduru absolvovat, musí mít žák možnost ověřit si správnost svého počínání, tj. zjistit, zda jeho roztok má složení odpovídající požadavkům zadané úlohy. Pro tento účel jsme využili, již několikrát výše popisovaný jednoduchý přístroj, vhodný pro snadné určení složení roztoků v hmotnostních procentech, refraktometr pro ovocné šťávy a slané nálevy RBS2 – ATC (obr. 7). Na stupnici tohoto přístroje žáci odečtou přímo hmotnostní procenta jimi připraveného roztoku a okamžitě mohou se získanou informací dále pracovat. Efektivnější se jeví, když má refraktometr k dispozici každá skupina žáků (tedy přibližně osm přístrojů na jednu dělenou třídu). Ve výjimečných případech, lze však i organizovat činnost žáků tak, aby na zabezpečení zpětné vazby stačil jeden přístroj v rukou vyučujícího. Na základě zkušeností z ověřování modulu je možné potvrdit, že aktivita žáků při laboratorní práci s použitím refraktometru k identifikaci složení roztoku výrazně stoupá, bez ohledu na skutečnost, že vlastní princip měření je pro žáky této věkové kategorie zatížen tzv. efektem „černé skříňky“. Protože v podmínkách školy, vzhledem ke složitosti a variabilitě osobností žáků, nelze dělat zcela jednoznačné závěry využijeme v našem případě jedno z doporučení zkušeného učitele: „... na konečné zhodnocení ověřovaného modulu si ještě netroufám. Myslím, že všechno prověř

čas. Jednoznačně mohu potvrdit, že žáky výuka – především laboratorní práce – zaujala. Uvedené pojmy umí rozlišovat naprostá většina žáků. Výpočty složení roztoků je určitě třeba ještě dále procvičovat...“ (R22).

5.1.5 Závěr

Na základě aplikace připravených materiálů modulu a realizovaného akčního výzkumu, který proběhl na čtyřech českých základních školách, jsme mohli z výpovědí pěti zúčastněných učitelů vyvodit některé závěry, které nabízejí předpoklad dalšího využívání navrhovaného postupu. V první řadě je možné konstatovat, že využití refraktometru pro zabezpečení zpětnovazební procedury v rámci navržené laboratorní práce je pozitivním krokem, vedoucím ke zvýšení zájmu žáků o vyučované téma. Svoji roli zde sehrává skutečnost, že někteří žáci znají refraktometr z praxe (měření cukernatosti medu u včelařů, cukernatosti vína a dalších druhů ovoce apod.), a konečně mohou konstatovat, že je škola učí něco, co mohou v praxi využívat. Navíc jim toto zařízení umožní detekovat případnou chybu a chyba se tak stává při dodržení výše popisované procedury prostředkem zefektivnění výuky. Současně je vhodné nezapomenout na doporučení související s počtem používaných refraktometrů v laboratorní práci. Každá laborující skupina by měla mít k dispozici vlastní refraktometr, abychom vyloučili při měření nepřesnosti související s nedokonalými přístupy jiných laborujících skupin (cca 8 refraktometrů). Druhé doporučení od učitelů souvisí s vlastní realizací laboratorního ověření postupů, které žáci poznali v teoretické výuce. Většina z nich se přiklání ke skutečnosti, že budou laboratorní práci využívat i v dalších letech, i když v upravené podobě. Z důvodů časových nevyhovovala některým dvouhodinová dotace, v jiných případech navrhovaná kombinace číselných hodnot. Po uskutečněním výzkumu budou tedy používat upravené postupy, základ spočívající v uskutečnění zpětnovazební procedury pomocí refraktometru, však zůstává beze změn. Doporučení třetí koresponduje s nasazením učiva do osmého ročníku základní školy. Vyučující se zkušenostmi z výuky chemie vyšších ročníků např. navrhuje, aby vzhledem k charakteru číselných operací uskutečňovaných při řešení zadávaných úloh bylo učivo s tímto

charakterem zařazováno, nebo alespoň výrazněji procvičováno, až v devátém ročníku základní školy. K tomuto doporučení je možno přiřadit i teoretické zdůvodnění korespondující s Piagetovou teorií (viz výše) o vývoji stadia tzv. formálních operací, kde se u žáka zvyšuje předpoklad ovládnutí procesu abstrahování. Doporučení čtvrté souvisí úzce s doporučením druhým a má přímou návaznost na časovou dotaci prezentovaného učiva. Učitelé jsou často nuceni z časových důvodů redukovat svoje záměry („... co se týče úpravy zadání modulu, uvažujeme o přípravě pouze dvou z uvedených koncentrací roztoků a zkrátíme čas celé laboratorní práce na 45 minut...“ (R12 a R13) a proces didaktické transformace učiva (někdy učitelé z praxe označovaný jako elementarizace nebo zpřístupňování učiva) je tím narušen. Tento „nedostatkem času způsobený tlak“ vede ke zvýšené verbalizaci učiva, jeho nedostatečnému podporování experimenty případně jinými názornými ukázkami, a tím i nedostačující konkretizaci. Hledání příčin této nedostatečnosti vysvětlují Mokrejšová a Čtrnáctová (2013, s. 11) následovně: „... máme pět smyslů a zdá se, že především zrak se při učení uplatňuje více než ostatní. Bylo by neefektivní, kdyby žáci viděli v průběhu výuky pouze svého hovořícího učitele, i kdyby jeho výklad byl zajímavý...“. Není tedy překvapením, že na základě psychologických studií citované autorky zjišťují, že

pro žáky je z hlediska zapamatování nejefektivnější „vlastní aktivní a cílevědomá činnost“. Při ní totiž přicházejí do kontaktu nejen s experimentální činností a nezbytnou konkretizací procesu poznávání, ale důležitá je i vlastní aktivní součinnost na tomto poznávání, tedy i uplatnění dalších smyslů např. hmatu. I ony doporučují zařazení laboratorní činnosti k tomuto tématu (Mokrejšová a Čtrnáctová 2013, s. 27–33, Kohoutí ocas, 2019). Jejich návrh souvisí s námi řešenou problematikou „roztoky“ a je po metodické stránce rozpracovaný od motivace až po laboratorní práci. Dovolujeme si jej připomenout hlavně z důvodu, že je podobným příspěvkem k didaktické transformaci učiva o roztocích a současně by bylo možné k jeho zefektivnění využít, jako je to v našem případě, refraktometru. Jde-li o pochopení problematiky složení roztoků, nelze se případné kvantifikaci vyhnout. Laboratorní práce pod názvem „Kohoutí ocas“ přináší žákům nové poznatky a získávají i potřebné dovednosti související s problematikou hustota roztoků, mohou tedy poznat i vztah mezi složením roztoku a hustotou.

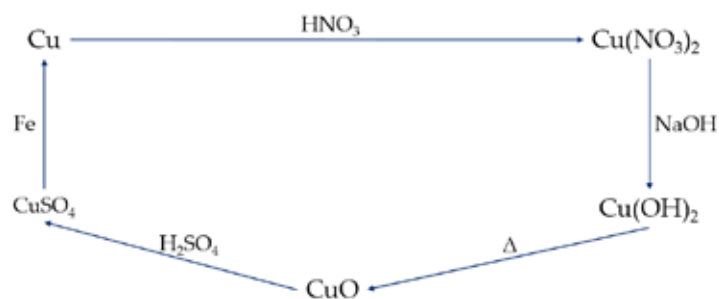
Závěrem tedy můžeme konstatovat, že výsledky akčního výzkumu v našem modulu Výpočty složení roztoků jsou v souladu s pozitivním očekáváním a popisované postupy můžeme doporučit k obecnému využívání.

5.2 Modul Chemické reakce

5.2.1 Úvod

Chemické reakce náleží k ústředním tématům učiva chemie na základní škole, které lze považovat zároveň za kritická a klíčová místa ve výuce (Rychtera *et al.*, 2018). Tato skutečnost souvisí s mnohotvárností této problematiky, zejména s velkým počtem reakcí různých typů, do určité míry i jejich nejednotnou klasifikací apod. V této souvislosti byla za účelem zkvalitnění výuky navržena inovace v podobě tzv. experimentálních cyklů. Jedná se o uzavřené cykly reakcí, zahrnující různé typy přeměn chemických látek, ve kterých je výchozí látka zároveň finálním produktem cyklu. Tato okolnost

ukazuje na vzájemné propojení chemických přeměn, jejich klasifikaci a následně poznávání jejich podstaty. Experimentální cykly mohou být velice rozmanité. Mohou být zaměřeny na přeměny anorganických látek nebo na reakce organických sloučenin. V jiných případech se jedná o recyklaci odpadů nebo simulace cyklických procesů, probíhajících v přírodě (např. koloběh vody v přírodě). Pro potřeby výuky byly navrženy především cykly, založené na vzájemných přeměnách anorganických látek. Zřejmě nejnámějším je cyklus mědi (Condike, 1975, Todd & Hobey, 1985, Walker *et al.*, 2012), jehož nejčastěji využívanou verzi v pedagogické praxi ukazuje obr. 13.

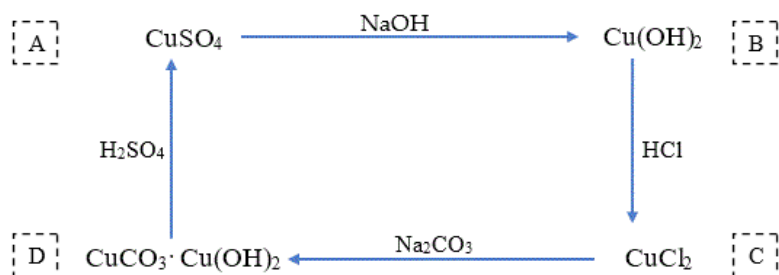


Obr. 13 Experimentální cyklus mědi (Condike, 1975)

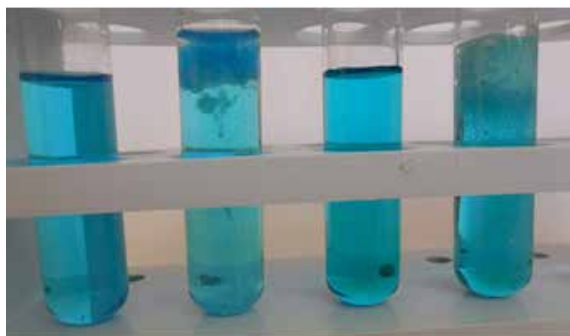
Experimentální cyklus mědi je založen na změnách barvy a skupenství jednotlivých chemických látek. Výchozí látka – měď je červenohnědá pevná látka, která reakcí s kyselinou dusičnou přechází na tmavě modrý roztok dusičnanu měďnatého. Ten reakcí s hydroxidem sodným tvoří světle modrou sraženinu hydroxidu měďnatého. Hydroxid měďnatý zahříváním přechází na nerozpustnou černou látku – oxid měďnatý, který reakcí s kyselinou sírovou poskytuje modrý roztok

síranu měďnatého. Působením železa na síran měďnatý vzniká síran železnatý (zelený roztok) a červenohnědá pevná látka měď, a soubor reakcí se uzavírá. Řada také představuje soubor rozmanitých chemických přeměn, jakými jsou reakce oxidačně-redukční, srážecí apod.

Jednodušší variantou je cyklus mědi na obr. 14 a 15.



Obr. 14 Experimentální cyklus mědi (Kolář, 1994)



Obr. 15 Experimentální cyklus mědi – zleva A, B, C, D (označení dle obr. 14)

Výchozí látkou je modrý síran měďnatý, který reaguje s hydroxidem sodným za vzniku světle modré sraženiny hydroxidu měďnatého. Ten s kyselinou chlorovodíkovou tvoří modrozelený roztok chloridu měďnatého, jehož reakcí s uhličitánem sodným vzniká modrozelená sraženina uhličitanu měďnatého (případně uhličitanu-hydroxidu měďnatého), který s kyselinou sírovou reaguje za vzniku modrého síranu měďnatého.

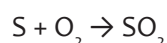
Experimentální cykly mědi po stránce pedagogické splňují beze zbytku požadavky, kladené na školní experiment. Z hlediska požadavků na bezpečnost práce je situace méně příznivá. Pokusili jsme se proto nahradit cyklus mědi cyklem vápníku, který je sice z hlediska barevných změn i typologie chemických reakcí méně výhodný, ale splňuje lépe bezpečnostní požadavky (toxicita látek), pokud jde o jeho použití ve výuce. Ve srovnání s uvedenými cykly mědi je experimentální cyklus vápníku prezentován odlišným způsobem. Je uváděn např. cyklus vápníku v přírodě (Duesing, 1985) nebo proces pálení vápence, hašení vápna a tuhnutí malty, a to v různých podobách (Nuffield Foundation & Royal Society of Chemistry, 2015). Námi navrhovaný cyklus pro inovaci tématu chemické reakce je založen na chemických přeměnách, spojených se změnou skupenství – pevné bílé látky a bezbarvé roztoky.

5.2.2 Predikce vlivu experimentálních cyklů na výuku tématu Chemické reakce

Základní otázkou, související s výukou tematického celku chemické reakce je fakt, proč spolu některé chemické látky reagují a jiné nikoliv,

zda je možné odhadnout, které chemické látky spolu budou reagovat, zda existují obecně platná pravidla, která se vztahují k reaktivitě, nebo je nezbytné vycházet z reálných pokusů apod. Uplatnění deduktivního přístupu ve výuce chemie na základní škole je obtížnou záležitostí jak pro žáky, tak pro učitele. Žáci mohou být informováni o průběhu chemické reakce, který je možné ověřit pomocí reálného experimentu, mohou se pokusit o bližší charakterizaci reakcí podle různých kritérií. Připomeňme v této souvislosti požadavky Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (MŠMT, 2007b), které zohledňují učebnice od základních po vysoké školy. Uvedme v této souvislosti alespoň klasifikaci chemických reakcí podle známých kritérií: 1) podle vnějších změn: reakce skladné (syntéza, chemické slučování), reakce rozkladné (analýza, chemický rozklad), chemické nahrazování (substituce) a podvojná záměna (konverze); podle skupenství: reakce homogenní a reakce heterogenní; podle tepelného zabarvení: reakce exotermické a reakce endotermické či podle typu přenášených částic: reakce acidobazické, reakce oxidačně-redukční a reakce komplexotvorné. Jednotlivé reakce pak mohou být klasifikovány souběžně podle různých kritérií.

Například reakce síry s kyslíkem (hoření síry):



jako:

1. reakce skladná (chemické slučování),
2. reakce heterogenní – síra je pevná látka, kyslík a oxid siřičitý jsou plynné látky,
3. reakce exotermická – při reakci se uvolňuje teplo,
4. reakce oxidačně-redukční – změní se oxidační stavy síry a kyslíku.

Klasifikace a charakteristika jednotlivých typů reakcí umožňuje přiměřeným způsobem zpřístupnit příslušné učivo žákům. S tím souvisí jednoduchá pravidla, napomáhající zařazení jednotlivých reakcí do určitých kategorií, např. změna oxidačního stavu atomů při reakcích oxidačně-redukčních. Obtíže mohou působit klasifikace reakcí např. podle změn skupenství. Vzhledem k omezeným možnostem kontaktu žáků s chemickými látkami může docházet

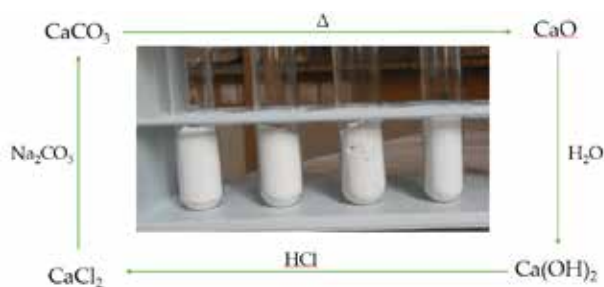
k nesprávným odhadům, pokud jde o skupenství látek. Také vlastní realizace některých kroků cyklu vyžaduje značnou experimentální zručnost.

5.2.3 Návrh struktury vyučovací jednotky k tématu Chemické reakce

Vzhledem k uvedeným okolnostem jsme navrhli laboratorní úlohu (viz příloha II) v rozsahu dvou vyučovacích hodin, zaměřenou na tzv. experimentální cyklus, který je založen na vzájemné přeměně chemických látek na bázi sloučenin vápníku (Kolář *et al.*, 2018). Experimentální cyklus zahrnuje různé typy reakcí, reprezentující chemické vlastnosti sloučenin vápníku a ukazuje na vzájemné souvislosti chemických přeměn, charakteristických pro tento prvek i ostatní prvky téže skupiny (např. hořčík). Navržený experimentální cyklus vápníku

postrádá rozmanitost typů reakcí, barevných změn i změn skupenství, jak tomu je v případě experimentálního cyklu mědi. Proto také se s těmito cykly je možné setkat ve výuce jen v relativně malém počtu případů, které reprezentuje již citovaný cyklus vápníku v přírodě případně cyklus orientovaný na technologické procesy, spojené s každodenním životem: pálení vápence – hašení vápna – tuhnutí malty (obr. 17). V této souvislosti byl navržen cyklus, který je znázorněn na obr. 16. Jedná se o cyklus, tvořený čtyřmi dílčími kroky:

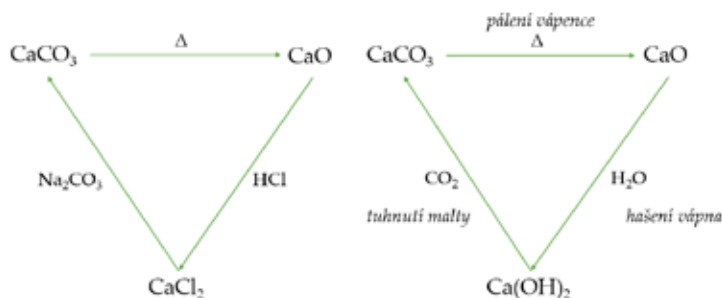
1. termický rozklad uhličitany vápenatého
2. reakce oxidu vápenatého s vodou
3. reakce hydroxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou
4. reakce chloridu vápenatého s uhličitany sodným



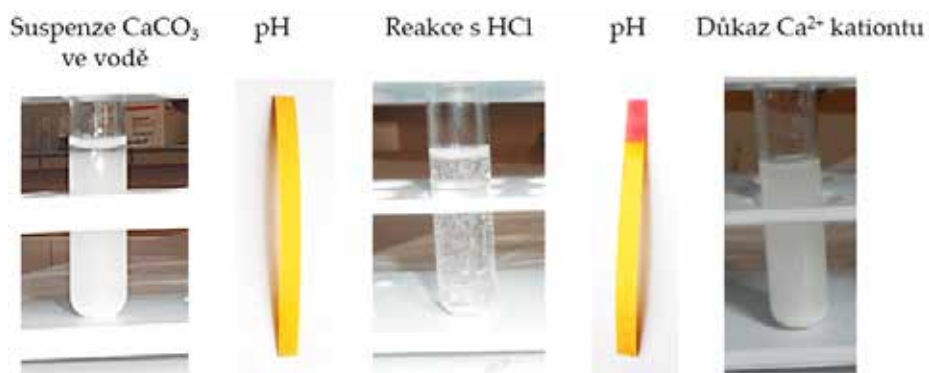
Obr. 16 Experimentální cyklus vápníku (zleva: uhličitany vápenatý, oxid vápenatý, hydroxid vápenatý, chlorid vápenatý)

První dvě reakce představují chemický rozklad a chemické slučování, další je reakce acidobazická (konverze), poslední pak je reakce srážecí (konverze), která vede k produktu, totožnému s výchozí látkou. Cyklus tedy reprezentuje významné základní typy reakcí

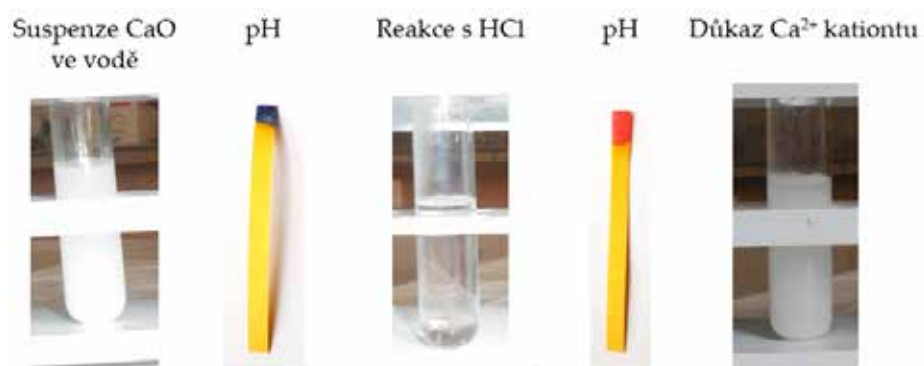
anorganických látek. Vlastní provedení jednotlivých reakcí je možné s vybavením chemických laboratoří na základních školách a s dostupnými chemikáliemi. Jednodušší varianty pak ukazují obr. 17, na kterém jsou znázorněny dva cykly.



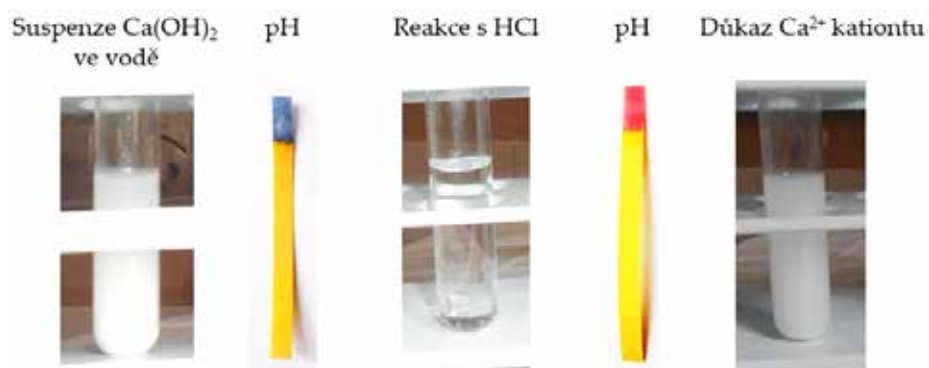
Obr. 17 Alternativy základního cyklu – Vápník



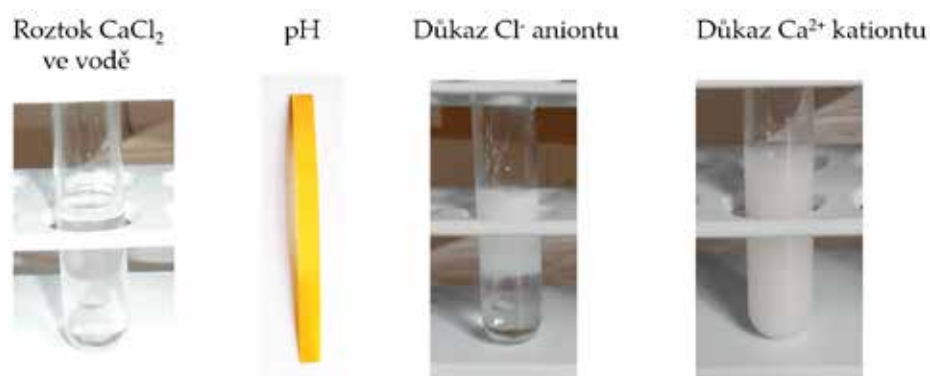
Obr. 18 Zkumavkové testy – uhličitan vápenatý



Obr. 19 Zkumavkové testy – oxid vápenatý



Obr. 20 Zkumavkové testy – hydroxid vápenatý



Obr. 21 Zkumavkové testy – chlorid vápenatý

První z nich znázorňuje soubor reakcí: termický rozklad uhličitanu vápenatého – reakce oxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou – reakce chloridu vápenatého s uhličitanem sodným. Druhý cyklus je zaměřen na známé téma – pálení vápence, hašení vápna a tuhnutí malty. Jednotlivé reakce jsou doprovázeny řadou testů, umožňujících prokázat přítomnost výchozích látek a produktů v reakční směsi. Obr. 18 ukazuje suspenzi uhličitanu vápenatého a pH směsi, reakční směs uhličitanu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou a pH směsi dále pak důkaz přítomnosti vápenatých iontů kyselinou šťavelovou.

Na obr. 19 je znázorněna suspenze oxidu vápenatého ve vodě a její pH, produkt reakce oxidu a hydroxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou včetně pH reakční směsi a opět důkaz kationtu vápenatého pomocí kyseliny šťavelové.

Na obr. 20 je znázorněna suspenze hydroxidu vápenatého a její pH, reakce hydroxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou a pH reakční směsi a sraženinu šťavelanu vápenatého jako produktu reakce, ukazující na přítomnost vápenatých iontů.

Obr. 21 ukazuje vzhled roztoku chloridu vápenatého ve vodě a jeho pH, dále pak důkaz chloridových a vápenatých iontů. Chloridové ionty byly v reakční směsi prokázány reakcí s dusičnanem stříbrným (bílá sraženina dusičnanu stříbrného). Vápenaté ionty byly opět dokázány reakcí s kyselinou šťavelovou jako bílá sraženina šťavelanu vápenatého. Přítomnost vápenatých iontů v reakční směsi lze ve všech případech mimo jiné, dokázat plamenovou zkouškou (cihlově červené zbarvení plamene).

5.2.4 Aplikace modulu Chemické reakce ve výuce

Příprava aplikace experimentálního cyklu vápníku jako modulu pro inovaci tématu Chemické reakce ve výuce byla uskutečněna na základě diskuse s třemi učiteli, kteří detailně prostudovali modul a zvážili okolnosti jeho realizace. Veškeré názory pro i proti byly evidovány a dále využity k optimalizaci postupu implementace vytvořených materiálů ve výuce. Učitelé hodnotili obsah modulu

vesměs pozitivně – „... soubor jsem si přečetl, osobně se mi velmi líbí, nemám nic, co bych k tomu dodal či změnil, naopak, je pro mě inspirací – domnívám se, že i děti ocení navazující experimenty s produkty reakce...“ (R12). Problémy vidí ale zejména v organizaci výuky a v jejím materiálním zabezpečení – „...co nedokážu odhadnout je délka práce – domnívám se, že to za jednu vyučovací hodinu (jak u nás probíhají LP) nestihnu...“ (R12); „... v první řadě si neumím představit praktickou realizaci (ve třídách bývá kolem 25 žáků) a pouze na pár školách mají možnost si třídu rozdělit na laboratorní cvičení do skupin..., „... samostatná práce žáků tak vůbec nepřipadá v úvahu, vzhledem ke složitosti jednotlivých prací...“, „... náročnost prací na pomůcky a chemikálie (už jen sestavit filtrační aparaturu může být na některých školách problém, plynové kahany to samé). Z chemikálií – kyselinu šťavelovou a dusičnan stříbrný také nenajdete téměř nikde (dusičnan je navíc velmi drahý, takže ho vedení nejspíš nezakoupí). Dále máte v materiálu uvedenou reakci s HCl (1:1) – s tou bohužel žáci pracovat nesmějí...“ (R39); „... laboratorní práce provádíme jednu vyučovací hodinu. Proto určitě musím použít kratší verzi...“ (R16). I přesto bylo z hodnocení zřejmé, že jde pro ně o materiál inspirativní a měli snahu ho sami modifikovat pro realizaci výuky – „... určitě to půjde tak, že si jednu hodinu udělají přípravu – aby věděli, co je čeká a další budou „jen“ laborovat...“ (R12); „... budeme ho (modul pozn. aut.) muset upravit celkem dost. Situace na školách není nejlepší a musíme počítat s tím, že hodně škol nemá skoro žádné vybavení a nemůže si dovolit koupit nové. Zároveň musíme brát v potaz, že žáci pracují pomalu (ze své zkušenosti vím, že filtrace ve skupinkách jim zabere 1 vyučovací hodinu) a v rámci dodržení ŠVP nemohou učitelé nad modulem strávit několik vyučovacích hodin. Věřím, že modul společnými silami upravíme ke spokojenosti všech zúčastněných stran...“ (R39); „... určitě musím použít kratší verzi. Přibližně bych postupoval takto. V jedné hodině bych provedl pálení vápna...“ (R16).

Modul byl testován ve výuce chemie na třech základních školách. K tomuto účelu bylo využito metod akčního výzkumu (Nezvalová, 2003). Ve čtyřech třídách se výzkumu zúčastnilo 81 žáků pod vedením tří učitelů. Hodnocení výsledků realizace experimentálního cyklu

vápníku ve výuce učiteli a jejich rozhovory se žáky byly využity k celkovému hodnocení a doplněny náměty na úpravu modulu. Zkušenosti z výuky se staly cenným zdrojem informací, které byly následně využity k úpravám vlastního návodu, ale také k organizační stránce výuky. Jedním z důležitých faktorů realizace modulu ve výuce je hodinová dotace, která byla diskutována již před realizací výuky. Učitelé jsou toho názoru, že jedna hodina není postačující. Doporučují zvýšit hodinovou dotaci „... asi by velmi prospělo, kdyby byly LP zhodinové...“ (R12), „... stihlo by se více kroků...“ (R12), „... časová náročnost – pouze jedna hodina výuky...“ (R39). Zdá se, že hlavním problémem byl první krok cyklu – termické štěpení uhličitánu vápenatého, „... celou vyučovací hodinu žíhali a stejně se nedostali dál...“ (R12), „... tepelný rozklad uhličitánu nebyl dostatečný...“ (R39). Ukázalo se, že i některé další laboratorní operace byly spojeny s různými problémy, „... při filtraci protrhli papír...“ (R12). Z testů, které žáci prováděli, byl nejsložitější důkaz vzniku oxidu uhličitého při termickém rozkladu uhličitánu vápenatého pomocí visuté kapky roztoku hydroxidu vápenatého. „... Problém s kapkou vápenné vody – nicméně každý si jinak vyložil, co je ústí zkumavky, co má pozorovat...“ (R12), „... info o ukončení zahřívání – až se přestane tvořit zákal na tyčince je dosti zavádějící...“ (R39). K dalším testům pak učitelé uvádějí „... reakce s kyselinou šťavelovou také vyšla...“ (R12), „... co bych možná vynechal, nebo uvedl jako úlohu rozšiřující, je kyselina šťavelová – žáci ji neznají...“ (R12). Finálního produktu experimentálního cyklu vzniklo velmi málo „... také vyšla nakonec i sraženina CaCO_3 ...“ (R12), „... vzniklého uhličitánu vápenatého bylo opravdu jen velmi málo...“ (R16). Navzdory problémům a nesrovnalostem, které se během experimentování vyskytly, je hodnocení modulu ze strany vyučujících ale i žáků víceméně pozitivní. Lze očekávat, že po odstranění nedostatků je uplatnění modulu ve výuce perspektivní „... samotná úloha mi přijde skvělá, návaznost jednotlivých kroků na sebe – žáci si ověří, že když nezvládnou jeden, celá práce je špatně, nutí je to k zodpovědnosti a pečlivé práci...“ (R12), „... Přesto, že se jedná o reakce jen s bílými sloučeninami, práce žáky zaujala. Návrat k výchozí sloučenině je zajímavý. Líbí se mi komplexnost navrhovaného cyklu...“ (R16). Navržený cyklus

mám v úmyslu využít ve výuce nadále...“ (R16). Objevily se i kritické názory „... tato LP není příliš vhodná na ZŠ: vybavení, časová náročnost, ...“ (R39). Poznatky vycházející ze zkušeností se zařazením modulu do výuky na základní škole nás motivovaly k dalším úpravám náplně modulu, které měly napomoci odstranění výše citovaných nedostatků a tak dále experimentální cyklus vápníku přiblížit podmínkám k experimentální činnosti v oblasti chemie na základních školách.

Na základě vyhodnocení všech komentářů od zainteresovaných učitelů byly zpracovány různé alternativy návrhů na úpravu experimentálního cyklu vápníku. Z jejich vyjádření před i po realizaci výuky vyplývá, že modul byl z hlediska ideového záměru přijat veskrze příznivě. K vlastní realizaci ale měli řadu připomínek, které anticipovali již při hodnocení připravených materiálů. Především jde o hodinové dotace. Dále se domnívají, že modul nelze realizovat během dvou vyučovacích hodin v plném rozsahu. Ještě obtížnější je situace, kdy praktickým cvičením je věnována pouze jedna hodina výuky. V podstatě se shodují v názoru, že vzhledem k vybavení škol a hodinovým dotacím, velkému počtu žáků, obtížné dostupnosti některých chemikálií, ale i náročnosti provedení určitých laboratorních operací bude nezbytné modul dále upravovat. Pokud jde o vlastní realizaci modulu, zřejmě největší potíže se ukázaly být s prvním krokem experimentálního cyklu – tepelným rozkladem uhličitánu vápenatého. Lihový kahan, ale i standardní kahan na zemní plyn nebyl pro tento záměr dostatečně vyhovující. Nicméně podmínky žíhání uhličitánu vápenatého se podařilo optimalizovat a připravit určité množství oxidu vápenatého, i když problém termického rozkladu uhličitánu vápenatého nebyl zcela vyřešen. S určitými obtížemi byla spojena také reakce hydroxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou, kdy docházelo k jejímu předávkování. Vznikly i problémy s důkazem vápenatých iontů kyselinou šťavelovou atd. Názory učitelů na vlastní provedení experimentálního cyklu jsou z tohoto pohledu jak dosti kritické (časová náročnost, vybavení laboratoře, potřebné chemikálie aj.), tak ale i příznivé – soubor úloh učí žáky pečlivosti, přesnosti a zodpovědnosti v experimentální práci, cyklus nabízí realizaci souboru

základních typů reakcí, reprezentujících významné typy vzájemných přeměn chemických látek. Jeden z učitelů navrhl uskutečnit tepelný rozklad uhličitany vápenatého jako demonstrační pokus s tím, že ostatní experimenty provedou sami žáci včetně vypracování závěrečných protokolů. Též uvádí, že experimentální cyklus se žákům líbil, i když nebyl spojen s barevnými změnami reaktantů. Dle jeho názoru je přínosem komplexnost navrhovaného cyklu, který se nevztahuje pouze k provádění vlastních experimentů, ale týká se bližšího poznávání různých typů reakcí, a to ve spojení s názvoslovím, chemickými výpočty, se způsobem vedení poznámek o experimentu a formulace závěrů aj. Veškeré zkušenosti respondentů z ověřování modulu byly použity při jeho revizi a dalších úpravách.

5.2.5 Další vývoj modulu Chemické reakce

Na základě poznatků a zkušeností z realizované výuky na třech základních školách, diskuzí s učiteli a žáky, byly navrženy alternativy úprav modulu a nadále je i otevřen prostor pro další diskusi a případné inovace.

Původně navržený experimentální cyklus zahrnuje základní typy chemických reakcí, které lze klasifikovat podle různých kritérií: chemický rozklad, chemické slučování, chemické nahrazování (reakce acidobazické) a podvojná záměna (reakce heterogenní, reakce srážecí).

V tomto smyslu cyklus splňuje původní záměr modulu pro inovaci učitelů detekovaného kritického místa počáteční výuky chemie, kterým chemické reakce bezesporu jsou. Změna skupenství reaktantů se ukázala být postačujícím identifikačním prvkem, i když jednotlivé

reakce nejsou doprovázeny barevnými změnami. Příznivé je i toxikologické hodnocení jednotlivých chemických látek cyklu vápníku ve srovnání se známým cyklem mědi. Vlastní realizace experimentálního cyklu vápníku ale vyžaduje řadu úprav. Nejvíce obtíží je spojeno s prvním krokem cyklu – tepelným rozkladem uhličitany vápenatého. K ohřevu nelze použít lihový kahan, vhodný není ani plynový kahan (např. Bunsenův nebo Tecluho), optimální se jeví být použití Meckerova kahanu. Riziko spojené s intenzivním ohřevem – roztavení skleněné zkumavky – lze odstranit použitím porcelánového kelímku nebo porcelánové misky. Tento postup však vyžaduje adekvátní vybavení pomůckami (stojan, kruh, trojúhelník, kelímek, síťka, miska aj.). Jak jsme již uvedli, navrhl jeden z respondentů, aby první krok byl realizován učitelem v podobě demonstračního experimentu a s produktem tepelného rozkladu – oxidem vápenatým – pak mohli pracovat již žáci. Důkaz přítomnosti vápenatých iontů ve sloučenině lze provést kyselinou šťavelovou nebo alkalickým šťavelanem, vyloučí se bílá sraženina šťavelanu vápenatého tak, jak již bylo uvedeno v návodech jednotlivých kroků experimentálního cyklu. Jinou alternativu představuje reakce s alkalickým fosforečnanem, vzniká bílá sraženina fosforečnanu vápenatého. Přítomnost vápníku, jak již bylo připomenuto dříve, lze dokázat i plamenovou zkouškou. Důkaz chloridových iontů lze snadno provést dusičnanem stříbrným (vzniká bílá sraženina chloridu stříbrného). Změny pH při reakcích lze sledovat indikátorovým papírkem.

Následně byl tedy připraven návrh úpravy modulu, s přihlédnutím k připomínkám respondentů, který byl dále ověřován v laboratoři a následně v pedagogické praxi.

Tepelný rozklad uhličitany vápenatého. (demonstrační pokus – provádí učitel)

1. Tepelný rozklad uhličitany vápenatého se provádí na porcelánové misce nebo v porcelánovém kelímku.
2. K zahřívání je použit výkonný kahan (např. Meckerův, účinné je obzvláště přímé zahřívání plamenem).

Reakce oxidu vápenatého s vodou. (frontální pokus – provádějí žáci)

1. Produkt tepelného rozkladu se smíchá s vodou a po cca 5 min. stání zfiltruje na skládaném filtru.
2. K dalším reakcím lze použít přímo směsi produktu tepelného rozkladu s vodou.

Reakce hydroxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou. (frontální pokus – provádějí žáci)

1. K reakci s hydroxidem vápenatým se použije kyselina chlorovodíková o nižší koncentraci.
2. K reakci s kyselinou chlorovodíkovou je možné použít přímo suspenze hydroxidu vápenatého
3. Důkaz vápníku lze provést vodným roztokem kyseliny šťavelové nebo šťavelanu sodného.
4. K důkazu vápníku lze použít vodných roztoků alkalických fosforečnanů.

Reakce chloridu vápenatého s uhličitánem sodným. (frontální pokus – provádějí žáci)

5.2.6 Závěr

Experimentální cykly se vyznačují významným motivačním efektem, který u realizátorů experimentů vyvolává potřebu dospět úspěšně k finálnímu produktu, který je zároveň i výchozí látkou cyklu. Tento přístup vykazuje určité prvky dobrodružství, zároveň však i racionálního uvažování, zdravé soutěživosti atd. Žáci se na poměrně malé ploše setkávají s řadou různých typů chemických přeměn, které lze indikovat pomocí jednoduchých zkoumavkových testů, detekčních papírků apod. Experimentální cyklus vápníku je jakýmsi

protipólem známého cyklu mědi. Dosavadní zkušenosti z praxe ukázaly, že navzdory řadě problémů s realizací obzvláště prvního kroku byl experimentální cyklus příznivě hodnocen učiteli i žáky. Do budoucna předpokládáme, že první krok projektu bude realizován učitelem jako demonstrační pokus, další tři kroky pak formou frontálního pokusu budou provádět žáci. Dle našich zkušeností představují experimentální cykly určitou alternativu poznávání přeměn chemických látek, která by se mohla stát objektem dalšího zkoumání a následného využití v pedagogické praxi.

5.3 Modul Chemické rovnice a jejich vyčíslování

5.3.1 Úvod

Vzdělávací oblast Člověk a příroda spojuje obory zaměřené na praktické poznávání a logické myšlení. Oblíbenost přírodovědných předmětů, zejména fyziky a chemie, patří u žáků českých škol dlouhodobě opakovaně mezi nejnižší (Höfer & Svoboda, 2005; Rusek 2013). Současně zájem o chemická témata ve výuce u patnáctiletých žáků je v rámci OECD hluboce pod průměrem (Mandíková, 2009). V chemii je malá obliba dána hlavně vyšší mírou abstrakce učiva, propojením s matematikou a vlastní terminologickou náročností oboru, tedy chemickým názvoslovím.

Mezi kritická místa počátečního chemického kurikula byla na základě polostrukturovaných rozhovorů s vyučujícími základních škol zařazena i problematika zápisu a vyčíslování chemických rovnic. Toto téma není většinou v používaných učebnicích zpracováno samostatně (např. Beneš, Pumpr & Banýr., 1993, Škoda & Doulík, 2006). Problémem může být zřejmá návaznost na matematiku a nutná znalost chemické symboliky, tedy základů názvosloví. Žáci si v zápisu chemické rovnice zřídka představí něco konkrétního, praktického a ze života. Učivo se stává přístupnějším s využitím názorných prostředků výuky, v chemii hlavně s využitím pokusů, jejich modelováním, animací, případně i využitím videa. Vzhledem k tomu, že chemický děj, a tedy chemické reakce, nás doprovázejí na každém kroku, je třeba tyto děje žákům vhodně zprostředkovat. Součástí Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) je ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda v jejím vzdělávacím oboru Chemie mezi konkretizovaným učivem uveden také Zákon zachování hmotnosti (MŠMT, 2017b). Mezi výstupy pak např.: „...přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu...“ (MŠMT, 2017b, s. 68). Zákon zachování hmotnosti nicméně souvisí se schopností umět chemickou rovnici správně dopočítat, tedy vyčíslit, protože bez vyčíslené rovnice nemůže žák většinou počítat ani hmotnosti reaktantu či produktu.

Možnost realizovat téma chemické reakce současně s jejich popisem pomocí chemických rovnic a následně i s jejich vyčíslováním v samostatném bloku s využitím reálného demonstračního pokusu by měla přispět k poklesu kritičnosti tématu Chemické rovnice. Experimentální činnosti zařazené do tohoto tradičně hodně teoreticky pojímaného tématu by měly zvýšit zájem a aktivitu žáků. Současně to vyžaduje i důkladné procvičování formou práce s pracovními listy a dalšími aktivizačními materiály.

5.3.2 Návrh struktury a obsahu vyučovací jednotky k tématu Chemické rovnice a jejich vyčíslování

Pro potřeby ověření účinnosti navrhovaného metodického postupu modulu byly vytvořeny dvě prezentace, každá z nich je plánována pro jednu vyučovací hodinu. V prezentacích je několik cvičení pro žáky bezprostředně navazujících na problematiku chemických rovnic. Součástí materiálů jsou pracovní listy a pexeso, které jsou určeny k dalšímu procvičení a evaluaci. V neposlední řadě je popsán a navržen známý a jednoduchý pokus slučování kovu s nekovem, který, použitý jako demonstrační, umožňuje propojení teoretických základů s praktickým poznáním. Prezentace v programu PowerPoint (alternativně OpenOffice.org Impress) byla zvolena kvůli její popularitě mezi vyučujícími a efektivitě jejího využití ve výuce (Urbanová, 2012) – viz přílohy IV a V.

Hlavní myšlenkou použitých prezentací bylo v první řadě soustředit pozornost žáků na to nejpodstatnější, co zápis chemické rovnice a její vyčíslování obnáší. Vzhledem k tomu, že chemická rovnice je v podstatě matematický a symbolický zápis chemického děje, vyjádřeného řečí běžně ve větě, je v první prezentaci kladen zvýšený důraz na práci s textem a jeho porozumění.

Pro lepší názornost učiva byl v modulu vybrán a doporučen demonstrační pokus slučování železa se sírou, popřípadě zinku se sírou, který je popsán v různých učebnicích chemie (např. Beneš, Pumpr & Banýr, 1993, s. 89, Škoda & Doulík, 2006, s. 88, Šibor, Plucková & Mach,

2011, s. 41). Tento pokus je předně nenáročný na vybavení, prostor a chemikálie, a zároveň jeho realizace může probíhat rozmanitými způsoby. V prezentaci „Zápis chemické reakce pomocí rovnice“ (viz příloha IV) jsou vloženy hypertextové odkazy k videím tohoto pokusu na různých URL adresách. V některých provedeních tento pokus navíc umožňuje názornou demonstraci zákona zachování hmotnosti.

K procvičování učiva byly vytvořeny pracovní listy (příklad viz příloha VI), které představují materiál použitelný pro ověření kompetencí žáků k řešení problémů i s důrazem na proměnlivost a možnost zvolit vlastní postup. Například místo klasické matematické rovnice lze při vyčíslování chemických rovnic postupovat úvahou. Pro využití hravosti žáků, a jako další forma nenásilného procvičení učiva, je součástí modulu pexeso sestavené z několika jednoduchých chemických rovnic, které se objevují v učebnicích chemie pro ZŠ (viz příloha VII).

5.3.3 Aplikace a hodnocení modulu Chemické rovnice a jejich vyčíslování ve výuce

Modul Chemické rovnice a jejich vyčíslování byl ověřen deseti vyučujícími na jedenácti různých školách. Rozmanitá byla velikost tříd

i ročníky a fáze výuky tématu Chemické reakce. Někteří vyučující pojali ověřování modulu jako úvodní vyučovací hodiny k tématu Chemická reakce: „... moduly budou ověřovány ve třídách osmých v průběhu měsíce listopadu i bez znalosti názvů sloučenin...“ (R16), jiní využili modul pro opakování a procvičování učiva: „... ověřovalo se v deváté třídě, jako opakování chemických rovnic, které neustále procvičujeme od 8. třídy...“ (R2), „... obě části modulu byly ověřovány ve třech devátých třídách dvou různých ZŠ...“ (R39). Modul byl tedy ověřován většinou v osmých, ale i v deváté třídě ZŠ.

Někteří vyučující využili jen prezentace a pokus: „... při ověřování modulu byla použita prezentace i doporučený pokus...“ (R24), jiní využili i pracovní listy: „... oba moduly byly plně využity – jak prezentace, tak i pracovní listy...“ (R28), „... využity byly všechny materiály, pokus byl proveden demonstračně...“ (R 8). Pokus byl většinou využit jako demonstrační a vyučující dali přednost slučování železa se sírou namísto zinku. V jednom případě byl navržený pokus slučování železa se sírou využit i jako součást laboratorní práce (viz obr. 22): „... pokus slučování železa a síry jsme připravili a udělali jako laboratorní práci i s demonstrací magnetičnosti železa a ve všech různých navržených variantách provedení podle metodického listu...“ (R38)



Obr. 22 Slučování síry se železem při laboratorní práci (foto R38)



Obr. 23 Demonstrace magnetičnosti železa před reakcí (foto R38)

Vyučující hodnotili využití modulu pozitivně. Někteří používají při výuce tématu Chemické reakce a jejich vyčíslování stejný pokus, nebo i pokusy a další rovnice: „...já používám na vysvětlení vyčíslování také $C + O_2$, $S + O_2$, potom tedy $Mg + O_2$, včetně obrázků, protože to vše doplním reálným pokusem, občas rozklad hypermanganu, když žáci zvládají $KMnO_4$, samozřejmě $Zn + HCl$, zopakujeme, efektní pokus, děti ho mají rády... a navazují hořením vodíku s kyslíkem... shodujeme se v didaktice, a není to nic, co bych nějak extrémně dělal jinak – vlastně to znamená, že mi to takhle nějak vyhovuje...“ (R34) Někteří vyučující pracují podobně: „...moje výuka je velmi podobná ověřovacímu modulu...“ (R2) Jiní postupují ve výuce také v souladu s vytvořeným obsahem modulu, využívají pokusy, navržené v učebnicích chemie pro ZŠ: „...shodujeme se v tom, jak danou kapitolu vyučujeme. Tento experiment $Zn + S$ pravidelně provádím, je z učebnice Beneše a Pumpra, (Beneš, Pumpr & Banýr, 1993 s. 89, pozn. autorů) tuším, že v kapitole „sulfidy“...“ (R34)

Velmi častým problémem výuky chemie na základní škole obecně je podle respondentů nízká schopnost žáků řešit základní matematické operace: „...neustále při úpravě rovnic narážíme na problém matematiky, sčítání, násobení...“ (R39) „...dopočítávání rovnic vázlo na tom, že neovládají základní matematické operace. Tady vidím kritickou část výuky tohoto tématu...“ (R38) „...narážím neustále na problémy s matematikou, postup propočítávání většina žáků zvládá bez problémů, ale opakovaně dělají chyby v malé násobilce...“ (R35)

„... horší je to s vyčíslováním rovnic, ale velmi to koresponduje se známkami z matematiky...“ (R22) Souvisí to i s tím, že mnoho schopných žáků dá přednost studiu na víceletém gymnáziu: „...v modulu „Dopočítávání chemických rovnic“ bude zařazeno před výklad dopočítávání koeficientů procvičení prostého spočítání atomů od každého prvku v různých počtech molekul od různých sloučenin. Některým to dělá kupodivu potíže a pokračování u nich není možné. Prostě matematická realita na základních školách, kdy nám mnohé žáky vyberou gymnázia...“ (R16) „...pokud si vzpomínám, na minulé škole, v „běžných třídách“ – což znamená v těch, odkud všichni alespoň průměrní žáci odešli, byla výuka přírodních věd úplně o něčem jiném, tam jsme skončili více méně u toho, že ví, že existuje něco jako chemická rovnice...“ (R34) Tyto hlavní příčiny nižší úspěšnosti žáků v chemii se opakovaly téměř ve všech odpovědích respondentů.

Pro další zpětnou vazbu z aplikace modulu ve výuce byl využitý dotazník sestavený z 20 otázek s pětistupňovou hodnotící škálou (viz příloha XVIII B). Z jeho vyhodnocení vyplývá, že podle názorů vyučujících jsou žáci schopni si s pomocí modulu lépe zapamatovat základní termíny týkající se tématu Chemická rovnice. Dobře tyto pojmy rozlišují a používají ve správných souvislostech. Většina vyučujících uvádí, že snížení míry kritičnosti tématu u žáků spočívá ve výraznějším procvičování a využití reálného pokusu. Zároveň ale uvádí, že vyšší efekt má animace a videozáznam chemického děje. Podle vyučujících došlo ke snížení kritičnosti výuky tématu prostřednictvím

navrženého modulu, což uváděli jak v dotazníku, tak v související e-mailové korespondenci: „...takže můj závěr je, že zmíněný materiál pomáhá snížit kritičnost uvedených témat...“ (R34) „...použitá metodika zřejmě vedla ke snížení míry kritičnosti...“ (R28) „...to, jestli byla pozorována výrazná změna a jestli jsou výsledky stále kritické, zatím nemohu objektivně posoudit, osobně si myslím, že ano...“ (R8)

5.3.4 Další vývoj modulu Chemické rovnice a jejich vyčíslování

Téma Chemické reakce se součástí Chemické rovnice je samostatnou kapitolou RVP ZV vzdělávací oblasti Člověk a příroda vzdělávacího oboru Chemie. Mezi očekávané výstupy patří mimo jiné: „...rozlišení výchozích látek a produktů chemických reakcí, přečtení chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítání hmotnost výchozí látky nebo produktu...“ (MŠMT, 2017b, s. 68). Významným výchozím prostředkem pro realizaci výuky tématu chemické reakce a rovnice je určité pokus/experiment, jako její zhmotnělá a názorná podoba. Ačkoliv je na našich školách chemický pokus/experiment využíván relativně hojně a jeho efektivita je značná (Solárová, 2007, Koloros, 2011, Sloup, 2014), v kontextu vysvětlení Zákona zachování hmotnosti a zápisu a vyčíslování chemických rovnic v používaných učebnicích doporučován zpravidla není. I využití prezentací ve výuce je našim vyučujícím vlastní a nečiní jim v současnosti žádné problémy, jak z hlediska osobní zkušenosti, tak i z hlediska vybavení škol (Urbanová & Čtrnáctová, 2010). Ideální se tedy jeví dle našeho názoru kombinace obojího. Jistá snížená míra aktivity žáka při používání prezentací může být kompenzována využitím pokusu ať už demonstračního nebo ještě lépe žákovského přímo v běžné vyučovací hodině nebo v laboratorní práci. Podle reakcí vyučujících spolupracujících na ověřování tohoto modulu (v akčním výzkumu) se značné problémy žáků objevují především v aplikaci základních matematických operací, tedy je zřejmé, že určité penzum času vyhrazené výuce chemie na ZŠ je využito k osvojování matematických postupů a jejich procvičení.

Základní doporučení od vyučujících je např. postupovat v učivu od jednoduššího ke složitějšímu, a to i v uvedených zápisech chemických

reakcí: „...navrhované rovnice k procvičení si raději seřadím podle počtu látek. Nejprve ty, kdy je jeden produkt nebo jedna výchozí látka...“ (R16). Další námět je nedávat řešení dílčích úkolů v prezentacích žákům k dispozici příliš brzy a tím je nutit k přemýšlení: „...v prezentaci by bylo dobré u prvního slidu neukázat žákům rovnici hned, nechat ji zapsanou pouze slovně, aby sami zkusili zapsat...“ (R24). Dalším užitečným doporučením je zvýšená četnost procvičování a opakování základních poznatků výuky chemie: „...opakování je matka moudrosti. Na minulé i současné škole jsem měl výhodu, 3 hodiny Ch týdně, takže byl prostor na vysvětlení, procvičování, takže já jsem pro procvičování...“ (R34), „...nezbývá než stále procvičovat a opakovat. Procvičujeme v chemii velmi často, je na to ale málo času...“ (R38). Zde je limitem hodinová dotace chemie v počáteční výuce, která je ve velké míře v kompetenci ředitelů a zřizovatelů škol. Problém je také, že to, co se v hodinové dotaci přidá chemii, se obvykle ubere např. fyzice nebo přírodopisu, tedy dalším přírodovědným předmětům vzdělávací oblasti Člověk a příroda.

5.3.5 Závěr

Výsledky akčního výzkumu potvrdily předpoklady a zároveň přinesly u většiny zainteresovaných vyučujících pozitivní odezvu. Byla zaznamenána subjektivně i objektivně kladně hodnocená změna přístupu žáků k tématu Chemické reakce a jejich zápis a Vyčíslování chemických rovnic. Obě témata patří k tématům abstraktním, vyčíslování rovnic je navíc v úzkém vztahu se základními matematickými operacemi a postupy. V tom je možná příčina kritičnosti a obtížnosti. Možné a jednoduché propojení teoretických základů s reálným pokusem může snížit nároky na představivost a podpořit i zvědavost a zájem žáků o chemii. V moderních učebnicích chemie (např. Škoda & Doulík, 2006, Šibor, Plucková & Mach, 2011) jsou především proto k dispozici videozáznamy základních chemických dějů společně s efektními pokusy. Komplexní pojetí tématu formou modulu o čtyřech částech umožňuje vyučujícím využít řadu postupů a je možné tedy tento materiál doporučit k obecnému používání tak, jak to vyplynulo z reakcí spolupracujících učitelů, viz příloha XVIII B.

5.4 Modul Výpočty z chemických rovnic

5.4.1 Úvod

Z rozhovorů s učiteli, které byly využity k identifikaci kritických a klíčových míst počátečního chemického kurikula, vyplynulo, že takovým místem jsou různé typy výpočtů. Patří sem výpočet molární hmotnosti prvku či sloučeniny, látkového množství, vyjadřování složení roztoků hmotnostním zlomkem, popř. látkovou koncentrací, aplikace definičního vztahu pro hustotu a výpočty z rovnic. Z hlediska míry kritičnosti se jednotlivé typy výpočtů liší. Chemické výpočty obecně považuje za kritické učivo více než polovina dotázaných, ale zdaleka ne všichni učitelé při rozhovorech výpočty diferencovali. Z porovnání jednotlivých typů výpočtů vyplývá, že nejhůře jsou na tom výpočty z chemických rovnic, které označilo jako kritické místo 39 % učitelů. Podstatné je, že více než čtvrtina učitelů pokládá chemické výpočty za klíčové učivo, ale výpočty z chemických rovnic jsou důležité pouze podle 10 % z nich. To koresponduje se skutečností, že výpočty z rovnic nejsou zařazeny do školních vzdělávacích programů (ŠVP) všech škol, včetně těch, jejichž učitele jsme oslovili. Výše uvedené výsledky vedly k jednoznačnému závěru, že jedním z připravovaných modulů pro inovaci počáteční výuky chemie budou i výpočty z chemických rovnic.

Během rozhovorů jsme se společně s učiteli zamýšleli nad příčinami problémů. Ty by se daly shrnout do následujících bodů:

- žáci nejsou schopni aplikovat matematické znalosti (úpravy výrazů, řešení rovnic s jednou neznámou, přímá úměrnost – trojčlenka, numerické výpočty),
- žáci nerozumí textu (nedokáží ze slovního zadání úlohy vybrat potřebné údaje, nechápou, co mají vypočítat),
- žáci nedokáží využít a propojit dříve získané vědomosti a dovednosti (názvosloví, zápis a úprava chemických rovnic, výpočet molární hmotnosti),
- žáci mají nedostatečnou úroveň logického myšlení.

Z hlediska výpočtů z chemických rovnic je podstatná právě kumulace problémů s předchozím

učivem. V okamžiku, kdy žáci nezvládají názvosloví, nedokáží zapsat rovnici dané reakce a nejsou schopni určit poměr mezi látkovým množstvím reagujících látek, což je princip, na kterém jsou výpočty z rovnic založeny. Z toho plyne, že předpokladem pro zvládnutí výpočtů z rovnic je bezpodmínečně nutné zvládnutí základů názvosloví a zápisu chemických rovnic. Pro odstranění těchto kritických míst byly navrženy samostatné moduly (viz kap. 5.3, 5.7 a 5.8). Ostatní příčiny, uvedené výše, jsou společné i pro další typy chemických výpočtů (viz kap. 5.1). Navíc neschopnost aplikovat matematické znalosti je problém, na který narážejí nejen učitelé chemie, ale i dalších předmětů, především fyziky. Velmi složitá situace nastává i v případě porozumění textu. V obou případech je zlepšení možné pouze za předpokladu cílené a soustavné spolupráce učitelů dané školy napříč obory.

Důležitým krokem při výpočtech z chemických rovnic je matematizace problému. Tento krok je pro žáky často obtížný, protože si jej nedokáží propojit s konkrétní situací. Proto jsme úvodní hodinu založili na jednoduchém experimentu, který žákům pomůže pochopit souvislost mezi množstvím výchozích látek a množstvím produktů.

V následujícím textu je stručně popsán návrh modulu, který by měl pomoci učitelům a žákům odstranit problémy s výpočty z chemických rovnic, kompletní modul je v přílohách VIII a XI. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (MŠMT, 2017b) v souvislosti s touto tematikou vymezuje následující očekávané výstupy: „...žák přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu...“. Z nich plynou dílčí cíle:

- žák chápe vzájemnou souvislost mezi množstvím výchozí látky a množstvím produktu,
- žák dokáže na základě chemické rovnice určit poměr molárních hmotností reagujících látek,
- žák je schopen vypočítat hmotnost produktu ze znalosti hmotnosti výchozí látky,

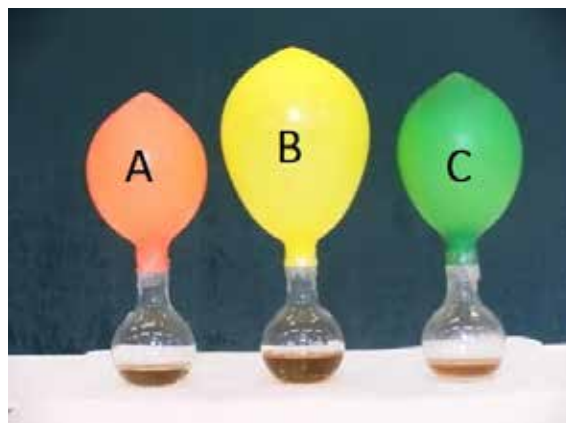
- žák je schopen vypočítat hmotnost výchozí látky potřebné k získání dané hmotnosti produktu.

5.4.2 Návrh struktury vyučovací jednotky k tématu Výpočty z chemických rovnic

Chemické výpočty žáci většinou nechápou jako aplikaci matematiky na konkrétní situaci v jiném oboru, ale považují je za další „hodiny matematiky“. Aby si žáci uvědomili souvislosti mezi probíhající chemickou reakcí, jejím zápisem chemickou rovnicí a množstvím reagujících látek, je navržený modul založen na reálném chemickém experimentu. Návrh modulu, který je v přílohách VIII a IX, je rozdělen na materiál pro učitele (VIII) a materiál pro žáky (IX). Materiál pro učitele obsahuje podrobný popis vyučovací jednotky včetně zadání úloh a jejich řešení. Materiál pro žáky je možné vytisknout a rozdat žákům.

Návrh modulu předpokládá, že výpočtům z rovnic budou v optimálním případě věnovány tři vyučovací hodiny. Jednotlivé hodiny jsou koncipovány tak, aby se žáci s problematikou výpočtů z chemických rovnic seznamovali postupně, po jednotlivých malých krocích. Nejprve se žáci naučí vypočítat hmotnost produktu ze zadané hmotnosti výchozí látky. V první vyučovací hodině řeší úlohy vycházející z rovnic s výhradně jednotkovými stechiometrickými koeficienty. Druhá vyučovací hodina je zaměřena na vliv stechiometrických koeficientů. Závěrečná hodina je věnována především procvičování, ale současně také úlohám, kdy se naopak určuje množství výchozí látky, které je třeba na přípravu produktu o dané hmotnosti. Tento, na první pohled zbytečný, krok je pro žáky, kteří se s problematikou setkávají poprvé, velmi důležitý. Žákům, kteří mají potíže s porozuměním textu, se oba způsoby zadání mohou jevit jako dva naprosto odlišné typy úloh.

V počáteční fázi výkladu doporučujeme, aby příslušnou chemickou rovnicí zapsal sám učitel. Tím se v počátcích eliminují problémy s názvoslovím a úpravou chemických rovnic a žáci se tak mohou plně soustředit na podstatu samotného výpočtu. Tímto nerezignujeme na snahu docílit toho, aby v konečné fázi žáci byli schopni vyřešit úlohu komplexně včetně

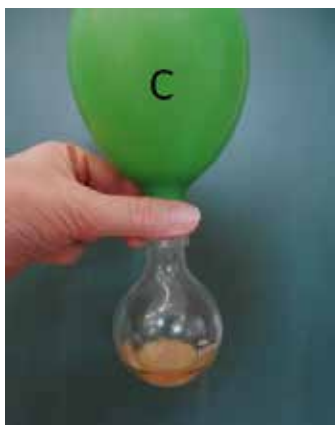


Obr. 24 Vznik oxidu uhličitého – stav po reakci

správného zápisu chemické rovnice. Jen je třeba, aby učitel zvyšoval nároky postupně. Samozřejmě konečné rozhodnutí, zda hned v úvodu po žácích chtít, aby sami zapsali příslušnou chemickou rovnici, je na učiteli a hodně závisí také na schopnostech konkrétních žáků ve třídě. Při tvorbě modulu bylo respektováno ještě další omezení. Výpočet hmotnosti reagujících látek se nekombinuje s přepočtem hmotnosti a objemu plynů či množstvím rozpuštěné látky v roztoku o dané koncentraci. Toto se řeší až na vybraných středních školách.

Stěžejní je první vyučovací hodina, která je úvodem do problematiky. Jejím výstupem by mělo být pochopení základního principu, tedy závislosti množství produktu na množství výchozích látek. Pro demonstraci je zvolena jednoduchá reakce jedlé sody s octem, která je snadno proveditelná ve školních podmínkách. V prvním pokusu nejde o přesnou kvantifikaci, žáci porovnávají množství vzniklého oxidu uhličitého na základě velikosti nafouknutého balonku pro tři varianty, které se liší množstvím použité jedlé sody a octa. Situace po reakci je zachycena na obr. 24.

Varianta A představuje základní dávkování, kdy jsou látky ve stechiometrickém poměru (přesné dávkování je v příloze VIII). Varianta B odpovídá dvojnásobnému množství obou výchozích látek. Zajímavá je varianta C, kdy se zdvojnásobí pouze množství jedlé sody. Vstupní látky tak nejsou ve stechiometrickém poměru a množství vzniklého CO_2 je stejné jako v případě A. Jedlá soda, která byla v přebytku, nezreagovala úplně, a její zbytek je po reakci



Obr. 25 Nezreagovaný přebytek jedlé sody

dobře viditelný na dně baňky (viz obr. 25). Učitel vede se žáky dialog a jednoduchými otázkami je dovádí k závěru, že množství produktu je přímo úměrné množství použitých látek.

Pro další postup výkladu je třeba množství reagujících látek kvantifikovat. Z tohoto důvodu jsme v původní verzi modulu navrhli experiment známý pod názvem „sopka na stole“. Jedná se o tepelný rozklad dichromanu amonného, přičemž vzniká pevný oxid chromitý, dusík a vodní pára. Pokus je jednoduchý, rychlý a výsledek vážení vzniklého Cr_2O_3 poskytoval velmi dobrou shodu s teoreticky vypočtenou hodnotou. Byť se jednalo o demonstrační pokus učitele, museli jsme jej nahradit jiným experimentem, protože z bezpečnostních důvodů nemají v současné době na základních školách dichroman ve svých sbírkách. Hledali jsme tedy jiný pokus, kdy se dají vznikající produkty snadno zvážit. Jako nejvhodnější se nám jeví opět reakce jedlé sody s octem, tentokrát v jiném uspořádání. Hmotnost vzniklého CO_2 zjistíme jako rozdíl mezi celkovou hmotností výchozích látek včetně kádinky a hmotností kádinky s roztokem octanu sodného. Experiment provedeme se dvěma různými navážkami výchozích látek. Celý postup tohoto experimentu je podrobně popsán v příloze VIII. Následně porovnáme hmotnost jedlé sody a vzniklého CO_2 při obou pokusech a molární hmotnosti obou látek. V tomto okamžiku můžeme k řešení použít trojčlenku, kterou by žáci měli znát z hodin matematiky.

V dalších dvou vyučovacích hodinách je pozornost soustředěna na to, jaký vliv na postup výpočtu mají stechiometrické koeficienty. Postupným řešením úloh, které jsou uvedeny v příloze A (materiál pro žáky) se žáci naučí vypočítat hmotnost produktů i výchozích látek, a to i v případech, kdy v rovnici nevystupují jen jednotkové stechiometrické koeficienty. Pokud hodinové dotace učiteli neumožní výpočtům z chemických rovnic věnovat tři vyučovací hodiny, je možné obsah druhé a třetí hodiny částečně zredukovat a spojit je do jedné.

5.4.3 Aplikace a hodnocení modulu Výpočty z chemických rovnic

Ověřování modulu na téma Výpočty z chemických rovnic proběhlo na čtyřech základních školách. K posouzení navrženého modulu byl využit dotazník, v němž čtyři učitelé hodnotili celkem 20 okruhů. Přehled hodnocených okruhů a sumarizace odpovědí učitelů jsou uvedeny komplexně v příloze VIII. K doplnění konkrétních souvislostí aplikace modulu v praxi jsme poté ještě využili rozhovory se zapojenými učiteli.

Z uvedených voleb učitelů v jednotlivých školách dotazníku vyplývá ve většině případů kladné hodnocení navrženého modulu. Tři ze čtyř učitelů soudí, že žáci pochopili závislost mezi množstvím výchozích látek a množstvím produktů lépe než v předcházející výuce a že si uvědomují souvislost mezi množstvím reagujících látek a zápisem chemické reakce rovnicí. Rovněž většina učitelů, kteří modul ověřovali, se domnívá, že žáci dokáží správně vybrat látku, jejíž hmotnost je zadaná, a tu, jejíž hmotnost mají vypočítat. Naopak nedošlo k výraznější změně v porozumění významu stechiometrických koeficientů pro výpočet a přetrvávají problémy s trojčlenkou a samotným výpočtem hmotnosti produktu či výchozí látky. Trojčlenka a následný výpočet ale nepředstavují chemický, nýbrž matematický problém.

Z následujících rozhovorů se zapojenými učiteli dále plyne, že první navržený experiment (reakce jedlé sody s octem) byl hodnocen jako bezproblémový, a to jak z hlediska vybavení, bezpečnosti, časové náročnosti a samotného

provedení. Jedná se o jednoduchý a bezpečný experiment, který mohou provádět i sami žáci. V některých třídách byl proto realizován jako žákovský pokus „... plnění balonku CO₂, který vzniká při reakci jedlé sody s octem, prováděli žáci formou badatelsky orientované výuky...“ (R14) nebo byl součástí laboratorního cvičení „... pokus č. 1 jsem upravila na laboratorní práci. Děti měly za úkol sehnat si tři stejné balonky od jedné firmy, aby výsledky nebyly zkreslené...“ (R36).

Zásadní problém však nastal v případě pokusu č. 2 – tepelný rozklad dichromanu amonného, který byl v původním návrhu modulu. I když byl tento experiment navržen jako demonstrační pokus učitele, narazila většina učitelů při jeho realizaci na problém s bezpečností. Na základě doporučení bezpečnostních techniků vyřadila většina škol toxický dichroman amonný ze svých sbírek. „... pokus č. 2 – tepelný rozklad dichromanu amonného jsem neprováděla, nemáme ho ve škole. Bohužel při školení Aktuální legislativa v oblasti chemických látek pro učitele nám byl dichroman amonný doporučen ze školy nechat odvézt...“ (R14), „... dichroman amonný nemáme k dispozici...“ (R33). Podobně se vyjadřovali i další učitelé na projektové konferenci v Ostravě v roce 2018, kde byl tento problém také diskutován. Další problémy při ověřování modulu souvisely s jeho načasováním. Z důvodu dodržení harmonogramu prací v rámci celého projektu nebylo možné prodloužit čas na ověřování modulů. Učitelé proto zvolili náhradní řešení a téma zařadili na začátek 9. ročníku v rámci opakování. „... modul byl k dispozici v červnu, výpočty z chemických rovnic mám v tematickém plánu zařazené na únor–březen. Výpočty z chemických rovnic se učí v osmém ročníku, který s chemií začíná, takže od října do prosince není možné učivo úspěšně vyzkoušet. Proto jsem modul použila v devátém ročníku jako opakování a v osmém ročníku jsem si část musela přizpůsobit na laboratorní práci...“ (R36). Tato náhradní varianta vedla bohužel ke snížení hodinové dotace, a proto učitelé nemohli využít modul v plném rozsahu „... byla ... využita jen část, a to první dvě vyučovací hodiny... Z úloh 2.2 a 2.3 jsme nedělali všechny úlohy, 1 měli žáci a domácí cvičení, další plnili v rámci samostatné práce.“ (R14) „... vzhledem k nedostatku času jsem z navrženého modulu využila pouze část

– oba pokusy a některé výpočtové úlohy...“ (R19).

5.4.4 Další vývoj modulu Výpočty z chemických rovnic

Základní myšlenkou při přípravě modulu bylo propojení s reálným experimentem. Všichni zúčastnění učitelé se shodují v tom, že experimentální podpora výuky vedla k jejímu zefektivnění a byla jednoznačně přínosná. Jak již bylo uvedeno výše, byl původně navržený experiment s dichromanem amonným nevhodný pro výuku na ZŠ, byť se jednalo o demonstrační pokus učitele a vznikající produkty (oxid chromitý, dusík a vodní pára) již nejsou toxické. Z tohoto důvodu bylo nutné modul upravit a tento experiment nahradit jiným, vhodnějším pokusem. Při hledání vhodné náhrady byly posuzovány i návrhy učitelů: „... místo problematického rozkladu dichromanu amonného navrhuji hoření hořčíku. Nemám ale ověřeno v praxi, možná by byl problém se zvážením produktu...“ (R14) nebo „... navrhovala bych žihání modré skalice – hmotnost před a po žihání...“ (R33). V případě hoření hořčíku je třeba poznamenat, že při hoření hořčíku vzniká nejen oxid hořečnatý, ale současně také nitrid hořečnatý. Ten by představoval vážné problémy při hmotnostní bilanci. Nakonec jsme tepelný rozklad dichromanu amonného nahradili reakcí jedlé sody s octem, ale v jiném provedení než v pokusu č. 1. Stručný popis této varianty je uveden v kap. 5.4.2. Detailní popis naleznete v příloze VIII, kde je již upravená verze modulu. V návaznosti na změnu pokusu č. 2 došlo i k drobným úpravám úloh zařazených do 3. vyučovací hodiny. Experimenty v upraveném modulu jsou jednoduché na přípravu i samotné provedení. Použité chemikálie jsou bezpečné, proto se na jejich realizaci mohou podílet sami žáci.

Podle vyjádření učitelů je časové rozvržení modulu optimální „... časové rozvržení modulu považuji za adekvátní...“ (R14), „... časové rozvržení je adekvátní...“ (R33). V případě časové tísně je možné částečně zredukovat obsah 2. a 3. vyučovací hodiny, spojit je do jedné vyučovací jednotky, a tím zvládnout celé téma během dvou vyučovacích hodin. Za důležité považují učitelé více času na procvičování „... postrádám více času na procvičování ...“

(R33). Nedostatek času na procvičování učiva je problémem i v případě dalších kritických míst, zejména tam, kde si žáci mají osvojit dovednosti spojené například s názvoslovím a úpravou chemických rovnic.

5.4.5 Závěr

Pro modul Výpočty z chemických rovnic je podstatné propojení teoretických výpočtů s experimentální činností. Jeho obsah byl navržen tak, aby byl použitelný jako celek nebo jen některé jeho části. Každý učitel si tak může modul upravit „k obrazu svému“. Z materiálů, které jsou v přílohách VIII a IX, si může vybrat části, které se mu nejvíce hodí s ohledem na schopnosti žáků v dané třídě nebo návaznost dalších témat. Z hodnocení učitelů, kteří modul ověřovali ve výuce, plyne, že navržené experimenty lze modifikovat a výuku realizovat i formou laboratorního cvičení. Nezanedbatelný je také přínos experimentální výuky pro motivaci žáků, protože taková výuka žáky baví.

Jak již bylo uvedeno výše, je jednou z možných příčin neúspěchu žáků při řešení výpočtů

z chemických rovnic kumulace problémů se zvládnutím předchozího učiva. Pokud nedojde ke zlepšení situace s názvoslovím, se zápisem a úpravou chemických rovnic, nedojde k výraznějšímu posunu ani ve sledované oblasti. Těmito kritickými místy se zabývaly jiné moduly, kterým jsou věnovány kapitoly 5.3, 5.7 a 5.8. Kvalitu modulu tak bude možné posoudit v delším časovém horizontu, kdy bude využíván opakovaně k výuce v dalších třídách a bude-li navazovat na moduly, které řeší problematiku názvosloví a chemických rovnic.

Učitelé často zmiňovali nedostatek času na procvičování. Více času by bylo možné získat navýšením celkové hodinové dotace pro chemii, což je nereálné, nebo úpravou ŠVP v návaznosti na výraznou revizi RVP pro základní vzdělávání.

Většině učitelů přinesla navržená metodika něco nového pro jejich budoucí praxi a hodlají ji využívat i nadále. Upravený modul je dle vyjádření učitelů „... *dobře využitelný v praxi...*“ (R14), a lze jej doporučit pro běžnou výuku na ZŠ.

5.5 Modul Stavba atomu

5.5.1 Úvod

Chemie patří na základních školách mezi nejobtížnější předměty a charakter učiva se značnou mírou abstrakce činí žákům této věkové kategorie potíže. Z toho důvodu se hledá cesta, která povede ke zvyšování zájmu o tento předmět s cílem dosažení zlepšení výsledků ve výuce. Z realizovaných rozhovorů s učiteli vyplývá, že téma Stavba atomu považuje 13 % respondentů za kritické a zároveň 63 % respondentů uvádí toto učivo jako klíčové. Příčina kritičnosti učiva tématu Stavba atomu souvisí zejména s myšlenkovou vyspělostí žáků. Jedná se o učivo pro ně značně abstraktní, a tak často setrvávají nebo získávají chybné představy, tzv. miskoncepce, které se tohoto tématu týkají.

Některé učebnice chemie pro základní školy uvádějí problematiku složení látek náhledem do historie, zmiňují jména vědců, kteří se zasloužili o popsání stavby atomu a navazují popisem stavby atomu (Peč, Pečová & Karger, 2001, Beneš, Pumpr & Banýr, 2011, Šibor, Plucková & Mach, 2017). Následuje vysvětlení elektronových vrstev s důrazem na valenční elektrony a přiblížení hmotnosti a velikosti jádra k celému atomu. Následně se učebnice zaměřují na chemické prvky, kde se žáci setkávají s pojmem protonové číslo (Peč, Pečová & Karger, 2001, Beneš, Pumpr & Banýr, 2011). Novější učebnice chemie (Škoda & Doulík, 2006) motivuje žáky popisem hmoty v podobě látek tvořících hvězdy, planety, neživé věci i živé organismy. Tyto látky se skládají z částic – atomů. Následuje popis stavby atomů, elektronových vrstev se zaměřením na valenční elektrony. Popis stavby atomů je stručný, na něj navazuje vysvětlení protonové číslo a prvek. Učebnice chemie pro ZŠ (Škoda & Doulík, 2006) nezmiňuje termíny jako je izotop, nukleonové číslo (na rozdíl od předchozích dvou uvedených učebnic). Naopak velmi detailním popisem částicového složení látek se zabývá nová učebnice z nakladatelství Nová škola (Šibor, Plucková & Mach 2017), která kromě izotopů, nukleonového čísla, valenčních elektronů, atd., zahrnuje do textu pojem „kvarky“ a text doplnila zajímavými úkoly pro (různým způsobem) doplňování počtů mikročástic u různých atomů.

V současných českých kurikulárních dokumentech je stavba atomu učivem zařazeným do počátečního vzdělávání předmětu chemie. Souvisí to s cíli, které vymezuje Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP-ZV). Mezi očekávané výstupy RVP ZV patří: „žák používá pojmy atom a molekula ve správných souvislostech“, Učivo: *částicové složení látek – molekuly, atomy, atomové jádro, protony, neutrony, elektronový obal a jeho změny v chemických reakcích, elektrony*. (MŠMT, 2017b, str. 68).

5.5.2 Návrh struktury vyučovací jednotky k tématu Stavba atomu

Žáci mívají hned několik chybných představ, tzv. miskoncepí, které se týkají tématu Stavba atomu. Tyto chybné představy vznikají z důvodu špatného pochopení použitých modelů v učebnicích chemie i fyziky, případně jsou založeny na chybném pochopení výkladu v hodinách fyziky, kde se žáci ještě před výukou chemie se stavbou atomů setkali. Připravená prezentace (viz příloha X) k modulu Stavba atomu žákům přibližuje představu o velikosti atomu (viz obr. 26).

Mnohé výzkumy ukázaly (např. Mandíková & Trna, 2011), že děti si do výuky přinášejí vlastní představy o tom, jak funguje okolní svět, často označované jako prekoncepce. Mandíková a Trna (2011) uvádějí, že se zpravidla rozlišují dva typy prekoncepí, a to správné prekoncepce, které jsou v souladu s vědeckými poznatky a chybné prekoncepce (označované též jako miskoncepce), které jsou s vědeckými poznatky v rozporu. Konstruktivistické pojetí učení počítá s tím, že tyto prekoncepce výrazně ovlivňují další učení žáků (Mandíková & Trna, 2011). Má-li žák pochopit nový fyzikální poznatek nebo pojem, je třeba nejprve zjistit, jaké představy o určitém pojmu již má, zda jsou správné, nebo je třeba je pozměnit, případně zda jsou zcela v rozporu s vědeckými poznatky (Hejnová, 2016). Velmi rozšířené jsou některé chybné intuitivní představy týkající se pojmu atom (Hejnová, 2017). Učitelé by proto o nich měli vědět, aby mohli volit vhodné vyučovací postupy a používat srozumitelné modely atomů a také různé analogie.

K zamyšlení: uhlík v podobě grafitu



Při lámání uhlíku na menší kousky, existuje nějaký nejmenší kousek? Nejmenší část této látky, která bude mít stále stejné vlastnosti?

Ano, existuje – atom uhlíku.

Těla všech organismů jsou složena především z organických látek, obsahujících právě uhlík. Uhlík se na zemi vyskytuje všude, v neživé přírodě, hydrosféře, atmosféře.

Jaká je velikost atomu?

Lidský vlas je složen z větší části z uhlíku.

Průměr vlasu 18-180 μm (průměr cca 100 μm)

=

0,000100 m

Poloměr atomu uhlíku 70 pm,
průměr atomu uhlíku 140 pm =

0,000000000140 m

Kolik atomů uhlíku se vejde na šířku vlasu? = jeden milion atomů uhlíku v řadě vedle sebe.

Obr. 26 Přirovnání velikosti atomu uhlíku k velikosti lidského vlasu (viz příloha X)

Další možnosti, jak žákům přiblížit téma Stavba atomu se nabízí využitím metody rozhovoru se žáky – klást žákům otázky (s otevřenou odpovědí) a zjistit, jaké představy o této problematice mají a poskytnout jim tak zpětnou vazbu během výuky a při učení. Otázky k diskusi (rozhovoru) se žáky, které byly připravené rovněž jako powerpointové prezentace, se opírají o výsledky testování na téma atomistika, které proběhlo formou didaktického testu v roce 2017 na šesti základních školách a jednom gymnáziu v Ústeckém kraji, Moravskoslezském kraji a v Praze, a které řešilo celkem 170 žáků 9. ročníků ZŠ, případně odpovídajícího ročníku víceletého gymnázia (Hejnová, 2017). Jedná se tedy o žáky, kteří se s pojmem „atom“ setkali nejen ve fyzice, ale také v osmém ročníku ve výuce chemie. Test se skládal z úloh s výběrem odpovědi, u správné odpovědi je v závorce uvedeno procentuální zastoupení žáků se správnou odpovědí.

I z toho důvodu jsme zařadili do modulu otázky, které byly navrženy pro učitele pro realizaci rozhovoru se žáky (viz příloha XI). Vzešly z testování žáků a nejčastějších miskoncepcí, které byly pomocí testování identifikovány (Hejnová, 2017).

Na otázku, zda můžeme jednotlivé atomy vidět, se část žáků (cca 15 %) domnívá, že atomy nelze vidět, můžeme pouze věřit, že existují a malá část žáků (cca 5 %) předpokládá, že atomy jsou dost velké na to, abychom je mohli vidět pod běžným mikroskopem. Téměř 48 % žáků, kteří se zúčastnili testování na téma atomistika na konci 9. třídy, mají představu o tom, že když živočich zemře, atomy se rozštěpí na jednodušší části, a ty pak vytvoří atomy nové. Dalších 20 % žáků na téma „atomy po smrti“ předpokládá, že atomy přestanou existovat, jakmile se živočich rozloží. Jedná se o úlohu, která původně vycházela z výzkumu TIMSS (Palečková, Straková & Tomášek, 1997), který byl v České republice uskutečněn v roce 1995. Průměrná úspěšnost této úlohy byla u žáků 8. tříd jen 22,4 %. Stejně jako u předchozí otázky, také u otázky „Jaký je tvar atomů?“, je vidět, že si děti pletou pojmy atom a buňka, protože atom i buňka mají jádro a obal. Asi 30 % žáků má představu o tom, že atomy mají tvar koule, které jsou uvnitř plné, a cca 25 % žáků, že atomy mohou mít různý tvar podle druhu látky, kterou tvoří (mohou být kulaté, vejčité, protáhlé, atd.). Co se týká „velikosti atomů“, 22 % žáků předpokládá, že atomy nemají stejnou velikost, protože velikost atomu určuje pouze počet protonů a neutronů v jádře atomu, a dalších cca 20 % žáků si myslí,

že atomy jsou stejně velké, ale vytvářejí různé velké molekuly. Kromě těchto miskoncepcí, mívají děti často zkreslené představy o rozměrech atomu. Pokud se jedná o problematiku hmotnosti atomu, na otázku „Mají všechny atomy stejnou hmotnost?“ přibližně 20 % žáků odpovídá ne, protože hmotnost atomů závisí na tom, z kolika jednodušších atomů je vytvořen. Někteří žáci si tedy pletou také pojem atom a molekula. Část žáků (cca 23 %) předpokládá, že se atomy nemohou pohybovat, protože mezi částicemi v pevné látce nejsou žádné mezery. Asi 20 % žáků tvrdí, že se nepohybují atomy, pohybují se jen elektrony v atomových obalech. Děti přenášejí vlastnosti makrosvětla na mikrosvět částic. Roztažnost hmoty s rostoucí teplotou často děti mylně spojují s roztažností atomů spíše než se zvětšováním mezer mezi atomy. Zajímavá je otázka, „Co se stane s atomy uhlíku, když kousek uhlí roztlučeme kladivem na prach?“. Až 20 % žáků má takovou představu, že od některých atomů uhlíku odpadnou malé části, takže se tyto atomy zmenší. Žáci mají představu (cca 31 %), že vzduch je pružný, proto i atomy ve vzduchu jsou pružné, mohou se tak snadno stlačit. I zde pozorujeme, že děti často přenášejí makroskopické vlastnosti materiálů na mikrosvět. Někteří žáci nerozlišují dobře mezi ději v elektronovém obalu a v jádru. Malá část (16 %) předpokládá, že když je elektron od atomu odtržen, atom se rozdělí. V souvislosti s přeměnou atomu, až 23 % žáků si představuje, že se atomy nemohou přeměňovat, protože každý z protonů, neutronů a elektronů v atomu je jedinečný.

Pracovní list připravený v rámci modulu pro přiblížení stavby atomů je zaměřený na zápis požadovaných údajů do textu a do tabulek. Pro seznámení se se stavbou elektronové konfigurace atomů, žáci hravou formou složí název prvku, ke kterému přiřazují s využitím periodické tabulky prvků údaje o počtu elektronů a počtu valenčních elektronů (příloha XII).

5.5.3 Aplikace a hodnocení modulu „Stavba atomu“

Modul Stavba atomu testovalo v roce 2018/2019 ve výuce 8. ročníku šest učitelů ze šesti základních škol. Výuka byla hodnocena

za pomoci dotazníku s využitím Likertovy škály (viz příloha XVIII D) a doplněna informacemi získanými z rozhovoru. Učitelé využili ve výuce připravený materiál k seznámení se stavbou atomu ve formě powerpointové prezentace (viz příloha X), k opakování pak pracovní list (viz příloha XII). Tři ze šesti vyučujících vyzkoušeli se žáky rozhovor s využitím připravených otázek, který byl pro větší přehlednost a pro zvýšení zájmu žáků upraven také do podoby powerpointové prezentace.

Pokud bychom měli zhodnotit aplikaci modulu Stavba atomu ve výuce, tak žáky a vyučující zaujalo úvodní srovnání velikosti atomu s průměrem („tloušťkou“) vlasu. „... mě i žákům se moc líbil úvod o tloušťce lidského vlasu. To bylo velmi názorné...“ (R3, R19). Využitá prezentace ke stavbě atomu a pracovní list pak vedly ke zlepšení představy o struktuře atomu. „... využití materiálu k modulu Stavba atomu přinesly lepší představu o struktuře atomu, lepší práci s PSP...“ (R7), PSP je periodická soustava prvků (pozn. autora modulu). „... použitím modulu se zvýšila aktivita žáků i výsledné hodnocení při opakování...“ (R7). Můžeme velice kladně hodnotit, že polovina učitelů diskutovala se žáky o problematice stavby atomů. Reakce učitelů po testování modulu jsou v tomto případě velice pozitivní. Žáci uvítali, pokud pro zpětnou vazbu mohli své odpovědi srovnat s odpověďmi, které byly zaznamenány dříve u ostatních. „... žáci velice kladně hodnotili, když jsem jim řekla, jaké odpovědi byly zaznamenány u ostatních. Přimělo je to k diskuzi...“ (R36). Lze konstatovat, že rozhovor se žáky v průběhu výuky má významný motivující charakter. „... žáci jsou fascinováni něčím tak malým, přesto nezničitelným, co tvoří všechno okolo nás. Za obzvláště vydařené považují otázky, co se stane s atomy po té, co živočich zemře; co se stane s atomy uhlíku, když kousek uhlí roztlučeme v prach; co se stane s atomy vzduchu, když se s nimi srazí rychle se pohybující vlak. U těchto otázek se objevil asi největší „wow efekt“ a hodně se o nich diskutovalo...“ (R18). Prezentace s otázkami pro rozhovor se žáky byla využita také pro podporu jejich aktivity ve výuce. Jeden z učitelů na chodbu školy nalepil na různá místa lístečky s otázkami a žáci si u daného stanoviště měli vybrat ze dvou možností tu odpověď, která je podle nich správná. Po té si s pomocí

prezentace mohli žáci zpětně zkontrolovat své odpovědi, zároveň o otázkách diskutovali. „... připravené materiály mi pomohly zpestřit výuku a výrazně mi usnadnily přípravu na výuku, kdy jsem zajímavé věci týkající se atomu měla rovnou připravené k použití... Navíc na některé otázky, obsažené v modulu, i v realu zazněly od žáků, takže jsem byla po přečtení materiálů i lépe vědomostně připravená na výuku...“ (R30).

Po shrnutí výsledků škálovacího dotazníku hodnocení výuky (viz příloha XVIII D) pozorujeme, že učitelé se shodují na tom, že žáci mají představu o atomu jako základní stavební jednotce hmoty a vyjmenují částice, které tvoří atom, rozumějí pojmům protonové číslo a nukleonové číslo. Z hodnocení výuky vyplývá, že žáci mají představu o elektronových vrstvách a o významu valenčních elektronů a také o pohybech atomů v pevné látce. Pouze polovina respondentů se domnívá, že žáci rozlišují mezi ději v elektronovém obalu a ději v atomovém jádru (radioaktivní rozpad). 2/3 respondentů uvádí, že použitá experimentální podpora byla prostředkem zefektivnění výuky a realizace výuky dle modulu jim přinesla něco nového pro jejich budoucí praxi.

5.5.4 Další vývoj modulu Stavba atomu

Jedna z novějších učebnic chemie z nakladatelství Nová škola (Šibor, Plucková & Mach, 2017) se zabývá detailním popisem částicového složení látek, zahrnuje např. pojmy jako izotop, nukleonové číslo. Jde o učivo pro žáky značně abstraktní, což vyplývá také z testování modulu Stavba atomu jedním z respondentů: „... popravdě se nijak hlouběji nezabývám pojmy jako nukleonové číslo, nuklid, izotop, pro potřeby chemie ZŠ v tom nevidím smysl. Veškerou pozornost o atomu směřuji k elektronovým vrstvám a rozmístění elektronů ve valenční vrstvě.“ „V navrhovaném pracovním listě měli žáci problém s vyplněním tabulky, mátló je nukleonové číslo na prvním místě a bylo pro ně obtížné pohybovat se mezi sloupečky nukleonové číslo a počet neutronů. Asi bych doporučila uspořádání sloupečků: protonové číslo, počet protonů, počet elektronů, nukleonové číslo, počet neutronů, i když to samozřejmě není úplně vhodné, protože se „přeskakuje“ mezi jádrem a obalem, vychází to spíš z již uváděného faktu,

že se ve své výuce nukleonovým číslem a neutrony příliš nezabývám...“ (R18). Tento učitel zároveň navrhuje pro vylepšení modulu uvést učivo o stavbě atomu v historických souvislostech: „... osobně učivo o atomu žákům zprostředkovávám v historických souvislostech, kdy začínáme už hluboko před naším letopočtem jakousi potřebou lidí přijít na to, z čeho je svět stvořen, postupně přecházíme od Demokrita přes Thomsonův a Rutherfordův model atomu (se společným odvozováním, kde jsou „trhliny“ těchto teorií) k Bohrovu, u nějž (v jednoduchém pojetí ZŠ) končíme s odkazem na to, že pro naše účely postačí a je dostačující i co se týče běžného lidského chápání (když jsou vhodné podmínky zmíním jako zajímavost Schrödingerovu kočku, kde žáci rychle pochopí, že není v našich silách se zabývat atomem podrobněji). Připomínám jim i to, že výzkum zabývající se stavbou atomu a technologie, jak ho pozorovat, se stále vyvíjí. V historickém kontextu je pak pro žáky snazší pochopit, že se něco učíme ne sice úplně přesně (ostatně víme v dnešní době už úplně vše o atomu?), ale tak, aby to pro nás bylo pochopitelné a dostačující...“ (R18).

Vraťme se ještě k testování žáků 9. tříd na téma atomistika (Hejnová, 2017), kde na otázku „Mají všechny atomy stejnou velikost?“ odpovídá správně jen 54 % žáků. Důsledkem modelů atomů v učebnicích mají žáci chybnou představu nejen o velikosti atomu, ale také o rozměrech atomového jádra a obalu. V připraveném rozhovoru pro učitele je v textu blíže popsáno přiblížení velikosti atomu a jádra (viz příloha XI). K tomuto navrhuje jeden z učitelů pro vylepšení modulu doplnění o srovnání hmotnosti protonu a neutronu s hmotností elektronu: „... modul jsem doplnila o srovnání hmotnosti protonu a neutronu s hmotností elektronu (cca 2000x je elektron lehčí) – tedy srovnání např. hmotnosti dodávky a 1 kg mouky (tedy téměř veškerá hmotnost atomu je soustředěna v jádře). Dále dětem přirovnávám velikost jádra atomu s prostorem elektronového obalu – fotbalové hřiště a uprostřed tenisový míček. Izotopy doplňuji o příklady z praxe – radiokarbonová metoda určování stáří...“ (R19). Vhodné je také pro lepší představu, která ale na druhou stranu zkreslí představu poměru velikosti atomu a jádra atomu, doplnit modul modelací atomu: „... modul bych vylepšila o modelaci atomu př.: z kartonu (elektronové

vrstvy) a kuliček plastelíny (lze oddělit barevně n, p, e) – mám ověřené a s žáky vytvářím (pro různé prvky, pak to máme ve třídě vystavené). Dále se mi osvědčilo porovnání velikosti jádra či protonu s něčím, co si dokážou představit třeba pomeranč (využívám videa na youtube.com)...“ (R36).

Kladně učitelé hodnotili připravenou prezentaci s otázkami a zpětnou vazbou pro žáky v podobě procentuálního záznamu správných odpovědí. „...Pracovní list žáci brali jako zpestření, velice kladně hodnotili, když jsem jim řekla, jaké odpovědi byly zaznamenány u ostatních. Přiměnilo je to k diskuzi...“ (R36). Jeden z učitelů navrhl rozšíření – alternativní postup pro prezentaci s otázkami: „...Prezentaci s otázkami: „Můžeme jednotlivé atomy vidět?, atd.“ jsem použila tak, že jsem z otázek vytvořila aktivitu. Na chodbu školy jsem nalepila na různá místa lístečky s otázkami a žáci si u daného stanoviště měli vybrat ze dvou možností tu odpověď, která je podle nich správná. Poté jsem jim pustila prezentaci a s pomocí této prezentace si mohli žáci zkontrolovat své odpovědi. Zároveň jsme o otázkách diskutovali. Žáci si otázky se správnými odpověďmi nalepili do sešitu...“ (R30).

5.5.5 Závěr

Téma Stavba atomu se dle realizovaného ověřování nově připravených výukových materiálů (akčního výzkumu) nejeví už jako téma kritické, ale spíše jako téma klíčové. Z pohledu vybraných učebnic je patrné, že učebnice se liší v rozsahu dotýkajícího se problematiky stavby atomů. Liší se v zobrazení modelů stavby atomů, v pojmech, které popisují, ve způsobu motivace žáků pro dané téma. Nejen tato fakta souvisí s určitými představami

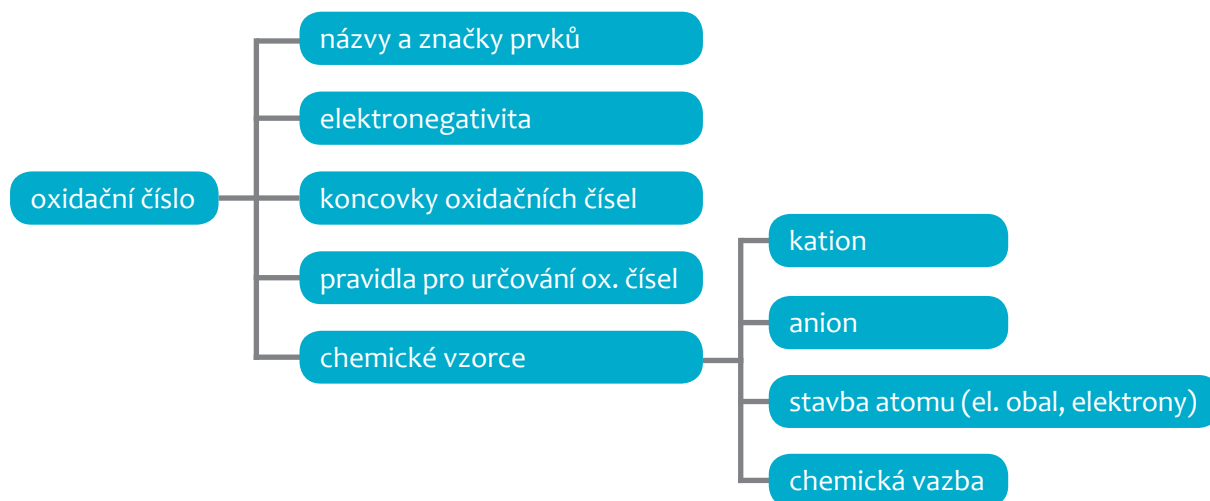
žáků, které se týkají stavby atomů. Příprava modulu „stavba atomů“ byla pojata dvěma způsoby. Využitím otázek k rozhovoru se žáky, které byly dříve využity k testování žáků 9. ročníků ZŠ na téma atomistika (Hejnová, 2017), včetně uvedených chybných představ (tzv. miskonceptů) žáků o dané problematice. Druhý způsob spočíval v přiblížení stavby atomů, velikosti atomů na základě popsaných modelů (viz PPT-prezentace v příloze X) včetně připravených úkolů k řešení. Modul Stavba atomu testovalo celkem šest učitelů ve výuce 8. tříd na základních školách. Tři respondenti uvádějí, že využili připravenou prezentaci v podobě powerpointové prezentace pro modul Stavba atomu anebo její část, včetně připravených úkolů k řešení. Jeden z uvedených respondentů doplnil modul o příklad z praxe: radiokarbonová metoda určování stáří. Další tři respondenti uvádějí, že využili otázky k diskuzi se žáky. Jde o respondenty, kteří jednak využívají ve výuce metodu rozhovoru jako prostředek s motivujícím charakterem pro žáky, případně o respondenta, který z otázek vytvořil aktivitu: příprava stanovišť ve škole s otázkami s výběrem odpovědi, která z nich je správná. Poslední respondent využil otázky pro zpestření výuky, kdy žáci diskutovali nad odpověďmi, které byly zaznamenány u žáků ostatních. Jde o učitele, který měl třídu také ve fyzice (6. ročník), kde tuto problematiku dříve důkladně probrali. Z dotazníku učitelova hodnocení výuky vyplývá, že žáci mají představu o stavbě atomu, vyjmenují částice, které atom tvoří, mají představu o pohybech elektronů a elektronových vrstvách. Většina učitelů se domnívá, že použitá materiální podpora byla prostředkem pro zefektivnění výuky, realizace výuky dle modulu přinesla něco nového pro jejich praxi a bude navrhovanou metodiku nebo její část využívat i v budoucí praxi.

5.6 Modul Oxidační číslo

5.6.1 Úvod

Výuka tématu oxidační číslo je jedním ze základních pilířů učiva chemie, které je nezbytné pro pochopení dalších zákonitostí, zejména názvosloví a redoxních reakcí (např. Raos, 2016, Adu-Gymafi, 2019). Toto téma není tak

heterogenní, jako jiná témata, a didaktické postupy prezentace učiva jsou až na výjimky podobné (Kim & Paik, 2017, Kauffmann, 1986). Nicméně, před vlastním probíráním učiva je třeba zdůraznit nutnost zvládnutí základních pojmů, jejichž vzájemné vztahy a hierarchii můžeme vyjádřit schématem na obr. 27.



Obr. 27 Strukturace učiva tématu oxidační číslo

S pojmem oxidační číslo se žáci setkávají již v prvních fázích svého studia na základní škole. V rámci rozhovorů s učiteli bylo toto téma zmiňováno v 12,5 % případů jako kritické místo kurikula (viz kap. 3), nicméně rovněž bylo uvedeno jako téma klíčové pro pochopení dalšího učiva, zejména pak redoxních dějů. Podobně to popisuje ve svých šetřeních např. Mousavi (2018).

Platné RVP-ZV (MŠMT 2017b, str. 69) obsahuje pojem oxidační číslo pouze jako součást učiva o solích: „*soli kyslíkaté a nekyslíkaté – vlastnosti, použití vybraných solí, oxidační číslo, názvosloví, vlastnosti a použití vybraných prakticky významných halogenidů*“. I přesto je zřejmé, že znalost určování oxidačních čísel je jednou z velmi důležitých dovedností žáků základní školy pro pozdější pochopení principů názvosloví anorganických látek, redoxní děje a vyčíslování redoxních rovnic.

Podstatnou příčinou kritičnosti tohoto tématu může být zejména přílišná abstraktnost pojmu

oxidační číslo. Posun elektronu v abstraktní kovalentní vazbě vyžaduje již značně rozvinuté abstraktní myšlení. Žáci se potýkají také se sníženou orientací v chemických vzorcích sloučenin. Velmi často se jim plete, co je anion a kation, a jaká část molekuly je tím pádem kladná a záporná. U solí kyslíkatých kyselin se to navíc komplikuje tím, že anion je tvořen více atomy (Herron, 1975, Eggert, Middlecamp & Kean, 1990).

5.6.2 Návrh struktury vyučovací jednotky k tématu Oxidační číslo

Pro výuku tématu oxidační číslo jsme vytvořili pro zapojené učitele chemie modul, který měl být využit při přípravě na jejich vyučovací hodiny a následně ověřen ve výuce. Hlavní snahou vytvořeného modulu je poskytnout žákům vždy alespoň nějaký „odrazový můstek“ v podobě známé části molekuly tak, aby neznali jen jedno oxidační číslo atomu v molekule. K tomu slouží pravidla pro určování oxidačních čísel nebo tabulka s anionty.

V rámci modulu vycházíme z následujících tezí a doporučení:

- nezbytné je zvládnutí pojmu elektronegativita a jeho aplikace při určování oxidačních čísel,
- pro žáky je snadnější používat při určování oxidačních čísel a sestavování chemických vzorců rovnost nábojů v molekule než nejčastěji rozšířené křížové pravidlo,
- v počátcích výuky tématu by žáci měli při určování vždy znát alespoň jedno oxidační číslo v molekule na základě pravidel a další pak dopočítat.

Jak zavést pojem elektronegativita, tj. jak vzniká oxidační číslo? Nejprve je třeba pracovat s pojmem elektronegativita a pravidly pro její určování z periodické tabulky prvků. Základní definicí je, že *elektronegativita je schopnost atomu přitahovat elektrony účastníci se chemické vazby*. Je třeba zdůraznit, že stejný prvek může být jak v kationtové části molekuly, tak v aniontové, vždy záleží na rozdílu elektronegativit s druhým prvkem. Hodnotu elektronegativit lze získat z periodické tabulky prvků.

V chemické vazbě dvou stejných prvků (které mají stejnou elektronegativitu), je elektronový pár sdílen oběma atomy rovnoměrně, a proto mají tyto atomy v molekule oxidační číslo nula, tedy nemají žádný teoretický náboj.

Pokud se ovšem dva prvky liší svou elektronegativitou, *jeden z elektronů účastníci se vazby přejde k elektronegativnějšímu prvku a vzniklý formální náboj odpovídá oxidačnímu číslu*. Atom kyslíku v molekule vody bude mít tedy dva elektrony navíc (oxidační číslo $-II$), zatímco oběma atomům vodíku bude elektron chybět a budou mít tedy kladný náboj (oxidační číslo $+I$).

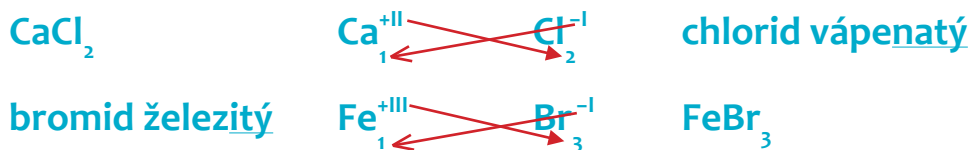
Po zavedení pojmu elektronegativita a oxidační číslo žákům zmíníme, že každé oxidační

číslo má svou koncovku. Koncovky oxidačních čísel lze napsat na tabuli, popř. využít nástěnný obraz. Je možné pro zajímavost rovněž zmínit nejen českou historii chemického názvosloví (např. Janek, 2019), ale také moderní trendy v nových koncovkách oxidačních čísel (např. Krivosudský, Galamoš & Levická, 2017).

Dále je vhodné zmínit už jen základní pravidla pro určování oxidačních čísel. Lépe je neuvádět výjimky, se kterými se žáci na ZŠ prakticky nesetkají – hydridy kovů H^{-I} , peroxidy O^{-I} apod. Žáky to v tomto stadiu mate a ztrácejí „jistotu“. Jde tedy o následující pravidla:

- nabývají hodnot od $-IV$ do $VIII$ (píší se římskými číslicemi, arabskými pouze nula),
- oxidační číslo prvku je ve volném atomu nebo v molekule rovno nule (např. O_2 , P_4 , S_8 , He),
- součet oxidačních čísel atomů v molekule je roven nule, u iontů je roven náboji iontu,
- oxidační číslo fluoru je vždy $-I$,
- oxidační číslo atomu vodíku je většinou $+I$,
- oxidační číslo atomu kyslíku je většinou $-II$,
- některé kationty kovů se vyskytují jen v určitých stálých oxidačních stavech, například alkalické kovy mají vždy oxidační číslo $+I$, kovy alkalických zemin vždy $+II$, železo tvoří jen kation železnatý $+II$ nebo železitý $+III$, zinek $+II$, stříbro $+I$, hliník $+III$ apod.

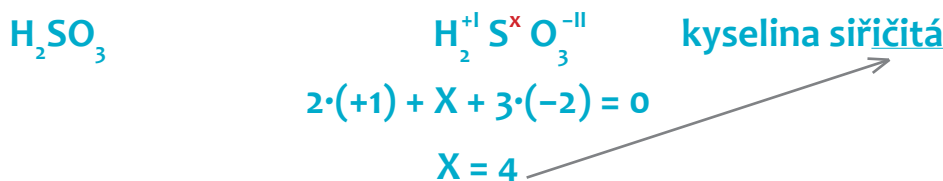
Další operací je určování oxidačního čísla v chemickém vzorci. Křížové pravidlo je pro žáky u binárních sloučenin zprvu přijatelnější. U složitějších látek je pro ně ale obtížné se ve vzorci orientovat, a proto křížové pravidlo v některých případech neumí použít správně (obr. 28).



Obr. 28 Použití tzv. „křížového pravidla“

U tříatomových a složitějších molekul je použití křížového pravidla pro žáky již velmi komplikované. Proto je již od počátků vhodnější pracovat s rovností nábojů mezi kationtovou a aniontovou částí molekuly, neboť molekula musí být jako celek elektroneutrální. U iontů je pak součet oxidačních čísel roven náboji iontu. Žáci znají oxidační číslo vodíku a kyslíku, neznají však oxidační stav centrálního

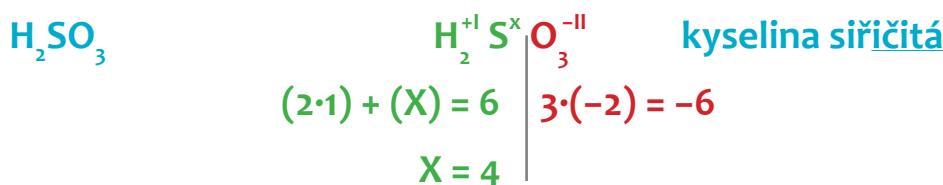
atomu, který tak mohou dopočítat. Jako alternativní postup se někdy využívá sestavování matematických rovnic, kdy žáci řeší rovnici o jedné neznámé. Tento postup však velmi často vyvolává u žáků odpor vyvolaný matematickým řešením a jejich snaha často ztroskotá na faktu, že mají spíše problémy s úpravami matematických rovnic než s chemií (obr. 29).



Obr. 29 Použití řešení s pomocí lineární rovnice s jednou neznámou

Lze tedy doporučit postup, kdy se žáci snaží vyrovnat kladnou a zápornou část chemického vzorce tak, aby se navzájem jejich náboje vyrušily. Například u kyselin má záporné oxidační číslo vždy kyslík, kladné vodík a centrální

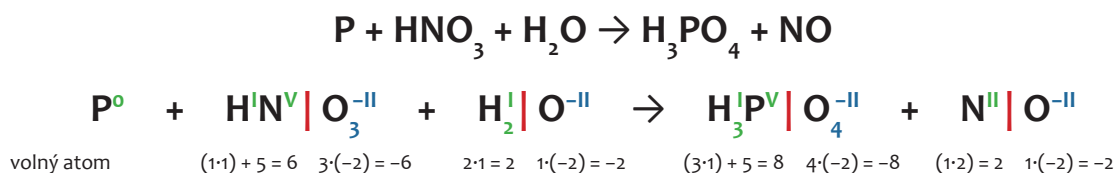
atom. Vznikají tak dvě jednoduché rovnice, které mohou být pro žáky přehlednější. V průběhu osvojení pak dochází k tomu, že již rovnice nesestavují a orientují se podle oxidačních čísel přímo ve vzorci (obr. 30).



Obr. 30 Použití řešení s pomocí rovnosti nábojů aniontové a kationtové části

Tento postup je při osvojování učiva velmi rychlý a lze jej využít i při vyčíslování chemických rovnic. Vyžaduje to však dost

procvičování a upevňování. Uvádíme příklad aplikace (obr. 31):



Obr. 31 Příklad aplikace rovnosti nábojů aniontové a kationtové části

Při určování oxidačních čísel u solí vycházíme z náboje aniontu, který se musí vyrovnat s nábojem kationtu. Žáci již znají anionty základních kyselin (viz příloha XIII) a jejich náboje nebo je umí odvodit, tudíž mohou určit oxidační číslo

buď z názvu aniontu anebo pomocí faktu, že u iontů je součet oxidačních čísel roven náboji. Pokud vědí, že kyslík má vždy -II, pak je to pro ně velmi snadné.

5.6.3 Aplikace ve výuce a hodnocení modulu Názvosloví solí

Do ověření modulu byli zapojeni tři učitelé ze tří různých základních škol v průběhu školních roků 2017/2018 a 2018/2019 v závislosti na jejich školním vzdělávacím programu. Učitelé použili připravený modul, popř. jej modifikovali pro své potřeby. Evaluace použitých materiálů a jejich aplikace ve výuce byla následně provedena se zapojenými učiteli jednak pomocí rozhovorů, a také pomocí škálovacího dotazníku. Byl hodnocen a diskutován průběh výuky před, v průběhu a po využití modulu, kdy učitelé sdělili oborovému didaktikovi případné připomínky a návrhy pro modifikaci.

Zapojení učitelé se shodli na tom, že je nezbytné osvojení základních pravidel pro určování oxidačních čísel. Využití modulů sice nevedlo ke zvýšení aktivity žáků, nicméně vedlo ke zvýšení efektivity výuky a tím pádem ke snížení kritičnosti tématu „... líbila se mi návaznost na elektronegativitu a shrnutí pravidel pro zacházení s oxidačními čísly. Očekával jsem v souvislosti s elektronegativitou lepší porozumění učivu, což se také potvrdilo ...“ (R8).

Hodnocení výsledků žáků s využitím modulu bylo vesměs kladné (viz příloha XIV), respondenti se shodovali na patrném zlepšení výsledků výuky „... lepší provázanost témat umožňuje rychlejší pochopení žáků a tím pádem rychlejší spád hodiny ...“ (R8). V jednom případě byl efekt stejný, neboť respondent používal stejný postup, jaký je uveden v modulu „... učím toto téma skoro stejně. Modul jsem využila bez úprav a vzhledem k tomu, že učím tuto problematiku skoro stejně, nepozorovala jsem žádné změny ...“ (R27). Rovněž návaznost na předchozí znalosti žáků byla hodnocena pozitivně „... oproti minulému roku žáci lépe pochopili návaznost na předešlou látku (oxidační číslo) a s odstupem času i vidím, že lépe zvládají názvosloví (jsou si jistější při tvorbě vzorců ale i naopak). Dle sdělení jich samotných byla hodina srozumitelná a hezky plynula ...“ (R8). V průběhu ověřování modulu se ale u žáků projevil očekávaný problém „... žáci měli problém s pojmy „elektronegativnější a elektro pozitivnější prvek“, matematikou v dopočítávání do nuly a při sčítání nábojů – to není chyba modulu, ale zvládnutí matematiky. Další problém mají

žáci při obráceném postupu, sestavení názvu ze vzorce. Zapomenou si pronásobit koeficient oxidačním číslem, použijí křížové pravidlo (oxid sírový) ...“ (R8).

Z odpovědí učitelů na otázky škálovacího dotazníku (viz příloha XVIII E) plyne jejich jednoznačná shoda na tom, že je nezbytné ovládat z paměti naučená pravidla pro určování oxidačních čísel a s jejich pomocí pak dopočítávat oxidační čísla neznámých prvků. Stejně tak považují při určování oxidačního čísla za vhodné nebo přinejmenším za stejně efektivní využívání rovnosti nábojů, tedy nejen křížové pravidlo.

5.6.4 Další vývoj modulu Oxidační číslo

V průběhu hodnocení a diskuze vyvstala některá drobná doporučení a návrhy, jak lze moduly upravit, popřípadě doplnit. Největší potřeba modifikace spočívala v návrhu odstranění přílišné abstraktnosti učiva a matematických dovedností žáků „... možná by bylo dobré použít více možností, jak abstraktní učivo žákům přiblížit, aby si ho uměli představit. Například formou her a inscenací, jak si elektronegativnější prvek bere elektrony od elektro pozitivnějšího, čímž mu klesá oxidační číslo a druhému stoupá ...“ (R27). Navrhováno bylo rovněž využití různých didaktických prostředků „... pomalejším žákům více vyhovuje práce s kartami než pouhý výklad v modulu a procvičování. Rychlejší žáci brzy odložili karty a psali rovnou vzorce či názvy ...“ (R8). Z hlediska struktury výukových materiálů byly navrhovány jen drobné změny vyplývající z různorodosti ŠVP na základních školách „... upravil jsem si příklady, na kterých byla práce s oxidačními čísly demonstrována tak, aby odpovídaly pořadí, ve kterém probíráme sloučeniny běžně...“ (R8).

5.6.5 Závěr

Z výsledků ověřování vytvořeného modulu je patrné, že využití připravených materiálů sice nevedlo ke zvýšení aktivity žáků, nicméně vedlo ke zvýšení efektivity výuky, a tím pádem ke snížení kritičnosti tématu. Tím lze s určitou nadsázkou tvrdit, že výsledky akčního výzkumu jsou v souladu s pozitivním očekáváním, avšak pro spolehlivější výsledky je třeba další ověření modulů a případné modifikace.

5. Tvorba modulů pro eliminaci kritických míst počáteční výuky chemie a ověřování jejich efektivity ...

Oxidační číslo je pro žáky značně abstraktní a je tedy nutné jej žákům co nejvíce přiblížit a konkretizovat. Vzhledem k tomu, že respondenti používají podobné nebo dokonce stejné

postupy jaké jsou prezentovány v modulu, nejsou navrhovány žádné výrazné modifikace a lze tento model doporučit i pro ostatní učitele.

5.7 Modul Názvosloví kyselin

5.7.1 Úvod

Z realizovaných rozhovorů s učiteli vyplývá, že „chemické názvosloví“ považuje 45 % respondentů za kritické. Z toho konkrétně 24 % respondentů považuje jako kritické místo „názvosloví kyselin“. Současně necelých 68 % respondentů uvádí toto učivo jako klíčové téma.

Příčina kritičnosti chemického názvosloví souvisí jednak s myšlenkovou vyspělostí žáků, a pak také s nutností delší doby na osvojení a fixaci učiva. Na druhou stranu je zřejmé, že názvosloví kyselin je klíčové téma nejen pro další studium, ale také pro jeho aplikaci v běžném životě. Není možné je tedy z počáteční výuky chemie vypustit. Z tohoto důvodů modul navrhuje posílení motivační stránky učiva formou didaktické hry, tajenky a zábavnou formou procvičování se zpětnou vazbou pro žáky. Modul je tedy zaměřen nejen na větší prostor pro opakování a procvičování učiva, ale důraz je také kladen na názvosloví kyselin, se kterými se žáci mohou běžně v životě potkat.

Z průzkumu vybraných učebnic chemie pro žáky základních škol (Škoda & Doulík, 2006, Šibor, Plucková & Mach 2017) vyplývá, že je kladen důraz na vysvětlení pojmu „oxidační číslo“ a na určení oxidačního čísla prvků ve sloučenině. Následně je využito pro tvorbu názvosloví binárních sloučenin křížové pravidlo. Pro určování názvosloví kyselin a názvosloví solí je využito pravidlo: „součet všech oxidačních čísel v molekule musí být roven 0“. V učebnici z vydavatelství Nová škola (Šibor, Plucková & Mach 2017) je zdůrazněna znalost slučovací poměry atomů prvku a kyslíku při tvorbě názvosloví oxidů. I další učebnice chemie pro základní školy (Peč & Pečová, 2001, Beneš, Pumpr & Banýr, 2011) kladou důraz na slučovací poměr prvků a kyslíku (případně halogenu) u dvouprvkových sloučenin. Názvosloví kyselin je v učebnicích z nakladatelství Fortuna (Beneš, Pumpr & Banýr, 2011) a nakladatelství Nová škola (Šibor, Plucková & Mach, 2017) shrnuto do tabulek, ve kterých je uveden přehledný příklad tvorby vzorce kyseliny

(případně názvu kyseliny) výpočtem z oxidačních čísel. V českých kurikulárních dokumentech je učivo názvosloví kyselin zařazené do počátečního vzdělávání předmětu chemie. Souvisí to s cíli, které vymezuje Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV). Mezi učivo RVP ZV patří (MŠMT, 2017b): kyseliny a hydroxidy – kyselost a zásaditost roztoků; vlastnosti, vzorce, názvy a použití vybraných prakticky významných kyselin a hydroxidů.

5.7.2 Návrh struktury vyučovací jednotky k tématu „Názvosloví kyselin“

Příčina kritičnosti chemického názvosloví souvisí s myšlenkovou vyspělostí žáků a nutností delší doby na jeho osvojení a fixaci. Problémy, které mohou nastat, jsou nedokonalé zvládnutí značek jednotlivých prvků, určování oxidačních čísel jednotlivých prvků ve vzorci. Toto někteří učitelé „obcházejí“ a vedou žáky k zapamatování hotových vzorců, což potlačuje žákovu myšlení (Nodzyńska, 2002). Navržený modul „Názvosloví kyselin“ byl zaměřen tedy na odstranění výše uvedených problémů, se kterými je možné se ve výuce setkat. V provedených rozhovorech s učiteli 10 % respondentů uvádí jako kritické místo dopočítávání oxidačních čísel ve vzorci, proto je v modulu přehledně znázorněno určování oxidačních čísel ve vzorci kyseliny (příloha XIV). K tomu je nutná znalost typických oxidačních čísel vodíku a kyslíku. Modul je zaměřen na názvosloví základních kyselin, se kterými se žáci mohou běžně v životě potkat. S využitím powerpointové prezentace je přehledně popsán postup tvorby vzorce (názvu) kyseliny s využitím pravidla „součet oxidačních čísel všech atomů v molekule roven nule“ (obr. 32) a vysvětlen postup tvoření vzorce kyslíkatých kyselin z příslušných oxidů (obr. 33). Celá prezentace je v příloze XIV.

Důraz je kladen na procvičování jako předpoklad pro osvojení a fixaci učiva (viz příloha XIV a příloha XV). K tomuto účelu byla navržena didaktická hra „Člověče, nezlob se!“ (obr. 34), jejíž součástí je tabulka správných odpovědí a navržené hodnocení.

5.7.3 Aplikace a hodnocení modulu Názvosloví kyselin

Modul „názvosloví kyselin“ testovalo v roce 2018/2019 ve výuce VIII. ročníků sedm učitelů ze sedmi základních škol. Výuka byla hodnocena škálovacím dotazníkem (viz příloha XVIII F) a doplněna pomocí rozhovorů s učiteli. Dva respondenti měli možnost a poskytli hodnocení modulu také s odstupem času. Učitelé využili ve výuce připravenou prezentaci a opakování v podobě jednoduchých úkolů k procvičování. Tyto úkoly byly součástí prezentace, kdy jednotlivé úkoly doplňovaly konkrétní výklad. Např. jeden z respondentů uvádí: „... byla využita prezentace pro tvorbu názvosloví a procvičování názvosloví kyselin. Z časových důvodů nebyla vyzkoušena hra „Člověče, nezlob se!“ . Hra je plánována k využití pro opakování učiva po prázdninách... “ (R4), další respondent shrnuje: „... využil jsem ve výuce prezentaci, vychází z potřeby pro výuku. Využil jsem pracovní list, příklady k procvičování názvosloví, žáky zaujalo, pracovalo se jim s tím dobře, žáci 9. tříd (kde opakují) se vrací zpátky pro pracovní listy... “(R35). Všichni respondenti využili připravenou prezentaci včetně úkolů k procvičování v celém svém rozsahu, s výjimkou jednoho z nich, který prezentaci zkrátil: „... využil jsem ve výuce celou prezentaci, kromě názvosloví kyselin s více vodíky (trihydrogen, atd.) – pro žáky osmé třídy náročné. Prezentace perfektně připravená, líbila se mi. Snažil jsem se využít většinu, ne vše se z časových důvodů ale ve výuce použilo. Využil jsem i příklady k procvičování. Didaktickou hru ne, pro nedostatek času ke konci školního roku... “ (R20). Učitelé se shodli na tom, že didaktická hra je vhodná do volitelného praktika (z časových důvodů), případně jako opakování začátkem školního roku v 9. třídě.

Co se týká hodnocení modulu, učitelé se shodují, že žáci pochopili tvoření vzorců a názvů kyselin, které bylo předloženo přehlednou formou v podobě prezentace. „... myslím si, že žáky prezentovaná výuka názvosloví kyselin zaujala a většina měla dobrý pocit, že problematiku tvorbu vzorců a názvů kyselin pochopila... “ (R4), „... prezentace byla v chemii pro žáky nová a snad i motivující. Názvosloví se probíralo ke konci roku, kdy už nebyl dostatek času na procvičování a zjišťování pochopení učiva žáky.

Nicméně pokud to shrnu, třída názvosloví kyselin „pobrala“... “ (R20), „... výuka byla úspěšnější, nechal jsem jednotlivé kroky z prezentace puštěné jako tahák pro žáky, když procvičovali. Žákům se to líbilo a rozhodně byla vyšší úspěšnost... “ (R21), „... prezentace žáky zaujala více, než práce s knihou a kreslení na tabuli, zvláště když jsou v prezentaci otázky, u kterých je správná odpověď – kontrola pro žáky. Motivační pro žáky, nakopne je to... “ (R35), „... dosud jsem vyučoval názvosloví kyselin tak, že žáci sčítali kladná oxidační čísla prvků a pak výsledek vydělili z (záporné –II kyslíku), výsledné číslo připsali za kyslík. Řada žáků nově předložený způsob výuky dobře pochopila. Polovina žáků zvládla názvosloví kyselin velmi dobře, jedna čtvrtina pochopila z části a spíše chybovala v důsledku: neznalost prvků, neznalost koncovek vyjadřující určité oxidační číslo, chyby matematické... “ (R37).

Učitelé, kteří daný modul testovali, zároveň naráželi na problém v podobě matematických schopností žáků: „... třída slabá v matematice, římská čísla problém – žáci nedokážou spojit všechny dosavadní znalosti a po té je uplatnit v chemii. Problém u žáků slabých na matematiku ve vyčíslování oxidačních čísel. Žáci nejsou schopni v chemii využívat matematiku – propojit jeden předmět do druhého. Nespojují znalosti multipředmětově, nedají dohromady. Žáci nejsou vyzrálí. Některým tyto spojitosti dochází v 9. třídě – za ten půl rok to dítě posune v uvažování... “ (R37). Na problematiku propojování souvislosti učiva narazil také další učitel: „... jak chemie navazuje, jednotlivé učivo, souvislost, dnešní děti toto nevnímají, nedokáží se soustředit tolik jako dřív, souvislost jim utíká, vzorec zapomenou, a když se začne další názvosloví, nevybavují si názvosloví předchozí. Problém je souvislost učiva, děti neudrží poznatky v hlavě, málo osvojují, procvičují (doma), v hlavě nezůstane. Nejsou motivováni k tomu, aby si to doma procvičili, sami od sebe děti tolik nepracují... “ (R17). Respondenti kladně hodnotili i úlohy k procvičování, např. „... žáci se více zapojovali do řešení úkolů, jejich výsledné znalosti byly v krátkodobém horizontu vyšší... “ (R41).

Komplexní hodnocení aplikace modulu do výuky hodnotili učitelé také pomocí škálovacího dotazníku (viz příloha XVIII F). Z jejich odpovědí vyplývá, že žáci pochopili pojem

oxidační číslo a zvládají vyčíslit oxidační čísla prvků. Příčinou nevyčíslení oxidačních čísel ve většině případů nebylo nezvládnutí poznatků z matematiky. Žáci zvládají přiřazovat koncovky názvu kyseliny, znají značky prvků, ovládají názvosloví oxidů. Navíc čtyři ze sedmi učitelů, kteří daný modul testovali, pozorovali rozdíl ve změně postoje žáků k výuce – zájem, motivace, aktivita atd. Na žácích pozorovali znaky racionálního porozumění vyučované problematice. Lze se domnívat, že použitá metodika přispěje i k lepšímu zapamatování a povede ke snížení míry kritičnosti vyučované problematiky v pozitivním slova smyslu. Snížení míry kritičnosti bychom také dosáhli výraznějším procvičováním. Učitelé považují za efektivní navržené úlohy k procvičování, šest učitelů souhlasí s tím, že by důkladnější procvičování snížilo míru kritičnosti. Šest ze sedmi učitelů bude modul používat i v budoucí praxi a jen jeden učitel nepozoroval výraznou změnu v přístupu žáků k vyučované problematice, výsledky podle jeho názoru zůstaly nadále kritické.

5.7.4 Další vývoj modulu Názvosloví kyselin

Žáci mají obtíže s představami o tom, co je zásadité a co je kyselé. Proto někteří z respondentů navrhují a zařazují před učivo „názvosloví kyselin“ laboratoře. „... těžká představa o tom, co je zásadité, co je kyselé, práce se vzorci – moc abstraktní pro žáky, před probíráním učiva nasazují laboratoře, kde se žáci seznámí s kyselinou, zásadou. Pexeso, hady, kde musí napojit vzoreček na název...“ (R35). Jeden z učitelů doporučuje uvést učivo: „... téma kyseliny jsem uvedl pokusem «Houpačka barev», kdy se přelívá voda s fenolftaleinem z velké baňky do dvou postranních kádinek a pak do prostřední, na jejímž dně je malé množství hydroxidu, dojde ke změně barvy. Ze všech třech kádinek se kapalina naleje zpět do velké baňky, celý obsah je tmavě růžovočervený. Pak nenápadně vyměním prostřední baňku, na jejímž dně je tentokrát trochu kyseliny. Růžovočervenou vodu nejprve z velké baňky naliju do postranních kádinek (voda je růžovočervená), pak do prostřední, kde vlivem kyselého prostředí dojde k odbarvení. Postranní sleju do velké baňky, poté i prostřední obsah kádinky, kapalina ve velké baňce se v celém objemu odbarví – to je velice efektní a žáky to zaujme – vysvětlujeme

si indikátory...“ „... Pak jsme v rámci laboratorních prací měřili pH přinesených potravin a vynášeli ho na stupnici pH...“ (R37).

Pokud jde o tvorbu vzorců kyslíkatých kyselin z oxidů, zaznamenali jsme následující doporučení: „... ukázala jsem tvorbu vzorců ve formě zlomku (pod sebou). Tento způsob se mi zdá názornější a mám pocit, že i pro žáky lépe pochopitelný než když to je na jednom řádku v podobě rovnice...“ (R4).

5.7.5 Závěr

Pro potřebu navrhované metodiky jsme zavedli pojem oxidační číslo prvku ve sloučenině a přehledně vysvětlili rozdíl mezi oxidačním číslem a nábojem. Příčinou tohoto zaměření byl zejména fakt, že všichni učitelé uvádí jako kritické místo dopočítání oxidačních čísel ve vzorcích. Zároveň je téma „oxidační číslo“ uvedeno jako téma klíčové pro další učivo a věnovali jsme se mu samostatně v kapitole 5.6.

Součástí navrhovaného modulu Názvosloví kyselin je tak přehledná prezentace zaměřená na několik různých způsobů tvorby názvů (vzorců) kyselin. Důraz v příkladech je kladen na sloučeniny, se kterými se žáci mají možnost setkat v běžném životě. Naopak bylo potlačováno tzv. „zapamatování hotových vzorců“, které nepodporuje žákovo myšlení. Přesto bylo v průběhu testování modulu několika respondenty navrženo pro slabší žáky doporučení k zapamatování vybraných hotových vzorců. Ale z dalšího hodnocení respondentů však vyplynulo, že podprůměrní žáci ani tento způsob výuky pro snížení kritičnosti míry učiva nezvládají.

Převážná část učitelů se shoduje, že žáci pochopili pojem oxidační číslo prvku a zvládají vyčíslit oxidační čísla jednotlivých prvků ve vzorcích kyseliny. U žáků, kteří nevyčíslí oxidační číslo ve vzorcích, se dva učitelé shodli v tom, že příčinou mohou být nezvládnuté poznatky z matematiky. Učitelé také upozorňují na pozitivní skutečnost, že žáci přiřazují odpovídající koncovku názvu kyseliny k odpovídajícímu oxidačnímu číslu kyselinotvorného prvku a pamatují si značky běžných prvků periodické tabulky prvků. Žáci pochopili a využívají pravidlo „součet oxidačních čísel v molekule

je roven 0“. Při použití obsahu navrženého modulu čtyři učitelé pozorovali změnu postoje žáků k výuce – výraznější aktivitu, zájem, motivaci. Učitelé se také domnívají, že použitá metodika přispěje k lepšímu zapamatování učiva a snížení míry kritičnosti učiva prostřednictvím výraznějšího procvičování. Pět učitelů vidí příčinu snížení míry kritičnosti učiva v použité materiální podpoře, a zároveň uvádí, že jim přinesla realizace výuky dle modulu něco nového pro jejich budoucí praxi. Šest zapojených učitelů se domnívá, že použitá metodika vedla ke snížení míry kritičnosti vyučované problematiky v pozitivním smyslu slova a bude využívat navrhovanou metodiku nebo její část také v budoucí praxi.

Jako vhodné pro snížení míry kritičnosti učiva se jeví procvičování zábavnou formou s okamžitou zpětnou vazbou pro žáky, což bylo umožněno s využitím připravené prezentace. Pro posílení motivační stránky učiva je tak vhodné procvičování s využitím didaktické hry, včetně zahrnutí práce žáků ve skupinách. Pokud jde o zařazení učiva do osmé třídy, vyučující se shodují na tom, aby zařazení učiva na konec osmé třídy bylo ponecháno s tím, že učivo je opakováno na začátku třídy deváté. Respondenti se shodují i na tom, že je vhodné žáky motivovat na začátku bloku učiva „Kyseliny a zásady“ zařazením laboratorního cvičení (téma pH, indikátor, atd.), případně pokusu v úvodní hodině.

5.8 Modul Názvosloví solí

5.8.1 Úvod

Z hlediska zařazení tématu Názvosloví solí do kontextu obsahu učiva v počáteční výuce chemie je nutné, aby měli žáci osvojené základní pojmy (oxidační číslo a jeho vztah k náboji atomu, kation, anion apod.), názvy a značky vybraných prvků, základní principy názvosloví binárních sloučenin, bezkyslíkatých i kyslíkatých kyselin. Teprve poté lze úspěšně navázat učivem o solích kyselin a jejich názvosloví.

Již dlouhou dobu se tvrdí, že názvosloví a chemické vzorce jsou jakýmsi jazykem chemie (např. Wightman, 1961, Liška, 2008, Fink, 2009). Stejně jako v mateřském a cizím jazyce je potřeba i v chemické komunikaci pro plynulé vyjadřování (bez chyb) dostatek času a získání potřebných zkušeností. Pro učitele chemie se může zdát chemický vzorec a název jasný a přehledný, ale pro žáky se může takový vzorec nebo název podobat třeba „arabskému nebo klínovému písmu“.

Názvosloví lze právem považovat za jedno z nejsložitějších témat výuky chemie a nelze jej přitom při výuce chemie zcela opomenout. Ačkoli jsou pravidla názvosloví jasná a pevně daná (např. Blažek *et al.*, 2004, Connelly *et al.*, 2018), a očekávané výstupy v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání – RVP ZV (MŠMT, 2017b) jasně formulované, metodika prezentace učiva se může u každého učitele lišit. Každý učitel se jistě snaží prezentovat učivo žákům v té nejsrozumitelnější a nejpřijatelnější formě, velmi často v té, v jaké se to naučil on sám. Nicméně, ne každý žák má stejné charakteristiky učícího se jedince jako jeho učitel, a proto je potřeba mít k dispozici několik různých postupů prezentace téhož učiva, aby mohly žákům poskytnout co nejvíce možností, jak si toto učivo osvojit. Takový přístup klade vysoké nároky na přípravu učitele a jeho vybavenost kompetencemi. Využít je možné kromě výše jmenovaných publikací i publikace, které se věnují výuce česko-anglického názvosloví chemie (Drahoš & Křikavová, 2013).

Z našich realizovaných výzkumů je patrné, že chemické názvosloví vnímá jako kritické 25 %

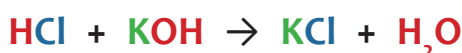
zapojených učitelů chemie, konkrétně pak 55 % z nich považuje za kritické právě názvosloví solí. Současně 67,5 % respondentů toto učivo označilo za klíčové (viz kapitola 4). Důvody jsou víceméně zřejmé. Jedná se o část chemie, která vyžaduje od žáků nejen komplexní pochopení názvoslovných principů, ale také do značné míry rozvinuté abstraktní myšlení a orientaci ve struktuře vzorců chemických sloučenin. To jsou zřejmě hlavní důvody, proč lze tuto část názvosloví na základní škole považovat za nejobtížnější. Možností výuky tohoto tématu je řada (např. rozdílné postupy sestavování vzorců a názvů, využití interaktivních prostředků nebo didaktických her apod.), avšak i přesto se toto téma setkává s vysokou mírou neúspěchu. Při pohledu do učebnic určených pro základní školy (např. nejnovější z nich – Škoda & Doulík, 2018) je zřejmé, že se této problematice příliš prostoru ve vztahu k množství ostatního učiva nevěnuje. Přesto ji však řada učitelů považuje za klíčovou. Rovněž platné RVP ZV téma názvosloví solí příliš nerozepisuje a pouze uvádí (MŠMT, 2017b, str. 69) „... soli kyslíkaté a nekyslíkaté – vlastnosti, použití vybraných solí, oxidační číslo, názvosloví, vlastnosti a použití vybraných prakticky významných halogenidů...“. Z uvedeného je možné se domnívat, že se názvosloví solí může týkat buď „vybraných solí“ (zřejmě myšleno bezkyslíkatých nebo kyslíkatých), ale také jen vybraných „prakticky významných halogenidů“.

5.8.2 Návrh struktury vyučovací jednotky k tématu Názvosloví solí

Poměrně tradičním a nejrozšířenějším způsobem výkladu názvosloví solí je odvození jejich názvů a vzorců pomocí reakce kyseliny s hydroxidem za vzniku soli a vody (neutralizace). Název soli je pak tvořen podstatným jménem odvozeným od aniontu kyseliny odtržením kationtu/ů vodíku a přídatným jménem odvozeným od kationtu hydroxidu (shrnuje např. Kozáková, 2008).

Názvosloví solí bezkyslíkatých kyselin je na základní škole probíráno nejčastěji jako názvosloví halogenidů (soli halogenovodíkových kyselin) a sulfidů (soli kyseliny sirovodíkové).

Tyto binární sloučeniny žákům většinou nedělají velké obtíže a z tohoto důvodu je zde názvosloví bezkyslíkatých solí zmíněno jen okrajově. Nejprve se odvodí název nebo vzorec aniontu soli od původní kyseliny s koncovkou – ID (podstatné jméno). Přídavné jméno je tvořeno z kationtu původního hydroxidu

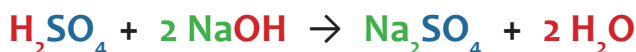


Obr. 35 Vznik soli neutralizací bezkyslíkaté kyseliny a hydroxidu

U názvosloví solí kyslíkatých kyselin je postup stejný jako u bezkyslíkatých kyselin. Nejprve odvodíme vzorec původní kyseliny, čímž získáme vzorec nebo název aniontu. Název a vzorec mají následující části. Anion soli kyslíkaté kyseliny vzniká odtržením kationtu/ů vodíku z původní kyseliny a má záporný

s koncovkou jeho oxidačního čísla. Komplikace nastává, když je při neutralizaci použita jiná zásada, než hydroxid (například amoniak), ale tuto variantu lze zmínit jako výjimku nebo amoniak považovat za vodný roztok, a tudíž „hydroxid amonný NH_4OH “ – viz příloha XVI.

náboj odpovídající počtu odtržených kationtů vodíku (protonů). Název aniontu (podstatné jméno) se tvoří od názvu kyseliny s koncovkou oxidačního čísla a zakončením -an (výjimku tvoří pouze oxidační číslo VI, kde není zakončení -ovan ale -an) – viz příloha XVII.



Obr. 36 Vznik soli neutralizací kyslíkaté kyseliny a hydroxidu

Vzorce oxokyselin a solí oxokyselin jsou však pro žáky značně nepřehledné a těžko se v nich orientují. Podle vyjádření učitelů žáci například nedokáží jednoznačně určit hranici mezi kationtovou a aniontovou částí molekuly a považují kladné oxidační číslo centrálního atomu za součást kationtu. Z toho důvodu je pro ně výhodnější identifikovat vždy konkrétní kompletní anion s odpovídajícím nábojem.

Vytvořený modul je určen pro žáky 8. a 9. ročníku základní školy (podle daného Školního vzdělávacího programu – ŠVP) a má za cíl odstranit nejvýznamnější předpokládané obtíže a překážky, které mohou v důsledku vést až k nezvládnutí tohoto učiva. K tomu slouží vymezení základních tezí (Schmidt, 2000; Taber, 2002; Taskin & Bernholt, 2014):

- cílem výuky na ZŠ je osvojení základních principů tvorby názvů a chemických vzorců solí, nikoli univerzální dovednost pojmenovat každou sůl,
- pro žáky je vhodnější používat názvosloví běžných solí, s kterými se setkají během výuky nebo v běžném životě

(celkový počet by měl být okolo deseti až patnácti kyslíkatých solí,

- pro žáky je v počáteční fázi výhodnější osvojení struktury a názvu základních aniontů kyslíkatých kyselin zpaměti, které žáci využijí při sestavování názvů a vzorců solí s úsporou času, oproti odvozování aniontů od původních kyslíkatých kyselin,
- pro žáky je snadnější používat při určování oxidačních čísel a sestavování chemických vzorců rovnost nábojů než nejčastěji rozšířené křížové pravidlo.

Postup s využitím mechanického odvozování aniontů solí od libovolných příslušných kyselin je výhodný z hlediska jeho univerzálnosti a je vhodné jej žákům uvést jako metodiku získání aniontů solí (je možné takto získat anion každé kyseliny) a žáci by ji principálně měli znát, nikoli ji však vždy vyžadovat v postupu tvoření názvů a chemických vzorců.

V reálné praxi, například při ověřování znalostí nebo při vyčíslování rovnic chemických reakcí, však tento postup může být pro řadu žáků časově náročný. Je také potenciálním místem chybování ze strany žáků díky většímu počtu

Tab. 1 Anionty a kationty solí kyslíkatých a bezkyslíkatých kyselin

| ANIONTY KYSLÍKATÝCH KYSELIN | |
|--------------------------------|----------------|
| $(\text{SO}_4)^{2-}$ | síranový |
| $(\text{NO}_3)^{1-}$ | dušičnanový |
| $(\text{CO}_3)^{2-}$ | uhličitanový |
| $(\text{ClO})^{1-}$ | chlornanový |
| $(\text{ClO}_3)^{1-}$ | chllorečnanový |
| $(\text{NO}_2)^{1-}$ | dusitanový |
| $(\text{SO}_3)^{2-}$ | siřičitanový |
| $(\text{PO}_4)^{3-}$ | fosforečnanový |
| $(\text{MnO}_4)^{1-}$ | manganistanový |
| ANIONTY BEZKYSLÍKATÝCH KYSELIN | |
| F^- | fluoridový |
| Cl^- | chloridový |
| Br^- | bromidový |
| I^- | jodidový |
| S^{2-} | sulfidový |
| $(\text{CN})^{1-}$ | kyanidový |

| KATIONTY | |
|--------------------|---------------------------------|
| sodný | Na^+ |
| draselný | K^+ |
| vápenatý | Ca^{2+} |
| hořečnatý | Mg^{2+} |
| železnatý/železitý | $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ |
| zinečnatý | Zn^{2+} |
| stříbrný | Ag^+ |
| hlinitý | Al^{3+} |
| amonný | $(\text{NH}_4)^+$ |
| barnatý | Ba^{2+} |

kroků, které musejí žáci provést. V některých případech ani tato univerzálnost není jen čistě mechanická a vyžaduje určité chemické zkušenosti nebo vědomosti. Proto je vhodnější, aby si žáci z paměti osvojili několik základních aniontů a kationtů (viz tab. 1), které pak využijí při sestavování názvů a vzorců solí. Tučně vyznačené anionty v tabulce lze považovat za klíčové a základní, ostatní až při konkrétním využití jejich solí a procvičování. Z počátku je možné nechat žáky s tabulkou pracovat i v rámci opakování a ověřování. Je zřejmé, že k osvojení základních principů je potřeba dostatek času a procvičování.

Při tvorbě chemického vzorce z názvu pak stačí, pokud žáci ovládají již předem vzorec aniontu s odpovídajícím nábojem a zbývá jen dopočítat počty nábojů a atomů v kladné nebo i záporné části molekuly. Například ve vzorci NaCl žáci identifikují chloridový anion $\text{Cl}(-1)$. Zbývá určit oxidační číslo sodíku pro koncovku přídatného jména, a jelikož je v molekule jen jeden atom sodíku a chlór, je zřejmé, že oxidační číslo sodíku (Na) bude (+1), a tudíž se bude jednat o chlorid sodný. Červeně jsou znázorněna vždy čísla, která žáci neznají a musí je určit.

Pokud se tvoří z názvu vzorec, je situace



Obr. 37 Schéma tvorby chemického názvu z chemického vzorce bezkyslíkaté soli (halogenidu)

obdobná. Z názvu je patrné, že se jedná o sulfid (žáci vědí z tabulky, že má náboj -2) a že železo je ve třetím oxidačním stavu (koncovka -itý). Nezbyvá než určit počty atomů tak, aby

se náboje kladné a záporné části molekuly navzájem vynuřily a celkový náboj molekuly byl nulový. V tomto případě je třeba dvou atomů železa a tří atomů síry.



Obr. 38 Schéma tvorby chemického vzorce z chemického názvu bezkyslíkaté soli (sulfidu)

U solí oxokyselin je situace složitější. Například u vzorce Na_2CO_3 žáci určují podobu aniontu odvozením od kyseliny uhličitě. Za předpokladu, že jej odvodí správně (a ne vždy tomu tak je), napíše na levou stranu vzorec aniontu a na

pravou stranu vzorec kationtu s odpovídajícími náboji. Náboj sodíku lze získat z názvu. Jelikož musí být náboj molekuly nulový, je potřeba dvou atomů sodíku.



Obr. 39 Schéma tvorby chemického názvu z chemického vzorce kyslíkaté soli

Při mechanickém využití tzv. „křížového pravidla“ u víceatomových sloučenin mohou nastat situace, kdy žáci nemusí správně identifikovat anion odvozený od kyseliny a přiřadí mu celkový náboj aniontu chybně. Například při sestavení názvu sloučeniny FeSO_4 mohou určit náboj aniontu (-1) a tím získají u železa ($+1$). Aby mohli dojít k tomu, že došlo k vykrácení dolních indexů (2) u kationtu a aniontu, vyžaduje se od nich znalost buď správné

podoby aniontu $(\text{SO}_4)^{2-}$ odvozeného od kyseliny sírové nebo znalost oxidačních stavů, které tvoří železo ($+II$ nebo $+III$). Pokud ovšem žáci vědí (z tabulky), že „ SO_4 “ v zadaném vzorci je odvozeno od kyseliny sírové a má podobu $(\text{SO}_4)^{2-}$ a dále vědí, že celkový náboj molekuly je nulový, stačí jim dopočítat náboj kationtu. Náboj kationtu odpovídá jeho oxidačnímu číslu, tudíž jeden atom železa musí mít oxidační číslo $+II$ a koncovku -natý.



Obr. 40 Schéma chemického názvu z chemického vzorce kyslíkaté soli (komplikovaný případ)

5.8.3 Aplikace ve výuce a hodnocení modulu Názvosloví solí

Do ověření modulu bylo zapojeno celkem 6 učitelů z šesti různých základních škol v průběhu školního roku 2017/2018 a 2018/2019 v závislosti na jejich školním vzdělávacím programu. Vybraní učitelé použili připravený modul, popř. jej modifikovali pro své potřeby. Evaluace použitých modulů byla následně provedena se

zapojenými učiteli jednak pomocí rozhovorů a také pomocí škálovacího dotazníku. Byl hodnocen a diskutován průběh výuky před, v průběhu a po využití modulu ve výuce, kdy učitelé sdělili při rozhovorech případné připomínky a návrhy pro modifikaci.

Z celkového pohledu je patrné, že většina zapojených učitelů považuje uvedený postup v modulu za efektivnější, a tudíž správnou

cestu pro odstranění kritičnosti tématu Názvosloví solí (viz příloha XVIII G). „... je zřejmé, že po použití modulu zvládlo více žáků názvosloví solí a díky zábavné formě opakování výuka žáky více bavila...“ (R5). Nejméně jednoznačný efekt modulu byl pozorován u aktivity a změně přístupu žáků, což je možné napravit například tím, že do modulu budou zakomponovány další náměty na činnost žáků a aktivizační prvky (didaktické hry apod.).

V menší míře považují učitelé efekt modulu oproti klasické výuce za stejný, což je způsobeno tím, že daný učitel využíval podobný postup již dříve. „... výuka názvosloví před vytvořením modulu v mých hodinách probíhala velmi podobně, jak bylo doporučeno v modulu. Proto žádné významné změny u žáků nenastaly...“ (R2). Za velmi přínosné lze považovat fakt, že se potvrdila u většiny učitelů teze ohledně osvojení vzorců a názvů aniontů a kationtů solí z paměti popř. s využitím tabulky. „... vysvětlila jsem disociaci kyselin na ionty, žáci si vše procvičili a na to jsme navázali názvoslovím solí. Pro některé žáky byl postup zdoluhavý a složitý. Proto si žáci vytvořili „taháček“ – soupis nejběžnějších klíčových aniontů kyselin a jejich názvů. Tento taháček mohli žáci použít při prvním ověřování dovednosti tvorby názvosloví na známky...“ (R2). Učitelé ve shodě s předpoklady považují odvozování aniontů solí od kyselin za zdoluhavé a používají při výuce příklady solí, se kterými se žáci mohou setkat v běžném životě, „... výuku názvu aniontů kyslíkatých kyselin u žáků požadují z paměti z důvodu úspory času při sestavování vzorců. Jako náplň testů a opakování používám názvy a vzorce solí, se kterými se setkávají v běžném životě, protože si to lépe zapamatují...“ (R32). U některých učitelů vedlo použití modulu k výrazné změně metodiky výkladu názvosloví. „... dosud jsem téma vyučovala matematickým postupem. Mnohým žákům tyto matematické úkony činí problémy a nejsou schopni zcela pochopit posloupnost jednotlivých kroků, též jim to komplikuje zařazování křížového pravidla, což je mate...“ (R38). Pouze dva učitelé uvedli z části zamítavý postoj (nechtějí, aby se žáci učili vzorce z paměti, a trvají na dovednosti odvozování). „... raději žáci dělali vzorce z názvů než názvy ze vzorců. Nejsem přívržencem memorování, žáci musí u mne myslet a odvozovat, i toto...“ (R11). V modulu je ovšem postup

s využitím učení z paměti navrhován pouze v počátcích, přičemž odvození je navrhováno žákům ukázat. Je počítáno s tím, že použitím tabulky dojde k postupnému osvojení.

V průběhu ověřování se vyskytla další možná příčina kritičnosti uvedeného tématu, a sice že je toto téma zařazeno většinou na konec 8. ročníku ZŠ, kdy už jsou žáci unaveni a ztrácejí pozornost. V mnoha případech tento stav vede k tomu, že je nutné učivo na začátku 9. ročníku stejně probrat znovu nebo přinejmenším důsledně zopakovat. „... bohužel výuka solí je zařazena na konec 8. ročníku, kde žáci jsou již unaveni, roztěkaní z blížících prázdnin. Nemají pevně zafixovány celkovou problematiku názvosloví – chybují hlavně při tvoření názvu ze vzorce...“ (R5). Dalšími příčinami neúspěchu může být také přístup některých žáků. „... většina žáků téma pochopila (asi 2/3). U žáků neúspěšných jsou problémy se znalostí značek chemických prvků nebo neznají dobře koncovky oxidačních čísel/nábojů, většinou nepochopili ani názvosloví kyselin...“ (R38).

Z výsledků dále vyplynulo, že učivo názvosloví nečiní všem žákům stejné potíže a že kritičnost je do jisté míry vázána na individuální charakteristiku žáků. Někteří žáci (podle hodnocení učitelů je jich zhruba čtvrtina až polovina v každé třídě) zvládají principy názvosloví bez potíží. To je ve shodě s dřívějšími výsledky výzkumů, které ukázaly, že úspěšnost zvládnutí kritických témat v chemii je rovněž podmíněna několika faktory, zejména již získanými zkušenostmi a úrovní vývoje myšlení a pravděpodobně i pohlavím, naopak není příliš ovlivněno úrovní paměti (Chandran, Treagust & Tobin, 1987). „... při procvičování názvů a vzorců společně – např. na tabuli, učivo většina zvládala, při samostatné práci žáků byly větší rozdíly ve zvládnutí této látky. Při probírání názvosloví solí – kyslíkatých kyselin, se pak tato skutečnost promítala do větších problémů zhruba poloviny žáků třídy. Při procvičování bylo používání doplněné tabulky pro žáky velkým přínosem, i oni sami uváděli, že je to lehké...“ (R32). Naopak se ukázalo, že použití modulu u žáků se slabšími výsledky vykazovalo výrazné zlepšení, neboť postup uvedený v modulu do jisté míry nevyžaduje tak vysokou míru abstrakce a vyvinutou orientaci ve vzorci

molekuly. „... slabším žákům materiál usnadnil lepší průnik do problematiky. U silnějších žáků byl efekt stejný...“ (R11).

5.8.4 Další vývoj modulu Názvosloví solí

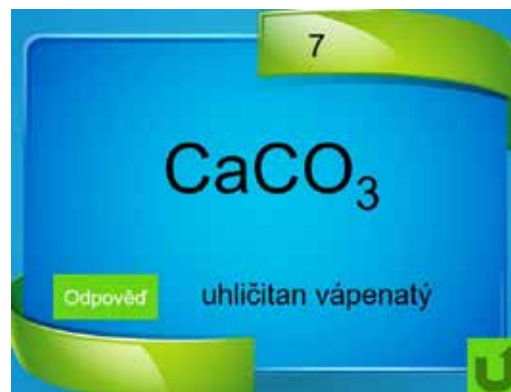
V průběhu hodnocení a diskuze vyvstaly některé další doporučení a návrhy, jak lze moduly upravit, popřípadě doplnit. Někteří učitelé by modifikovali seznam vybraných aniontů a kationtů, popř. upravili období, kdy učivo probírají. „... do taháčku jsem doplnila některé anionty a posunula jsem učivo názvosloví až po probrání příkladů významných solí...“ (R2).

Další úpravou by podle učitelů mohlo být doplnění modulu o typické vlastnosti, význam a použití běžných solí, čímž by opět byla snížena abstrakce a žáci by pracovali s konkrétním obrazem chemické látky. „... co žáci ale nemají je přehled o použití a o druzích těchto solí, je pro ně složité či vůbec důležité si některé pamatovat...“ (R11). Některé návrhy se týkaly rovněž grafického a logického zpracování modulu. „... chtělo by to podrobnější nebo více animovaný výklad s logickou strukturou podporující vlastní myšlení...“ (R27).

Nejvýraznější potřeby doplnění a modifikací se týkaly dalších možností procvičování a opakování uvedeného tématu, včetně nároků na aktivizaci a motivaci žáků „... důraz na procvičování pomocí her – hra na krále apod. Hojněji využívat u názvosloví úlohy na procvičování – ve skupinách, ve dvojicích, individuálně nebo pomocí domácích úkolů. Bylo by dobré doplnit i nějaké aktivizační a motivační aktivity ...“ (R5).

Ve shodě s názory učitelů je zřejmé, že součástí úspěšného osvojování učiva je jeho aktivizující procvičování (fixace). V případě pro žáky složitějšího názvosloví solí to platí o to více. Jako nástroje upevnění a prohlubování potřebných vědomostí a dovedností je možné využít procvičování formou didaktických her. Jako příklad lze uvést například modifikaci známé televizní soutěže AZ kvíz, kterou lze stáhnout zdarma z internetu (Beran, 2014). Žáci nebo skupiny žáků si volí postupně jednotlivá políčka s názvy nebo vzorci solí (prezentaci lze libovolně modifikovat) a pokud odpoví správně, políčko se zbarví barvou dané skupiny. Vyhrává ten žák nebo skupina, která propojí první všechny tři strany hracího trojúhelníku. Další možností zapojení her je vytvoření pexesa, kde žáci vybírají z otočených kartiček vždy dvojici tvořící název soli a její vzorec. Vyhrává ten, který má největší počet nalezených dvojic. Názvosloví solí je možné rovněž procvičovat hrou Bingo, kdy mají žáci na kartičkách v tabulce 9 nebo 16 různých vzorců solí (vždy jinak uspořádané) a učitel pomalu předčítá jejich názvy. Kdo spojí vzorec v řadě, sloupku nebo uhlopříčce, zvolá „bingo“ a vítězí (viz obr. 41).

Jako vhodné se rovněž osvědčilo používání tabulek na doplňování, popřípadě procvičování v kombinaci s moderními ICT jako je interaktivní tabule (např. Žemličková, 2011, Krtilka, 2014). Lze rovněž využít rozsáhlé databáze chemických didaktických her, např. databáze American Chemical Society (2018) nebo mnohé další zdroje inspirace (Crute, 2000, Chimeno, 2000).



Obr. 41 Úvodní obrazovka prezentace AZ kvíz – názvy a vzorce solí (vlevo) a ukázka vybraného políčka (vpravo), (Beran, 2014)

5.8.5 Závěr

Z analýzy rozhovorů se zapojenými učiteli vyplynulo, že pro žáky jsou nejvíce kritické následující aspekty tématu Názvosloví solí: zhoršená orientace ve vzorci (pozice kationtu a aniontu), znalost chemických značek prvků, určování oxidačních čísel jednotlivých atomů a sestavování finálního vzorce, což potvrzuje ve svém šetření i Trhlíková (2017).

Výsledky hodnocení připraveného modulu k inovaci tématu Názvosloví solí učiteli na základě ověření ve výuce prokázaly, že metodické přístupy učitelů k názvosloví solí jsou velmi heterogenní, jelikož se jedná o téma velmi komplexní. Každý učitel může vnímat svůj postup jako ověřený a fungující (což může, ale nemusí být pravda), stejně tak je třeba vnímat individuální charakteristiky žáků. Žáci si ve většině případů po výuce s použitím modulu osvojili dovednost tvoření chemických názvů a vzorců solí kyslíkatých kyselin lépe, než v předchozí výuce a lze se tedy domnívat, že základní teze modulu byly potvrzeny. Pro žáky je výhodnější osvojení vzorce a názvu základních aniontů kyslíkatých kyselin a kationtů z paměti než odvozením z rozkladu kyselin a používání při určování oxidačních čísel a sestavování chemických vzorců rovnost nábojů v molekule.

Ukázalo se však, že žáci potřebují vyšší míru aktivizace formou didaktických her a procvičování, a že téma názvosloví vyžaduje mnohem delší čas na fixaci osvojovaných postupů. Je nutné si uvědomit, že názvosloví nelze vnímat jako izolovaný tematický celek, ale že prostupuje celým učivem chemie. Proto je pro skutečné osvojení učiva třeba žákům poskytnout dostatečný čas. Avšak názvosloví není jediným tématem výuky chemie na základní škole, a tudíž mu nelze věnovat více času na

úkor jiných, možná zajímavějších a pro běžný život potřebnějších, témat.

Chemické vzorce a názvy jsou pro svou abstraktnost a obtížné propojení s konkrétními látkami a známými objekty jedním z nejkritičtějších míst chemie na základní škole a tím se také podílí na negativním vnímání chemie jako oboru i předmětu (Čtrnáctová & Zajíček, 2010). Kritičnost tématu názvosloví je v přímé souvislosti s myšlenkovou vyspělostí žáků, neboť se jedná, jak už bylo výše uvedeno, o téma velmi abstraktní, a proto je vhodná kombinace názvosloví s ukázkami a vazbou na soli, s kterými se žáci běžně setkávají ve škole, v domácnosti či na zahradách (Ezquerro *et al.*, 2017; Briñas *et al.*, 2018). Toto vyžaduje od žáků nejvyšší úroveň vývoje myšlení na úrovni formálního myšlení. Jak ovšem ukázaly četné studie před několika desetiletími (např. Elkind 1962; Dale, 1970; Towler & Wheatley, 1971; Herron, 1975; Lourenço, 2016), této úrovně dosahuje většina žáků až mnohem později, než ve 14 letech, kdy je toto učivo probíráno na základní škole. Vzhledem k tomu, že žáky dnes obklopují digitální technologie ze všech stran, které je ne nutí si cokoli představovat, můžeme očekávat ještě výraznější posun vývoje formálního myšlení. Vyvstává tak otázka, zda je vhodné toto učivo vyučovat již na základní škole, nebo jej přesunout na středoškolský stupeň vzdělávání. Rámcové vzdělávací programy pro základní vzdělávání sice zatím předepisují výstupy založené na učivu solí kyslíkatých a bezkyslíkatých kyselin, nicméně názvosloví je vyžadováno jen u jejich vybraných a prakticky nejvýznamnějších zástupců.

Závěrem můžeme konstatovat, že výsledky akčního výzkumu tématu Názvosloví solí jsou v souladu s pozitivním očekáváním a popisované postupy můžeme doporučit k obecnému využívání.

6. Přínos science center k počáteční výuce kritických a dynamických míst kurikula chemie

Funkce science center ve vztahu ke školnímu vzdělávání

Science centra (dále SC) se řadí mezi neformální vzdělávací instituce, které uskutečňují své edukativní aktivity mimo rámec zavedeného školského systému. Systematicky se zaměřují na podporu výuky přírodovědných předmětů, spolupracují s pedagogy, univerzitami i odbornými firmami. Jejich primárním cílem je popularizovat přírodní vědy, ukazovat jejich zábavnou stránku a seznamovat veřejnost s novými vědeckými poznatky a moderními technologiemi. Ve vztahu ke školnímu vzdělávání představují SC silný nástroj pro obohacení běžné formální výuky. Žáci bádají v podnětném neformálním prostředí, experimentují v moderních laboratořích a baví se při vědeckých show. V rámci každého SC funguje programové oddělení, které se věnuje vytváření doprovodných vzdělávacích programů pro různé věkové kategorie. SC pracují i s učiteli prostřednictvím speciálních školení, tzv. metodických center, při nichž sdílí lektori a pedagogové praktické zkušenosti s výrobou jednoduchých pomůcek, prováděním zajímavých experimentů či tvorbou podpůrných materiálů pro oživení výuky.

Vzdělávací nástroje science center

V projektu Didaktika A bylo definováno 8 kritických míst kurikula chemie, která byla podrobně diskutována v předchozích kapitolách. SC ve snaze přispět ke snižování míry kritičnosti tohoto učiva využívají různé metody.

Interaktivní expozice

Základním didaktickým nástrojem SC jsou expozice s interaktivními exponáty, které plní roli zvětšených učebních pomůcek, viz obr. 42. Exponáty vyzývají žáky k aktivnímu bádání, žáci sami s exponáty manipulují a jejich osobní prožitky jim tak pomáhá pochopit složitější přírodovědné zákonitosti. Pro zajištění správného použití exponátů a pro docílení požadovaného vzdělávacího efektu vytváří SC tematicky zaměřené pracovní listy, kam žáci zaznamenávají výsledky svého experimentování. SC iQLANDIA nabízí na ploše 10 000 m² více než 400 exponátů rozmístěných do 10 různých expozic. Svět techniky v Ostravě zahrnuje 2 budovy plné expozic. Jedna budova je označena jako U6 neboli Malý svět techniky a druhá Velký svět techniky. Dohromady obsahují přes 325 exponátů rozmístěných na ploše 14 901 m².



Obr. 42 Science centra iQLANDIA v Liberci a Svět techniky v Ostravě



Obr. 43 Doprovodné laboratorní programy. Nahoře: barevné acidobazické a komplexotvorné reakce při programu ChemiQ a měření hustoty během programu Voda, iQLANDIA. Dole: sestavování jaderného reaktoru v programu Jaderná elektrárna a stanovení tvrdosti vody v programu Chemická pitva H₂O, Svět techniky Ostrava

Laboratorní workshopy

Druhou výrazně aktivizující formou poznávání jsou laboratorní programy, využívající principů badatelsky orientovaného vyučování. Jsou zaměřené buď tematicky na konkrétní učivo daného předmětu v souladu s RVP, nebo propojují různé přírodovědné předměty pomocí tzv. průřezových témat. Žáci při nich plní zpravidla několik laboratorních úloh, na kterých spolupracují ve skupinách, viz obr. 43. Dle zvyklostí konkrétního SC pomáhají žákům při úlohách pracovní listy v papírové podobě nebo návody na tabletech. Programy ve Světe techniky také často využívají prvky „larpu“. Každý program má svůj příběh, lektor v něm vystupuje v převleku (například alchymisty, detektiva atd.), žáci se stávají součástí příběhu, ve kterém plní určité role a provádějí zábavné experimenty.

Science show

Nedílnou součástí programové nabídky každého SC a dalším podpurným didaktickým prostředkem jsou tematicky laděná science show, která mají především motivační charakter. Jedná se o frontální vystoupení plná vizuálně působivých pokusů, doplněná odborným komentářem. Cílem je ukázat žákům zábavnou stránku různých přírodovědných témat. Žáci tvoří aktivní publikum, které do show zasahuje, dobrovolníci pomáhají s prováděním pokusů a publikum se podílí na vysvětlení prezentovaných jevů. Základním a nejčastěji objednávaným typem science show v iQLANDII je tzv. Velka science show, která nemá pevný scénář. Její základ tvoří exotermní reakce, ohnivé pokusy a experimentování s kapalným dusíkem, viz obr. 44. Trvá 40–50 minut. Druhým typem jsou tematicky zaměřené science show, při kterých jsou pokusy voleny tak, aby postupně vysvětlily určitou část učiva od jeho základů po ukázkou moderních aplikací. Příkladem je



Obr. 44 Velká science show v iQLANDII, zapalování kostkou ledu a pokusy s kapalným dusíkem



Obr. 45 UV show a Ohnivá show ve Světě techniky Ostrava

Zkročení elektrické energie, Vzduch, Zaostře-
no na optiku, Na vlnách zvuku, Hravá voda
a To je síla.

Divadlo vědy ve Světě techniky vede potrhlý
vědec prof. Hugo Křemík, který ve své labo-
ratoři zkouší ty nejefektnější pokusy, které
pak se svým vědeckým týmem předvádí všem
návštěvníkům SC. Odvážnější dostanou mož-
nost vyzkoušet si některé pokusy na vlastní
kůži pod vedením našich zkušených vědců
(lektorů). V současné době má Divadlo vědy
v repertoáru 5 science show. Jde o Plynnou
show, Ohnivou show, Světelnou a UV show,
Elektrickou show a Zvukovou show, viz obr. 45.

Dalšími nástroji SC jsou odborná školení pro
pedagogy, únikové hry, teambuildingové akti-
vity, vytváření různých vzdělávacích pomůcek
(např. prvkové pexeso), soutěže pro žáky i pro
veřejnost, facebookový profil se zajímavými
příspěvky, kroužky a speciální akce jako Science
café, Muzejní noc, Noc vědců atd.

Příspěvky k řešení kritických a dynamických míst pomocí interaktivních exponátů

iQLANDIA

Interaktivní tabulka prvků

V souvislosti s definovanými kritickými místy
kurikula byl v iQLANDII vytvořen speciální
pracovní list k exponátu Interaktivní tabulka
prvků, který si klade za cíl podpořit výuku
chemického názvosloví. Exponát je tvořen vel-
kou dotykovou obrazovkou, na které mohou
žáci vytvářet sloučeniny z jednotlivých prvků
periodické tabulky. Při tom si procvičují jejich
názvy a značky, seznamují se s jejich vlast-
nostmi a zjišťují správné poměry mezi atomy
v konkrétních sloučeninách. Jedním z úkolů
v pracovním listu je sestavit molekuly různých
kyslíkatých solí, kyselin nebo jiných sloučenin,
viz obr. 46. Odměnou za správné sestavení po-
žadované sloučeniny je počítačová animace,
která znázorňuje použití sloučeniny v praxi.



Tabulka prvků

1. Najděte v tabulce následující prvky a zjvětte jejich značku.

Křemík, Měď, Fluor, Kyslík, Vápník, Zinek, Siročička, Hliník, Bismut, Stříbro, Zlato, Cín, Olovo, Mangan, Nikl, Kobalt, Molybden, Wolfram, Vanad, Arzen, Antimon, Tellur, Polonium, Kadmium, Rytíř, Beryllium, Lithium, Sodík, Hořčík, Strontium, Barium, Kalcium, Magnesium, Alumin, Křemík, Železo, Měď, Zinek, Nikl, Kobalt, Mangan, Molybden, Wolfram, Vanad, Arzen, Antimon, Tellur, Polonium, Kadmium, Rytíř, Beryllium, Lithium, Sodík, Hořčík, Strontium, Barium, Kalcium, Magnesium.

2. V pravé části obrazovky měříte teplotu a zjistíte skupenství těchto prvků při teplotě 25 °C a 100 °C.

| značka prvku | skupenství při 25 °C | skupenství při 100 °C |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| rtuť | | |
| alumin | | |
| hořčík | | |
| chlor | | |
| stříbro | | |

3. Mendělejev sestavil periodickou tabulku prvků v roce 1869. V dolní části obrazovky nastavte rok 1870 a zjistíte, které prvky byste již našli v jeho tabulce.

Tc, ANO, NE, Ne, C, F, Ge, U

4. Do rámečků v levé dolní části přetáhnete následující prvky: sodík, uhlík, kyslík. Vytvořte vzorec uhličitanu sodného - zmáčknutím tlačítka \times a - nastavíte správný poměr prvků ve sloučenině. Při správném poměru prvků se výsledný vzorec zobrazí. Klikněte na něj a zjistíte využití dané sloučeniny. To samé zopakujte i pro další kombinace prvků v tabulce.

| Páráté prvky | Název sloučeniny | Vzorec sloučeniny | Využití |
|----------------------|-------------------------|-------------------|---------|
| sodík, uhlík, kyslík | uhličitan sodný | | |
| vápník, síra, kyslík | siřan vápennatý | | |
| dušík, vodík, chlor | chlorid amonný | | |
| křemík, kyslík | oxid křemčitý | | |
| vodík, chlor | kyselina chlorovodíková | | |

5. Spojte prvek s jeho zařazením v tabulce.

prvky: C, Fe, S, He, Mg, Si, K, Na

zařazení: přechodné kovy, vzácné plyny, netoxický, alkalické kovy, kovy alkalických zemin, polovodičkové prvky

Obr. 46 Exponát Interaktivní tabulka prvků s pracovním listem pro žáky, iQLANDIA

Výročí periodické tabulky

V souvislosti s výročí sestavení periodické tabulky byl v iQLANDII připraven bohatý doprovodný program. Byl vytvořen laboratorní workshop pro veřejnost s názvem Tajemství prvků, kde si návštěvníci vyzkoušeli vlastnosti a chování prvků z různých částí periodické tabulky. Počínaje letními prázdninami si mohou všichni návštěvníci otestovat své znalosti periodické tabulky pomocí soutěžní hry s názvem Superhrdinové periodické tabulky. Úkolem je nalézt v expozici 8 kartonových postav v životní velikosti, z nichž každá představuje jiný

prvek periodické tabulky. Jediné vlastnosti prvků tak ožívají díky originálnímu personifikovanému ztvárnění. Na každém hrdinovi je umístěna textová nápověda, která vysvětluje, proč je prvek znázorněn právě takto. Žáci si tak hravou formou zopakují typické vlastnosti několika základních biogenních prvků. Celkem bylo v iQLANDII vytvořeno 24 originálních ilustrací prvkových superhrdinů, které jsou postupně představovány na facebookovém profilu a ze kterých také vzniklo výukové pexeso pro školáky a omalovánky pro menší děti. Na závěr roku se prvkové superhrdinové představí v interaktivním elektronickém adventním



Obr. 47 Model uhlíkové nanotrubic a představení technologie výroby polymerních nanovláken pomocí elektrostatického zvlákňování, iQLANDIA

kalendáři, jehož součástí budou i krátká videa znázorňující reakce vybraných prvků.

Expozice TULaborka

Kromě kritických míst se expozice iQLANDIE zabývají i dynamickými místy kurikula, jako jsou nové technologie a současný výzkum. Jedná se o témata, pro která většinou nemají pedagogové během výuky prostor ani potřebné materiální vybavení. Jedním z takových témat v chemii jsou nanotechnologie. V iQLANDII byla ve spolupráci s odborníky z Technické univerzity Liberec vytvořena interaktivní expozice TULaborka, která návštěvníkům přibližuje tuto novou rychle se měnící oblast chemie. Žáci zde nahlédnou do světa mikro- a nanostruktur pomocí modelu elektronového mikroskopu, prozkoumají antibakteriální účinnost stříbrných nanočástic, seznámí se se superparamagnetickými nanočásticemi hematitu a magnetitu, které tvoří tzv. ferrofluidy, nebo sestaví různé uhlíkové nanostruktury. Velká část expozice je věnována představení principu elektrostatického zvlákňování polymerů včetně ukázky konkrétní technologie výroby nanovláčkových vrstev (Nanospider), která byla vyvinuta právě ve spolupráci s TUL Liberec, viz obr. 47. Expozice také obsahuje ukázky využití polymerních nanovláken. Jednou z nich jsou například polymerní nanovláčkové membrány pro funkční nepromokavé oblečení. Jejich použití demonstruje exponát Vodní sloupec. Na něm

je patrné, že nanovláčková membrána udrží vysoký vodní sloupec kapaliny a zároveň dobře propouští plynné látky, což činí tkaninu nepromokavou a zároveň dobře prodyšnou. Projekce s počítačovými animacemi ukazují využití nanovláken pro tkáňové inženýrství a speciální filtrace.

Svět techniky

Dynamická místa kurikula formou aktuálních poznatků z přírodovědných oborů jsou ve Velkém Světě techniky řešena prostřednictvím stálé expozice Svět vědy a objevů, která zdůrazňuje struktury světa kolem nás a technologie, s nimiž se nyní setkáváme. Expozice v areálu Nano a Mikro zve návštěvníky na cestu do nejmenších rozměrů našeho prostředí a vše je tu zmenšeno na mikroskopickou úroveň. Přímou vystavené exponáty návštěvníkovi umožní poznat fascinující svět atomů a molekul, viz obr. 48. Návštěvník může v této expozici najít odpovědi třeba na tyto otázky: Jaké využití má nanotechnologie a co vše umožňuje? Jaké zásluhy sbírají čeští vědci na mezinárodním poli? Čím lze pozorovat nano- a mikročástice? Další expozice, Nové materiály, dává návštěvníkům možnost prozkoumat svět materiálů a jejich vlastnosti. Sestavením různých druhů uhlíkových molekul získají znalosti o nanostruktuře materiálů, jiné exponáty jim umožní rozšíření zkušeností s materiály prostřednictvím hmatových vjemů.



Obr. 48 Tunel ve větším měřítku a Elektronový mikroskop v Expozici Nano a Mikro ve Světě techniky Ostrava



Obr. 49 Práce s částicovou kamerou MX10 během programu Radioaktivita v iQLANDII a pracovní list k modelu tokamaku

Příspěvky k řešení kritických a dynamických míst v doprovodných vzdělávacích programech

iQLANDIA

SC iQLANDIA nabízí žákům 2. stupně ZŠ 20 různých laboratorních workshopů, tzv. „laborek“, z nichž zhruba polovina se dotýká učiva chemie na ZŠ. Přestože žádný z těchto programů není primárně zaměřen k řešení některého kritického místa kurikula, v řadě programů se objevují otázky či úlohy související s jednotlivými kritickými místy. Tak v rámci

„laborek“ Jaderná energie se žáci zabývají stavbou atomu, neboť vysvětlení radioaktivity vyžaduje pochopení rozdílu mezi elektronovým obalem a atomovým jádrem a znalosti týkající se elementárních částic. Pracuje se tu s moderními přístroji: měří se intenzita gama záření a zkoumají různé druhy záření pomocí částicové kamery MX10, která nepatří mezi běžně dostupné pomůcky na školách. Žáci se při tom seznámí s několika zdroji radioaktivního záření (americiovým zdrojem, uranovým sklem či uranovou rudou – smolincem). Během měření se naučí rozpoznávat různé kovy, procvičí si jejich značky a zjistí, jak hustota kovu

nebo tloušťka materiálu ovlivňují množství procházejícího radioaktivního záření. Jedna z úloh je věnována termojaderné fúzi a současnému stavu vývoje moderních tokamaků, především tokamaku ITER, viz obr. 49. Žáci se seznámí s fungováním jednotlivých částí tokamaku pomocí jeho rozkládacího modelu. Na přípravě této úlohy spolupracovala iQLANDIA s Ústavem fyziky plazmatu Akademie věd ČR.

Termojaderná fúze patří mezi dynamická místa kurikula chemie i fyziky. Pro podporu její výuky na ZŠ nabízíme navíc účastníkům „laborek“ tištěné i elektronické informační materiály, které shrnují nejnovější poznatky z této oblasti.

Dalším z definovaných kritických míst kurikula a běžnou součástí „laborek“ a science show jsou chemické reakce a chemické rovnice.

ENZYM KATALÁZA

iQLANDIA

Kataláza je přirozený enzym, který se nachází v červené krvi a v játrech. Jeho úkolem je rozkládat peroxid vodíku na vodu a kyslík. V tomto experimentu si ověříte, že kataláza skutečně katalyzuje rozklad peroxidu vodíku.

- Máte před sebou žilní tkáň. Do každé skupinky 3 ml peroxidu vodíku (30%). Do první skupinky vhodíte kus tkáně. Do druhé přidáte trochu katalázy. Do třetí kousky jater a do čtvrté 3 kapky chemického katalyzátoru. Jakou reakci očekáváte? Znamky vlny na stránce.
- Pomozte vyřadit molekuly peroxidu vodíku v jednotlivých skupinkách a odpovězte na následující otázky.
 - Jaké plyny se tvoří při rozkladu H_2O_2 ?
 - Popište znaky této chemické rovnice.
 - Jaké je typické zabarvení mléka?
 - Jaké je rozdíl v rychlosti reakce při použití celého kousku tkáně a v porovnání s nastrohanou tkáně? Proč tomu tak je?
 - Jak odlišují katalyzátory (enzymy) katalázu od ostatních?
- Ověřte, zda jste správně určili vzniklé plyny. Zapalte špičku, vložíte ji a ještě doukněte i vlna do jednotlivých skupinek. K čemu dochází? Proč tomu tak je?

DOMÁCÍ HASIČÁK

iQLANDIA

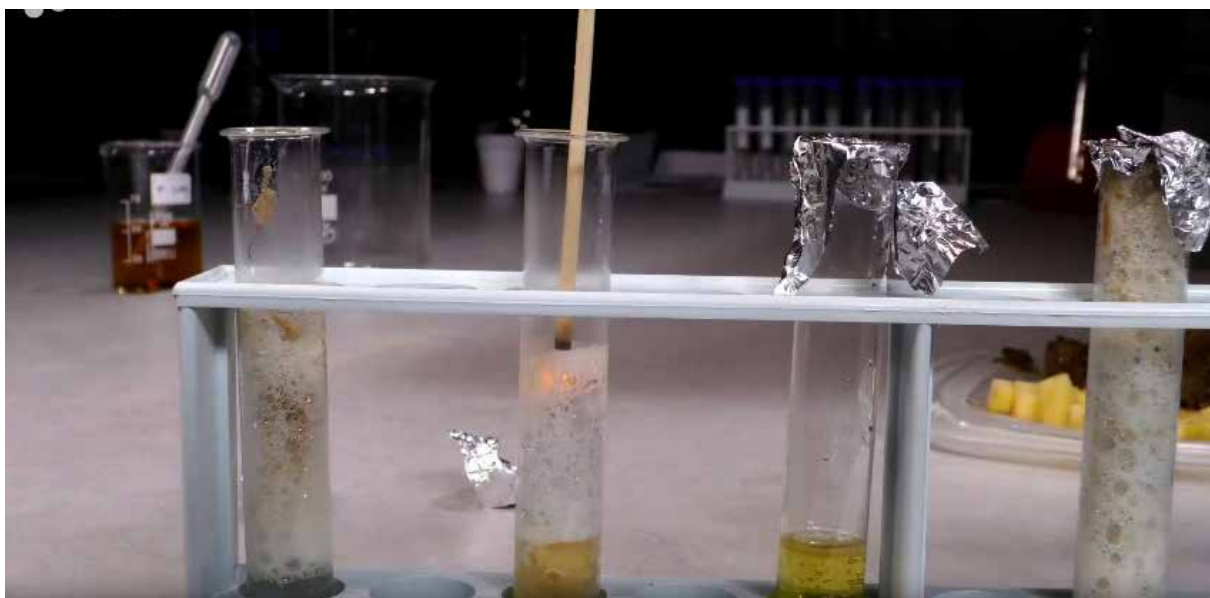
1. Horeni dřeva. Doplněte vzorce molekul do prádních políček.

2. Do připravené kádinky nalijte 50 ml vody a poté přidejte lžičku jedlé sody a lžičku kyseliny citronové.

3. Živně vsunut hořící špičku nebo zapalovač do kádinky s plynem těsně nad vodní hladinou.

4. Živně kádinku s plynem opatrně nahnauť nad zapalovací svíčkou. Žádná pěna ani kapalina přitom nesmí i kádinky vytéci!

Chemická rovnice: $NaHCO_3 + H_2C_2O_4 \rightarrow Na_2C_2O_4 + H_2O + CO_2$



Obr. 50 Praktické procvičování kritických míst chemické reakce a chemické rovnice během „laborek“ v iQLANDII, ukázka pracovních listů



Obr. 51 Výpočet obsahu vitamínu C v tabletě během programu Biochemie, iQLANDIA

Sestavování chemické rovnice se během laborek uskutečňuje na základě provedení experimentu. Například při testování katalytického rozkladu peroxidu vodíku žáci nejdříve pozorováním určí skupenství produktů reakce (plyn a kapalina), viz obr. 50. Zjistí, že vznikající plyn způsobí znovu rozhoření doutnající špejle. Prozkoumají tepelné zabarvení reakce. Následný zápis chemické rovnice je usnadněn provedeným pokusem. Správné vyčíslení zvládnou v průměru 2/3 účastníků, zbytek potřebuje pomoc lektora. Mezi další příklady reakcí, se kterými se žáci během laborek setkávají, patří srážecí reakce při určování neznámých kationtů (Separační metody), neutralizační reakce při výrobě domácího „hasičáku“ (ChemiQ), redoxní rovnice při vytěšňování kovů (Elektrochemie), barevné komplexotvorné a acidobazické reakce (ChemiQ), elektrochemické reakce při elektrolytické izolaci mědi (Separační metody) a další.

Doprovodným programem, který je založen především na popisu a ukázce různých druhů reakcí, je tzv science show. Při ní se žáci zábavnou formou seznámí s pojmy exotermní / endotermní reakce, katalýza, oxidace, slučovací,

rozkladné a substituční reakce, neutralizace, heterogenní a homogenní reakce.

Výpočtům z chemických rovnic a výpočtům složení roztoků se v iQLANDII nevěnuje příliš velká pozornost z důvodu časové náročnosti těchto témat. Časová dotace „laborek“ je maximálně využita pro praktické provádění experimentů a jejich následnou analýzu. Jediným příkladem výpočtu z chemické rovnice je stanovení obsahu vitamínu C v tabletě při jodometrické titraci, viz obr. 51. Žáci vyčíslují chemickou rovnici a pracují s pojmy molární hmotnost a molární koncentrace.

Nový program Nanosvět

Speciálním programem vytvořeným pro potřeby projektu Didaktika A jsou „laborky“ Nanosvět. Výběr aktivit byl konzultován s odborníky z Katedry netkaných textilií a z Ústavu pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace na Technické univerzitě v Liberci (TUL). Výše zmiňované instituce nám také poskytly některé potřebné materiálové vybavení. Při vývoji „laborek“ bylo dále osloveno několik soukromých firem zabývajících se vývojem nanomateriálů.

Cíle a požadované výstupy:

- pochopení nanorozměrů a základní seznámení s metodami pozorování nanosvětla,
- přírodní nanočástice a nanostruktury, které nás obklopují,
- seznámení s nanotechnologiemi, které běžně využíváme – „kde všude je nano“,
- principy fungující jen v nanorozměrech a jejich odlišnost od zákonitostí makrosvětla,
- významné české stopy v oblasti nanotechnologií – elektrostatické zvlákňování, nanoželezo,
- představení technologie Nanospider.

Metody:

Samotný program sestává ze dvou částí. První je 40minutová přednáška s vysvětlením základních pojmů a ukázkami zajímavého chování vybraných nanomateriálů. Velká část přednášky je věnována biomimetice. Žáci například zjistí, jak speciální nanostruktura lotosového listu, štětiček na prstech gekona či peristomu láčkovky inspirují vědce k vývoji nových materiálů s jedinečnými vlastnostmi. Lektor ukazuje žákům odlišné chování nanočástic v porovnání s částicemi makroskopickými, například rozdílné optické vlastnosti nanostruktur, zvýšenou reaktivitu, změny ve smáčivosti atd. Druhou část představují samotné laboratorní úlohy, při kterých žáci ve skupinkách testují chování nanostruktur.

Seznam laboratorních úloh:

A. Lásky k vodě

Cíl: Seznámení s pojmy kontaktní úhel, hydrofobní / hydrofilní materiál, smáčivost povrchu, biomimetika. Prozkoumání nanomateriálů vykazujících superhydrofilní a superhydrofobní chování.

Popis aktivity: Žáci nanášejí pomocí kapátka malou kapičku vody na 6 různých površích. Pozorují tvar kapky z boku a vyhodnocují velikost kontaktního úhlu. Roztřídí tím materiály do těchto skupin: superhydrofilní (extrémně smáčivé), smáčivé, nesmáčivé, superhydrofobní (extrémně nesmáčivé). Pozorují také,

jak hydrofobicita povrchu ovlivňuje průměr nanosené kapky, a sledují pohyb kapek vody na větší ploše impregnované pomocí superhydrofobního nanonátěru. Další částí úlohy je rozluštit tajnou zprávu nanosenou pomocí antifog nátěru na skleněnou destičku. Na destičku stačí dýchnout a v místech nátěru nedojde k orosení, takže zprávu lze snadno přečíst.

Použité povrchy: sklo s antifog nanonátěrem, běžné laboratorní sklo (Petriho miska), vosk (svíčka), tkanina pokrytá speciální nanoimpregnací (Ultra ever dry), netkaná polyuretanová nanovláknenná membrána, třívrstvý laminát použitý na výrobu nepromokavých bund (obsahující membránu z polyuretanových nanovláken, s vnější naimpregnovanou polyesterovou vrstvou).

B. Nanokolovrat

Cíl: Pochopení principu elektrostatického zvlákňování (elektrospinningu), vlastnoruční výroba nanovláknenné vrstvy ze dvou různých polymerů, zkoumání interakce nanostruktur se světlem, práce se snímky z elektronového mikroskopu, seznámení s aplikacemi polymerních nanovláken na konkrétních ukázkách.

Popis aktivity: Žáci pracují s Wimshurstovým generátorem, fungujícím na principu elektrostatické indukce, viz obr. 52. Otáčením klíčky generátoru vytvářejí silné elektrostatické pole (několik desítek tisíc voltů), které je potřebné pro „vydlužování“ vláken z polymerních roztoků (vodného roztoku polyvinylalkoholu a etanolického roztoku polyvinylbutyralu). Polymerní roztok nanese skleněnou tyčinkou na spodní elektrodu ve tvaru tyčky, pod horní sběrnou elektrodu umístí černý papír. Proces zvlákňování je možné pozorovat pouhým okem, při pohybu vláken mezi elektrodami totiž dochází k odrazu světla na jejich povrchu. Oba polymerní roztoky jsou obarvené syntetickým barvivem. V případě zvlákňování červeného roztoku polyvinylalkoholu se nám jeví výsledná vlákna jako bílá, jejich průměr je v rozmezí 80 až 200 nm. Vlákna polyvinylbutyralu mají průměr v řádu mikrometrů a naše oko je tím pádem vnímá jako modrá. Žáci odhadují průměr vláken z obrázků ze skenovacího elektronového mikroskopu, využívají při tom měřítko na snímku (středoškoláci vypočítají



Obr. 52 Ruční výroba polymerních nanovláken s využitím Wimshurstova generátoru během laborek Nanosvět, iQLANDIA

přesný průměr z měřítka pomocí trojčlenky, změří alespoň 5 různých vláken na snímku a vypočítají průměrnou hodnotu tloušťky vláken). Žáci zároveň mají možnost prohlédnout si výrobky z nanovláken: polymerní membránu v nepromokavé bundě, nemocniční roušky, filtry, ukázky hojivých náplastí a cévních náhrad na bázi polykaprolaktonu.

C. Nanospider

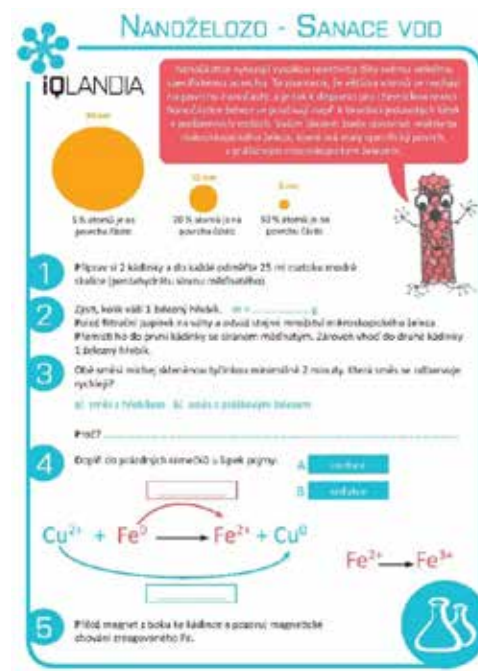
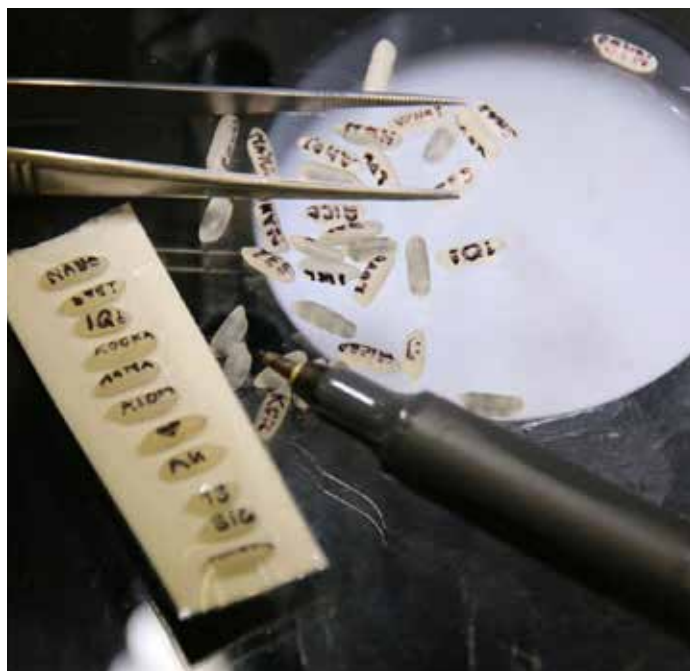
Cíl: Seznámení s technologií průmyslové výroby polymerních nanovláken, na kterou vlastní celosvětový patent tým prof. Oldřicha Jirsáka z TUL, ukázka přístroje Nanospider v akci, pochopení jeho fungování a výhod pro konkrétní průmyslové aplikace. Pozorování doprovodné animace znázorňující filtrační schopnosti nanovláčkové vrstvy, prodyšnost a nepromokavost vrstvy.

Popis aktivity: Žáci popisují uspořádání průmyslového stroje na výrobu nanovláken, pozorují vznikající vlákna, zaznamenávají hodnoty napětí a zvlákňovacího proudu, při pozorování doprovodných animací diskutují s lektorem o možných aplikacích. Díky exponátu ukazujícímu nepromokavost a prodyšnost nanovláčkových membrán pochopí označení vodního sloupce na funkčním oblečení.

D. Nanoželezo – sanace vod

Cíl: Posoudit vliv velikosti částic (potažmo specifického povrchu reaktantů) na rychlost chemické reakce. Laboratorní provedení redoxní rovnice, určení oxidačního a redukčního děje.

Popis aktivity: Žáci provádějí zároveň reakci s makroskopickým železem (hřebík) a práškovým mikroskopickým železem o stejné hmotnosti, jako má hřebík, viz obr. 53. Pracují s laboratorními váhami, odměňují roztok



Obr. 53 Stanoviště Kolik písmen se tam vejde a Nanoželezo – Sanace vod během programu Nanosvět, iQLANDIA

modré skalice pomocí odměrného válce. Reakci provádějí za běžné teploty v malé kádince. Reakční rychlost posuzují na základě barevných změn – odbarvení modrého roztoku a vyloučení kovové mědi. Po reakci separují zreagované železo pomocí magnetu.

E. Magický písek

Cíl: Ukázat, že pouhý jeden nanometr tenká vrstva polymeru nanesená na písku dokáže zásadně ovlivnit jeho chování. Pochopit, že nanotechnologie jsou běžnou součástí našeho života a uplatňují se i tam, kde bychom to nečekali – třeba při výrobě hraček.

Popis aktivity: Žáci nejdříve vyzkouší rozdílné chování normálního a magického písku při běžné manipulaci. Vyzkouší smáčivost obou písků. Nakonec zjistí, který písek by se hodil pro likvidaci ropné skvrny. Do dvou zkumavek naberou vodu a na hladinu kápnou trochu oleje obarveného barvivem Sudan III, který bude představovat ropnou skvrnu. Do jedné zkumavky přidají lžičku magického písku, do druhé lžičku písku běžného. Protřepou a pozorují, který písek na sebe naváže olejovou skvrnu a u kterého písku postupně vyplave olejová skvrna zpět na hladinu.

F. Grafen a nanofotbalový míč

Cíl: Seznámit se s nejjednodušší metodou výroby grafenu, prohlédnout si model grafenu, pochopit souvislost mezi strukturou grafitu a grafenu, otestovat vodivost grafitu. Práce se speciální stavebnicí pro uhlíkové nanostruktury.

Popis aktivity: Žáci se pokusí vyrobit grafen pomocí takzvané mechanické exfoliace grafitu. Jako zdroj grafitu použijí nadrcenou tuhu měkké tužky. Pomocí opakovaného odlepování a překládání izolepy postupně rozprostřou úlomek grafitu po celé ploše izolepy. Při dostatečném počtu opakování lze nakonec získat monovrstvu grafenu. V další části úlohy se pokusí rozsvítit LED diodu zapojenou do obvodu z ploché baterie, vodivých kabelů a kusu papíru začerněného tužkou. Otestují tak vodivost grafitu. V poslední části úlohy postaví ze stavebnice fulleren C₆₀.

G. Paměťový drát a ferrofluid

Cíl: Vyzkoušet si vlastnosti některých moderních materiálů, jejichž chování ovlivňují malá velikost částic nebo přesné uspořádání atomů v krystalické mřížce.



Obr. 54 Stanovení kationtu kovu a hustoty vody s tajemnou látkou v Program Tajemná substance ve Světě techniky Ostrava

Popis aktivity: Žáci si vyzkouší manuálně zdeformovat paměťový drát (Nitinol) za běžné teploty. Poté ho ohřejí proudem teplého vzduchu z fény a pozorují návrat materiálu do původního tvaru. Dále pracují s ferrofluidem umístěným ve větší zkumavce s vodou. Přiložením neodymového magnetu ke stěně zkumavky vytvoří ferrofluidového ježka, který znázorňuje magnetické siločáry použitého magnetu. Zkouší pohybovat s ferrofluidem pomocí vnějšího magnetického pole.

H. Kolik písmen se tam vejde a Okem neviditelný nanosvět

Cíl: Seznámit se s možnostmi pozorování malých objektů pomocí elektronového mikroskopu. Práce se stereolupou, trénování jemné motoriky, napodobení práce s elektronovým mikroskopem.

Popis aktivity: Žáci umístí zrnko rýže pod stereolupu, přidržují ho pinzetou a pokouší se na něj něco nakreslit pomocí tenkého fixu, viz obr. 53. V druhé části určují snímky biologických preparátů pořízené pomocí různých druhů elektronových mikroskopů.

Svět techniky

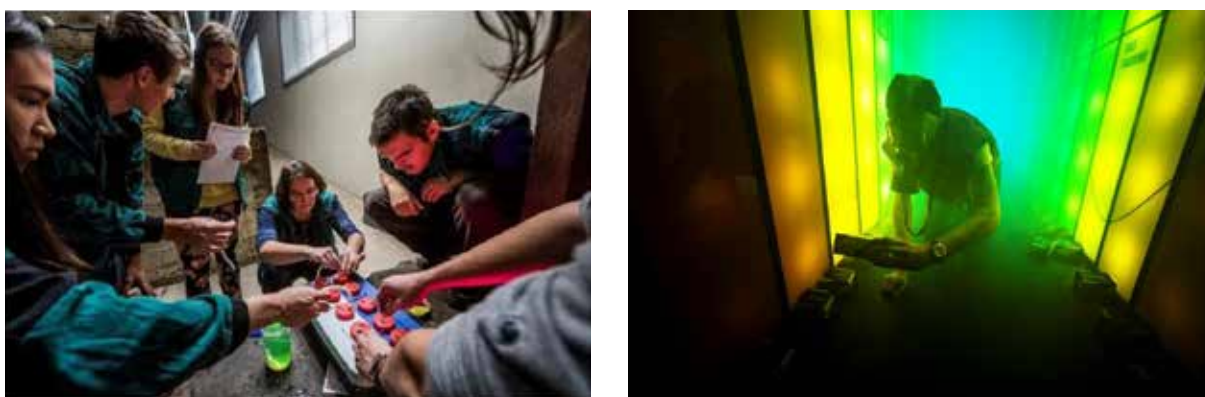
Pro žáky 8. a 9. tříd ZŠ jsou ve Světě techniky připraveny tři vzdělávací moduly z oblasti chemie, které řeší kritická místa chemického učiva. K realizaci vzdělávacích programů se využívá převážně chemická laboratoř, ale tzv. „lapy“ se zpravidla odehrávají v expozicích, které jsou nezbytné pro vyřešení různých úkolů.

Vzdělávací program Tajemná substance

V rámci tohoto programu se žáci stávají alchymisty a do rukou se jim dostávají dvě tajemné látky. Jejich úkolem je pomocí různých chemických reakcí spojených s řešením chemických hádanek zjistit, o kterou látku se jedná, a udělat z ní elixír mládí. Bez správného vyřešení jednoho úkolu není žákům umožněn další krok. Odměnou za odhalení tajemných substancí mají možnost si s chemickou látkou provést atraktivní pokus. Žáci tedy provádějí kvalitativní analýzu neznámé chemické látky, viz obr. 54. Během programu musí využívat svých znalostí prvků a jejich sloučenin včetně chemického názvosloví a řeší také chemickou vazbu, oxidační čísla, Beketovovu řadu prvků a srážecí reakce.



Obr. 55 Důkaz kationtu pomocí srážecích reakcí a hledání kamene mudrců v Program Pr.V.K.Y., Svět techniky Ostrava



Obr. 56 Sestavení Danielova článku a určování správného prvku podle šifry v zamořeném tunelu v „Edularpu Odysea Holy“ ve Světě techniky

Vzdělávací program Pr.V.K.Y.

Při příležitosti spojené s výročím sestavení periodické tabulky vznikl program zaměřený na Periodickou tabulku prvků. Studenti se stanou chemickými detektivy a řeší chemický případ. Jejich úkolem je poznat a hlavně pochyťat chemické vězně (prvky) a zavřít je zpět do prázdného Periodického vězení rebelů (Periodická tabulka prvků). Musí postupovat velice rychle a obezřetně, protože největší raubíři se dokážou maskovat tvorbou sloučenin. Ty, které se zamaskovaly do sloučenin, musí žáci stanovit pomocí experimentů, viz obr. 55. Žák po absolvování tohoto programu bude umět používat pojmy atom a molekula ve správných souvislostech, rozlišovat chemické prvky a chemické sloučeniny, orientovat se

v periodické soustavě prvků a znát nejobvyklejší chemické prvky a jejich značky.

„Edularp“ Odysea Holy

Jde o jedinečný interaktivní program, ve kterém se žáci stanou aktéry napínavého příběhu letu na Mars odehrávajícího se v budoucnosti. Na 3 hodiny se promění v astronauty kosmické lodi a budou se muset vypořádat s řadou problémů a vyřešit mnohé úkoly, viz obr. 56. Ve hře uplatní znalosti z chemie, fyziky a matematiky, provedou řadu atraktivních experimentů. Hra nešetří vizuálními efekty a spoustou rekvizit. Odehrává se v prostorách Malého světa techniky U6. Z pohledu chemie žáci prozkoumají různé kovy a jejich reaktivity a sestavují vlastní Danielův galvanický článek.

Úloha science center v počátečním chemickém vzdělávání

Pro vysvětlení významu vznikajících SC pro podporu výuky na školách se v iQLANDII zavedl pojem „bazénové laboratoře“. Jeho hlavní myšlenka poukazuje na skutečnost, že každá škola si nemůže dovolit pořídit drahé laboratorní vybavení, stejně jako každá škola nemá svůj vlastní bazén. V analogii k tomu, jak školy běžně využívají městské bazény, má každá škola možnost navštívit některé z lokálních science center a využít jeho moderně vybavené laboratoře a didaktické pomůcky v interaktivních expozicích. Pro řadu škol se návštěva SC stala již pravidelnou součástí jejich kurikula. Učitelé ji zařazují jednak jako motivaci pro studium chemie (při volbě frontálních science show), ale i jako úvod nebo naopak závěrečné shrnutí probíraného učiva (konkrétní laboratorní práce („laborky“) – např. Separční metody v iQLANDII nebo Pr.V.K.Y. ve Světě techniky). Školy dávají logicky přednost vzdělávacím programům v lokálních SC kvůli snadné dopravě nebo možnosti přijít pouze na konkrétní program a následně pokračovat ve výuce. SC navíc bývají zapojena do různých krajských i městských projektů, které podporují lokální školy tím, že žákům umožňují bezplatné nebo zvýhodněné vstupy, speciální projektové dny, vzdělávací moduly apod. Výjimkou mezi návštěvníky však nejsou ani školy z větších dojezdových vzdáleností, pro které je návštěva science centra oblíbeným cílem školního výletu.

Moderní vybavení science center v situaci, kdy na některých základních školách chybí laboratoře nebo potřebné chemikálie pro jejich provoz, však není jejich jedinou přidanou hodnotou. Na žácích navštěvujících SC je také patrný pozitivní efekt neformálního neškolského prostředí, ve kterém je snazší je

zaujmout. Do programu se obvykle ochotně zapojí celá třída. Zatímco ve škole je učitel na třídu sám a je tak omezen ve výběru laboratorních úloh, v science centru se žákům kromě doprovázejícího pedagoga věnují dva další zkušení lektori, kteří mohou například pomoci slabším žákům. Třída tak během dvouhodinových laboratorních prací zvládne bez obtíží několik úloh najednou, z nichž mnohé se přímo dotýkají kritických míst kurikula.

Nezanedbatelnou úlohou SC je fungovat jako mezičlánek mezi školami a výzkumnými pracovníky univerzit nebo firmami zabývajícími se vývojem nových technologií a materiálů. SC se snaží seznamovat žáky i učitele zábavnou formou s moderními poznatky v daných oborech, zapojovat tyto poznatky a nové materiály do workshopů pro školy a tím poskytovat vzdělávací nástroje pro výuku dynamických míst kurikula.

Kromě podpory žáků prostřednictvím zajímavých vzdělávacích programů pracují odborní lektori i se samotnými učiteli. Zpětnou vazbu od učitelů na celkovou programovou nabídku i na konkrétní absolvovaný program získávají lektori formou osobního rozhovoru po každém programu. Tento osobní přístup vede k neustálému vylepšování existujících programů a výrazně ovlivňuje volbu témat u nově vznikajících programů. SC také připravují různá školení pro pedagogy, vydávají vzdělávací materiály, např. knihu s návody na pokusy pro učitele 2. stupně (Experimentář) nebo videopokusy (PokusiQ) atd.

Cílem science center je nadále fungovat jako aktivní partner pedagogů ve společném vzdělávacím úsilí a nabízet žákům podnětné prostředí pro jejich intelektuální rozvoj v oblasti přírodních věd.

7. Závěry a perspektivy

Při hledání kritických, klíčových a dynamických míst počátečního kurikula chemie, tedy při řešení projektu „Didaktika – Člověk a příroda A“, bylo možné identifikovat ku prospěchu vlastní pedagogické praxe potřebu a úspěšnou realizaci vzájemného propojení institucí, které si kladou stejný cíl – vzdělávání mladé generace. Není asi nutné připomínat, že přenášení poznatkového potenciálu mezi generacemi, které představuje neustále se zvyšující informační objem, je nezbytné považovat za jeden z nepopíratelných základů zachování lidské existence. A je si také obtížné představit skutečnost, že by byl jen jedna generace vypadla z tohoto zaběhnutého životního cyklu. Nelehký cíl spočívající v zabezpečení vzpomínané kontinuity by měl být obsahem činnosti jak základních škol, které při naplňování povinné školní docházky přicházejí do pravidelného přímého kontaktu se vzdělávajícími subjekty, tak i v náplni tzv. science center, kde k naplňování podobných cílů volí pouze jiné metody a formy. Úzkou vazbu má i vysokoškolské vzdělávání, a to jak příprava budoucích a další vzdělávání současných učitelů, tak vzdělávání odborníků v dalších profesích. Tyto tři zdánlivě odlišné vzdělávací oblasti mají podíl i na výsledcích realizovaného výzkumu, jehož popis, celkové uspořádání a zejména výsledky s návrhy jejich aplikace v edukační praxi jsou předmětem předkládané monografie. A právě ve spolupráci těchto zdánlivě odlišných sektorů je třeba spatřovat mimořádnost uskutečněného výzkumu – v projektu nazvané formováním tzv. společenství praxe.

Připomeňme si alespoň počátek našeho výzkumu. Spočíval v realizaci polostrukturovaného rozhovoru s učiteli z praxe základních škol, který na základě předem připraveného souboru otázek mapoval charakteristiku vzdělávacího procesu přírodovědně orientovaných disciplín (v našem případě chemie) na vybraných školách Plzeňského, Ústeckého, Královéhradeckého a Olomouckého kraje pod záštitou spádových univerzit – Západočeské univerzity v Plzni, Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Univerzity Hradec Králové a Univerzity Palackého v Olomouci.

V chemické části se výzkumu zúčastnilo celkem 41 učitelů z 35 základních škol a jednoho víceletého gymnázia. To jsou čísla, která již známe z předcházejícího textu. Proč je tedy připomínáme ještě jednou? Důvod lze spatřovat právě v záznamech těchto rozhovorů, z nichž ve výše vzpomínaném textu zazněly jen části související s výběrem kritického a klíčového, částečně i dynamického učiva. V uskutečněných rozhovorech však najdeme daleko víc poznatků charakterizujících proces výuky chemie na základní škole v daleko širším kontextu. Dovolíme si zde ještě některé souvislosti připomenout.

V první řadě se můžeme zaměřit na učebnice chemie. Na školách se využívají učebnice z celého spektra nabízeného na našem trhu a mající tzv. doložku MŠMT. Některé školy využívají učebnice z devadesátých let, a jen doplňují jejich počty z důvodů amortizace. V řadě případů však učitelé zjišťují, že je třeba sledovat i vývoj v této oblasti, a tak pro žáky pořizují učebnice inovované např. s podporou jejich elektronických verzí, kde jsou i videonahrávky experimentů. Videonahrávky jsou ale často využívány jako náhražky reálných experimentů. Nejde zde zdaleka jen o neochotu učitelů reálné experimenty provádět, ale ještě vážnějšími důvody se jeví fakt, že na mnohých školách vedoucí pracovníci ať už v souladu s hygienickými opatřeními nebo při jejich zneužití nepatří mezi příznivce reálného experimentování. Někteří z učitelů také akceptují strukturu a obsah učebnic, které patří do výbavy školy, na kterou nastoupili, a svoje pedagogické působení charakteru učebnice přizpůsobují. Celkově se ale ukazuje, že učebnice nehraje ve výsledcích vlastního počátečního chemického vzdělávání rozhodující roli a je třeba na ni pohlížet jako na prostředek podpurného charakteru.

V úvodu čtvrté kapitoly jsme podrobně popisovali náš výzkumný vzorek – 41 učitelů ze základních škol a víceletého gymnázia, zapojených do řešení projektu z pohledu zaměření jejich pregraduálního vzdělání. Pro větší přehlednost zopakujeme tuto charakteristiku, zde bez uvedení délky praxe. „Učitelství

chemie mělo z dotazovaných učitelů vystudováno 30 respondentů, čtyři absolvovali obor zaměřený na odbornou chemii bez pedagogické kvalifikace, tři obor zaměřený na odbornou chemii s doplněnou pedagogickou kvalifikací (pedagogickým minimem), dva obor jiného zaměření než učitelství a chemie a dva učitelství obor nezahrnující chemii.“ Zjištění je to tedy poměrně optimistické, neboť jen dva oslovení respondenti vyučovali chemii neaprobovaně. I tomu se nelze příliš divit v případě, kdy se na škole tradičně vyučuje chemie jen v 8. a 9. ročnících po dvou hodinách týdně, a vedení školy zpravidla bojuje s problémem zaměstnat učitele chemie tím, že těžiště jeho zaměření je v druhém aprobačním předmětu, nebo v lepším případě v příbuzných předmětech. To však mívá s velkou pravděpodobností negativní dopady na vztah žáků k předmětu. Problém se nám objeví ale v okamžiku, když si prostudujeme kurikulární dokumenty jednotlivých vyučujících, jejich vztah k náročnějšímu učivu apod. Rozdíly v celkovém pojetí mezi absolventy učitelství a studijních programů a oborů a absolventy jiného typu studia jsou výrazně patrné, a lze se domnívat, že je částečně smazává jen narůstající délka pedagogické praxe.

Při analýze rozhovorů jsme se zaměřovali i na další související aspekty, jako je vybavení škol pro výuku chemie, vztah k mimoškolní činnosti atd., které budou ještě podrobeny dalším analýzám a komparaci.

V dalších závěrech se ale nyní soustředíme na hlavní směrování našeho výzkumu. Po vytipování jednotlivých partií kritického učiva bylo možné konstatovat, že všech osm okruhů nese společné charakteristické znaky. Je to učivo se zvýšenou mírou abstrakce, vyžadující rozvinuté operativní myšlení žáků, a to je v této věkové kategorii ne příliš frekventovaná záležitost. Ze zkušeností učitelů se jedná maximálně o čtvrtinu žáků. Použití paměťových struktur je pro tuto věkovou kategorii méně náročné než zdánlivě komplikované myšlenkové postupy, které bývají složeny z několika kroků, vedoucích k úspěšnému cíli. Navíc může být problémem i nevhodné využívání informačních zdrojů, včetně současného fenoménu – internetu a jeho sociálních sítí. Žáci se většinou nenaučili používat internetové zdroje tvůrčím a zároveň kritickým způsobem,

ale vyhledávají potřebné poznatky již hotové, když jim je významnou motivací jen úspěšné ovládnutí informačních technologií a splnění ne příliš sofistikovaného úkolu. V řadě případů patří k problémům vzpomínané abstrakce učiva i doprovázející kvantifikace, která je spojená s ovládnutím matematických postupů. Ale bylo by jistě nesprávné vinit z těchto problémů pouze výuku matematiky a učitele matematiky, kteří jsou na tom podobně jako učitelé přírodovědných disciplín. Nezbyvalo tedy nic jiného, než hledat cesty k zefektivňování výuky chemie prostřednictvím vhodně volených strategií promítnutých jak do obsahu učiva, tak zejména do stránky procesuální, tedy volby inovativních výukových metod, organizačních forem a jejich propojení s materiálními didaktickými prostředky. Snahou tedy bylo tyto pozmeněné strategie odrážet v nově koncipovaných modulech. V nich se měly naplňovat a realizovat teoretické zákonitosti, spočívající především v experimentální podpoře, případně v podpoře obrazovým materiálem, v zabezpečení účinné zpětné vazby či vytvoření jiného efektivního systému uspořádání učiva. Jako nezbytnou jsme považovali také skutečnost, že moduly musely být vytvořeny tak, aby byly modifikovatelné a upravitelné pro specifické potřeby jednotlivých vyučujících i pro specifika související s charakterem experimentálních tříd. Za veškerými snahami byl základní požadavek kritické učivo, a zejména to, které bylo zároveň označeno jako klíčové, v žádném případě z kurikulárních dokumentů nevyřazovat, ale hledat cesty k jeho didaktické transformaci takovým způsobem, aby došlo k snížení míry jeho kritičnosti. Úspěšnost zvolené cesty měli někteří učitelé možnost vyzkoušet přímo ve výuce realizací tzv. akčního výzkumu, ostatní se s nimi mohou seznámit po přečtení předcházejících kapitol.

„Naše společenství praxe“ vytvořilo podmínky pro ověření vytvořených modulů na řadě zapojených škol. Učitelé sami testovali pro svoji praxi modifikované části modulů a hodnotili za pomoci metodiky akčního výzkumu jejich efektivitu. Byli tedy zároveň výzkumníky i realizátory zkoumaných procesů a vytvářeli prvotní závěry pro diskusi v týmech vedených oborovými didaktiky. Je zapotřebí zdůraznit hned několik jejich postřehů obecnější povahy. První skupina připomínek, které uváděla řada

vyučujících, se týkala zvládnutí složitějšího názvosloví kyselin a solí. Každý postup vedoucí k zefektivnění procesu poznávání je zbytečný v případech, kdy někteří žáci nezvládají potřebné elementy k realizaci nabízeného postupu. Tj. konkrétně neznají např. značky prvků. Tyto značky je nejprve nezbytné zvládnout v rámci paměťových struktur, a pak jimi mohou žáci operovat. Dovolíme si tady nabídnout srovnání s výukou jazyka. Každá výuka gramatiky a jazykové struktury by byla neúčinná bez paměťového ovládnutí slovní zásoby. K tomu je ale potřeba dodat, že cesta k tomuto cíli by neměla znamenat důraz na dril a na nezáživné memorování, ale naopak důraz na dostatečné procvičování s využitím dostupných zdrojů informací (např. práce s periodickou tabulkou prvků volně dostupnou pro každého žáka apod.). Druhou skupinu obecněji pojatých připomínek můžeme spojit s logickou nabídkou přesunu učiva náročnějšího na formální myšlení do vyšších ročníků a v nižších ročnících zaměřit výuku chemie na její jevovou stránku a aplikace. Existuje totiž vývojový předpoklad zvýšeného procenta žáků, kteří budou schopni náročné učivo nejen pochopit, ale i účelově využívat. I s touto myšlenkou učitelé operují a dovolíme si zopakovat jeden závěr z kap. 5.8: „V průběhu ověřování se vyskytla další možná příčina kritičnosti uvedeného tématu, a sice že je toto téma zařazeno většinou na konec 8. ročníku ZŠ, kdy už jsou žáci unaveni a ztrácejí pozornost. V mnoha případech tento stav vede k tomu, že je nutné učivo na začátku 9. ročníku

stejně probrat znovu nebo přinejmenším důsledně zopakovat.“

Celkově je třeba uvést, že využití akčního výzkumu pro ověření skutečností získaných při analýze rozhovorů se ukázalo jako významný přínos v řešení tak ožehavé problematiky, jako je v poslední době neustále rostoucí kritičnost počáteční výuky chemie. Dovolíme si připomenout, že právě tento postup umožnil využití nahromaděného potenciálu zkušeností učitelů z praxe. Tyto zkušenosti by tak měly hrát vždy významnou roli v závěrech odpovídajícího pedagogického výzkumu, ať už jsou charakteru intuitivního a vyžadují zobecnění nebo mají svůj původ v pregraduálním či jiném typu studia učitele a jsou součástí jeho profesních kompetencí. Nezbytná publicita takto získaných empirických poznatků může pak plnit dvojčedinou roli, a to nejen zkvalitňování pedagogické praxe, ale také přispívat k rozvoji pedagogických teorií. Tato skutečnost se může odrazit i ve zkvalitňování edukační reality a vzdělanostní úrovně celé společnosti.

Rozbor výsledků z našeho výzkumu nabízí některá důležitá doporučení, která by měla podpořit efektivnější zprostředkovávání vzdělávacího obsahu v počáteční výuce chemie a přispět tak ke zvýšení výsledné úrovně počátečního chemického vzdělávání. Tato doporučení budeme stručně komentovat a zdůvodňovat, abychom posílili pravděpodobnost jejich vlastní realizace:

1. **Posílit „motivační“ stránku chemického učiva změnou doporučovaného obsahu ve prospěch učiva s nižší mírou abstrakce a učiva s možnostmi významné experimentální podpory.** Z realizovaného výzkumu je možné dedukovat nepopíratelnou a obecně známou skutečnost. Žákům základní školy nečiní zpravidla potíže prostá reprodukce paměťově zvládnutého učiva (první úroveň Bloomovy taxonomie cílů), ale problematičtější je učivo, kde je třeba odpovídat na otázku „proč“, tj. učivo, kde je nezbytné hledat příčiny jevů, hledat principy, mapovat logické souvislosti, zobecňovat poznatky, kvantifikovat, a to vše jsou produkty vyšších myšlenkových operací a postupů. Operovat s pojmy můžeme jen tehdy, když tyto pojmy ovládneme. V počáteční výuce chemie jsou takové pojmy obsaženy v nedostatečné míře a žák se s nimi musí nejdříve seznámit. Základ počáteční výuky chemie tedy spatřujeme v jednoduchém učivu jevového charakteru, které by se následně stalo základem pro zvládnutí náročnějšího učiva ve vyšších ročnících. Z tohoto závěru vychází i následující doporučení.
2. **Zvážit zařazení vyučovacího předmětu chemie nebo společné výuky přírodovědných předmětů již od šestého nebo sedmého ročníku základní školy tak, aby se mohly posilovat**

mezipředmětové vztahy (ve výuce chemie nebo v chemické části přírodovědy by šlo zejména o popis neznámějších látek a jejich vlastností, s kterými se žáci setkávají v každodenním životě).

Není třeba opakovat zdůvodnění, které jsme uvedli v prvním doporučení. Podmínkou vzniku vyučovacího předmětu v nižších ročnících ale nemusí nezbytně být název chemie, ale skutečnost vybudování pojmového základu třeba i v rámci integrovaného předmětu, který poslouží další výuce. I z chemie stejně jako z dalších přírodovědných disciplín lze vybrat učivo, které může sloužit jako společný vstup do jejich oddělené výuky, aniž je nutné stavět na názvech jednotlivých předmětů.

3. Na fakultách připravujících učitele posílit jak přípravu učitelů prvního stupně základní školy ve smyslu podpory přírodovědně orientovaných disciplín, tak zvažovat vytvoření tzv. širší přírodovědné aprobace v souladu se vzdělávací oblastí Člověk a příroda v RVP ZV.

Pedagogické fakulty, a ve vybraných stupních i další fakulty, zabezpečují v pregraduálním studiu přípravu učitelů všech úrovní, od učitelů působících na mateřských školách přes učitele tzv. primárního vzdělávání, dále učitele pro druhý stupeň ZŠ, v některých případech až po učitele středních škol. Vzhledem k širokému spektru studovaných disciplín v primárním vzdělávání (učitelé prvního stupně) je pochopitelné, že učivu přírodovědného zaměření není věnován dostatečný prostor. Z tohoto důvodu navrhujeme posílení studia přírodovědně orientovaného učiva ve strukturovaných seznamech a případně také vytvoření širší přírodovědné aprobace, aby žáci po absolvování prvního stupně školy přecházeli na druhý stupeň s obohaceným přírodovědným základem.

4. Snížit zastoupení kvantitativní stránky doporučeného obsahu a vytvořit větší prostor pro fixaci prezentovaného učiva (podpora opakování a procvičování učiva).

„Bez příkladů, pravidel a cvičení bud' ničemu se nevyučuje a neučí, nebo ničemu dobře.“

Jistě lze poznat jedno z mnoha didaktických pravidel J. A. Komenského (1874). Není jej třeba vysvětlovat, každý dobrý pedagog zná jeho význam a snaží se ho naplňovat. Požadavky na vymezení obsahu učiva uváděné ve vzdělávacích programech, ať už jsou nazývány osnovami nebo RVP, jsou „maximalistické“ a jejich naplnění představuje zpravidla „honbu“ za naplněním obsahu na úkor všech dalších parametrů vyučovací hodiny nebo celého tematického plánu. Domníváme se, že je zapotřebí naplňovat známé „méně je někdy více“ a umožnit vyučujícím věnovat výraznější prostor opakování a procvičování učiva ve prospěch jeho pochopení a aplikace.

Kritičnost převážné většiny sledovaných a zpracovaných témat počáteční výuky chemie má tedy přímou souvislost s myšlenkovou vyspělostí žáků a stále také s obsahovou předimenzovaností. Jasně se ukazuje, že žáci potřebují vyšší míru aktivizace a procvičování. To je spojené s redukcí učiva, neboť pro skutečné osvojení klíčových témat je třeba žákům poskytnout dostatečný čas na jejich fixaci a získání zkušeností. Ve vztahu k chystané revizi RVP pro základní vzdělávání je tedy příhodný čas pro diskusi, která témata jsou pro základní vzdělávání opravdu klíčová, a která je možné redukovat (či zcela vynechat) nebo přesunout do pozdějších fází studia. Jistou nadějí je také možnost navýšení hodinové dotace výuky chemie na základní škole tak, aby z tradičních

dvou ročníků byly chemie nebo učivo chemické povahy nějakým způsobem dostupné i v prvních ročnících druhého stupně základní školy.

Za hlavní přínos našeho snažení ale považujeme vytvoření společenství praxe. Tedy spolupráci na provedených výzkumných šetřeních a na ně navazující tvůrčí činnosti jak na fakultách připravujících učitele, tak přímo na základních školách. Tím se podařilo vytvořit prostor pro širokou diskusi tématu s cílem co nejvíce zjednodušit a zpřístupnit počáteční vzdělávací obsah chemie. Vytvořené společenství učitelů chemie, didaktiků chemie a odborníků ze science center napříč celou republikou přineslo velmi cenné závěry a slibuje velký potenciál vzájemné spolupráce i do budoucna.

Literatura

- ADU-GYAMFI, K., & AMPIAH, J. G. 2019. Students' Alternative Conceptions Associated With Application of Redox Reactions in Everyday Life. *Asian Education Studies*, 4(1): 29.
- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. 2018. Chemistry Puzzles, Games, & Toys. *American Chemical Society* [online]. [cit. 14. 10. 2018]. Dostupné na WWW: <<https://www.acs.org/content/acs/en/education/students/highschool/chemistryclubs/activities/chemistry-games.html>>
- BENEŠ, P., PUMPR, V., & BANÝR. J. 1993. *Základy chemie 1: pro 2. stupeň základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. Fortuna, Praha.
- BERAN, V. 2014. AZ kvíz – názvy a vzorce solí. *SlidePlayer* [online]. [cit. 14. 10. 2018]. Dostupné na WWW: <<https://slideplayer.cz/slide/3840726/>>
- BÍLEK, M. & KLEČKOVÁ, M. 2006. K možnostem inovace výuky chemie na základní škole v době kurikulární reformy. 13–16. In KRIČFALUŠI, D. (ed.) *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. PŘF OU, Ostrava.
- BÍLEK, M. 2005. Why to Learn Science and Technology?: Selected Results of the International ROSE Project. 1114 In MECHLOVÁ, E. (ed.) *Information and Communication Technology in Education – Proceedings*. University of Ostrava, Ostrava.
- BÍLEK, M., CHROUSTOVÁ, K., RYCHTERA, J., MACHKOVÁ, V., KOLAR, K., ŠTROFOVÁ, J., SLOUP, R., ŠMIDL, M. & BARTOVÁ, I. 2019. Teachers' view on the lower secondary chemistry curriculum in the Czech Republic. 29–34. In LAMANAUSKAS, V. (Ed.) *Science and Technology Education: Current Challenges and Possible Solutions. Proceedings of the 3rd International Baltic Symposium on Science and Technology Education (BalticSTE2019), Šiauliai, 17–20 June, 2019*. Scientia Socialis, Šiauliai.
- BLAŽEK, J. 2007. *Přehled chemického názvosloví*. SPN, Praha. 144 pp.
- BLAŽEK, J., FLEMR, V., KOLÁŘ, K., LIŠKA, F., & ZEMÁNEK, F. 2004. *Přehled chemického názvosloví*. SPN, Praha. 144 pp.
- BRIÑAS, M., HOUARI, G., ADDINE FERNÁNDEZ, R., & BLANCO GÓMEZ, M. R. 2018. Metodología para el tratamiento de la nomenclatura química en las especialidades pedagógicas de Biología y Química. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 5(2): 1–27.
- CIVIS. 2019. CIVIS: zaostřeno na občanské a sociální kompetence. *Lipka* [online] [cit. 24. 8. 2019] Dostupné na WWW: <<https://www.lipka.cz/civis>>
- CONDIKE, G. F. 1975. Near 100 % student yields with the“ cycle of copper reactions“ experiment. *Journal of Chemical Education*, 52(9): 615.
- CONNELLY, N. G., DAMHUS, T., HARTSHORN, R. M., & HUTTON, A. T. 2018. *Názvosloví anorganické chemie podle IUPAC: Doporučení 2005*. VŠCHT, Praha. 380 pp.
- CRUTE, T. D. 2000. Classroom nomenclature games—BINGO. *Journal of Chemical Education*, 77(4): 481.
- ČÍŽKOVÁ, V., ČTRNÁCTOVÁ, H. 2007. Přírodovědná gramotnost – realita nebo vize? 19–22. In *ScienEdu – Aktuálně trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov*. ŠEVT, Bratislava.
- ČTRNÁCTOVÁ, H., & ZAJÍČEK, J. 2010. Současné školství a výuka chemie v České republice. *Chemické Listy*, 104(8): 811–818.
- DALE, L. G. 1970. The growth of systematic thinking: Replication and analysis of Piaget's first chemical experiment. *Australian Journal of Psychology*, 22(3): 277–286.
- DE QUADROS, A. L., CARVALHO DA-SILVA, D., SILVA, F. C., PEREIRA DE ANDRADE, F., ALEME, H. G., TRISTÃO, J. C., OLIVEIRA, S. R., SANTOS, L. J. & DEFREITAS-SILVA, G. 2011. The knowledge of chemistry in secondary education: difficulties from the teachers' viewpoint. *Educación química*, 22(3): 232–239.
- DOPITA, M., GRECMANOVÁ, H., & CHRÁSKA, M. 2008. *Zájem žáků základních a středních škol o fyziku, chemii a matematiku*. UPOL, Olomouc. 134 pp.
- DRAHOŠ, B. & KŘÍKAVOVÁ R. 2013. *Názvosloví anorganických látek a bezpečnost v laboratoři v anglickém jazyce*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. 57 pp.
- DUESING, B. 1985. The calcium cycle. *Skeletal Materials-Biomineralization* [online]. Yale-New Haven Teachers Institute, © 2018, 7 [cit. 20. 8. 2019]. Dostupné na WWW: <<http://teachersinstitute.yale.edu/curriculum/units/1985/7/85.07.08.x.html>>

- EARL, B., & WILFORD, L.D.R. 1999. *Chemia – podręcznik dla gimnazjum*. Prószyński i S-ka, Warszawa. 203 pp.
- EGGERT, A. A., MIDDLECAMP, C., & KEAN, E. 1990. An oxidation number assignment expert for CHEMPROF. *Journal of chemical information and computer sciences*, 30(2): 181–187.
- ELKIND, D. 1962. Quantity conceptions in college students. *The Journal of Social Psychology*, 57(2): 459–465. <http://dx.doi.org/10.1080/00224545.1962.9710942>
- EZQUERRA, A., FERNANDEZ-SANCHEZ, B., MAGAÑA, M., & MINGO, B. 2017. Analysis of Scientific Language of Household Cleaning Products' Labelling and Its Educational Implications. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 14(1): 73–88. doi: <https://doi.org/10.12973/tused.10191a>
- FALTÝN, J., NĚMČÍKOVÁ, K. & ZELENDOVÁ, E. (Eds.) 2010. *Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele*. VÚP v Praze, Praha. 64 pp.
- FIALHO, N. & MATOS, E. 2010. The Art of Involving Students in Sciences' Learning Using Educational Software Programs. *Educare Revista*. (SPE2), 121–136.
- FINK, J. K. 2009. Nomenclature. 401–403. In *Physical Chemistry in Depth*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- GREB, E., KEMPER, A., & QUINZLER, G. 1995. *Chémia pre základné školy*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava. 239 pp.
- HEJNOVÁ, E. 2016. Realizace konstruktivistického přístupu ve výuce fyziky prostřednictvím úloh zadaných formou diskuze. *Matematika – fyzika – informatika*, 25(2): 102–115.
- HEJNOVÁ, E. 2017. Co si myslí žáci o atomech? 111116. In 22. ročník veletrhu nápadů učitelů fyziky. Univerzita Palackého, Olomouc.
- HERRON, J. D. 1975. Piaget for chemists. Explaining what“ good“ students cannot understand. *Journal of Chemical Education*, 52(3), 146.
- HÖFFER, G. & SVOBODA, E. 2005. Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky. 52–70. In RAUNER, K. (ed.) *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2, Rámcové vzdělávací programy: sborník z konference*. Západočeská univerzita, Plzeň.
- HONIGSFELD, A. & DUNN, R. 2003. High School Male and Female Learning-Style Similarities and Differences in Diverse Nations. *Journal of Educational Research* 96(4): 195–206.
- CHANDRAN, S., TREAGUST, D. F., & TOBIN, K. 1987. The role of cognitive factors in chemistry achievement. *Journal of research in science teaching*, 24(2): 145–160. doi: <https://doi.org/10.1002/tea.3660240207>
- CHIMENO, J. 2000. How to make learning chemical nomenclature fun, exciting, and palatable. *Journal Of Chemical Education*, 77(2): 144. doi: <https://doi.org/10.1021/ed077p144>
- IQLANDIA. © 2019a. Vzdělávací programy. iQLANDIA [online]. [cit. 24. 8. 2019]. Dostupný z WWW: <<https://iqlandia.cz/pro-skoly/nabidka-pro-skoly/vzdelavaci-programy>>.
- IQLANDIA. © 2019b. Pracovní listy ke stažení. iQLANDIA [online]. [cit. 24. 8. 2019]. Dostupný z WWW: <<http://www.iqlandia.cz/cz/iqlandia/skoly/zakladni-informace/pracovni-listy>>.
- IQLANDIA. © 2019c. Tabulka prvků. iQLANDIA [online]. [cit. 24. 8. 2019]. Dostupný z WWW: <<https://iqlandia.cz/getFile/case:show/id:457821/>>.
- IQLANDIA. © 2019d. Expozice. iQLANDIA [online]. [cit. 24. 8. 2019]. Dostupný z WWW: <<http://www.iqlandia.cz/cz/iqlandia/verejnost/expozice>>.
- JANEK, J. 2019. Zrození racionálního chemického názvosloví. *Chemické listy*, 113(7): 438–440.
- JANOŠKOVÁ, S., HUBÁČKOVÁ, L., PUMPR, V. & MARŠÁK, J. 2014. Přírodovědná gramotnost v preprimárním a raném období primárního vzdělávání jako prostředek zvýšení zájmu o studium přírodovědných a technických oborů. *Scientia in educatione*, 5(1): 36–49.
- JANOŠKOVÁ, S., ŽÁK, V. & RUSEK, M. 2019. Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice – analýza a porovnání. *Studia paedagogica*, 24(3): 93–109.
- KAUFFMAN, J. M. 1986. Simple method for determination of oxidation numbers of atoms in compounds. *Journal of Chemical Education*, 63(6): 474.
- KEMMIS, S. 1985. Action Research. 35–41. In HUSEN, T. & POSTLETHWAITE, T. N. (Eds.). *The International Encyclopedia of Education: Research and Studies*. Pergamon, Oxford.
- KIM, K., & PAK, S. H. 2017. Analysis of Curriculum and Textbooks of Chemistry I and Survey of Chemistry Education Major Teachers' Conceptions Related to Electron Movement Model and Oxidation Number Change Model. *Journal of the Korean Chemical Society*, 61(4): 204–210. doi: <https://doi.org/10.5012/jkcs.2017.61.4.204>

- Kohoutí ocas, 2019. *Věda není věda – Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách* [online] [cit. 29. 7. 2019] Dostupné na WWW: <http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/3_chemie_zakladni%20skola/01_materialy/1.3_kohouti_ocas.pdf>
- KOLÁŘ, K. 1994. Experimentální cykly a výuka chemie. 60–62. In *Sborník přednášek IV. mezinárodního semináře o vyučování chemii*. VŠP, Hradec Králové.
- KOLÁŘ, K., BÍLEK, M., MACHKOVÁ, V., RYCHTERA, J., & CHROUSTOVÁ, K. 2018. Experimental Cycles as Alternative Approach to Teaching the Topic Chemical Reactions. 7–8. In *MIECZNIKOWSKI, K. (Ed.). 14th European Conference on Research in Chemical Education „Educational innovations and teacher needs” – Book of Abstracts*. Warsaw University, Warsaw.
- KOLOROS, Petr. 2011. *Školní pokus ve výuce chemie – minulost a současnost*. Disertační práce. UK Praha, Přírodovědecká fakulta, Praha.
- KOMENSKÝ, J., A. 1874. *Didaktika analytická*. nakl. Fr. A. Urbánek, Praha. 92 pp.
- KOZÁKOVÁ, L. 2008. *Mezipředmětové vazby matematika – chemie. Aplikace matematiky v učivu chemie na základní škole*. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Brno. 127 pp.
- KRIVOSUDSKÝ, L., GALAMBOŠ, M., & LEVICKÁ, J. 2017. Koncept formálního oxidačního čísla IX a návrh valenčních přípon pre oxidačné čísla vyššie ako VIII. *Chemické listy*, 111(8): 509–515.
- KRTIČKA, M. 2014. Soli – názvosloví solí kyslíkatých kyselin. *DUMY.cz* [online]. [cit. 14. 10. 2018]. Dostupné na WWW: <<http://dumy.cz/material/127569-soli-nazvoslovi-soli-kyslikatych-kyselin>>
- KULIČ, V. 1971. *Chyba a učení*. SPN, Praha. 248 pp.
- KULIČ, V. 1989. *Člověk, učení, automat*. 2.vyd. SPN, Praha. 290 pp.
- KULIČ, V. 1992. Chybami se člověk učí – ale kdy a jak?. *Pedagogika*, 42(1): 1–12.
- LIŠKA, F. 2008. *Konstituce, konformace, konfigurace*. VŠCHT, Praha. 247 pp.
- LOURENÇO, O. M. 2016. Developmental stages, Piagetian stages in particular: A critical review. *New Ideas in Psychology*, 40: 123–137. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2015.08.002>
- MANDÍKOVÁ, D. 2009. Postoje žáku k přírodním vědám – výsledky výzkumu pisa 2006. *Pedagogika: Časopis pro vědy o vzdělávání a výchově*, 58(4): 380–395.
- MANDÍKOVÁ, D., & TRNA, J. 2011. *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. Paido, Brno. 245 pp.
- MANDÍKOVÁ, D., HOUFKOVÁ, J. a kol. 2011. *Přírodovědné úlohy pro druhý stupeň základního vzdělávání* [online] Praha: ÚIV. [cit. 24. 8. 2019] 111 s. Dostupné na WWW: <http://www.csicr.cz/html/PrUlohy_2st/html5/index.html?&locale=CSY&pn=3>
- MARŠÁK, J. & JANOUŠKOVÁ, S. 2006. Trendy v přírodovědném vzdělávání. *Metodický portál: Články* [online]. 12. 12. 2006, [cit. 5. 2. 2018]. Dostupný z WWW: <<https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/1055/TRENDY-V-PRIRODOVEDNEM-VZDELAVANI.html>>.
- MASCIL, 2015. *MaSciL: Mathematics and Science for Life*. [online] [cit. 24. 8. 2019] Dostupné na WWW: <<https://mascil-project.ph-freiburg.de/>>
- MAŠEK, J., MICHALÍK, P. & VRBÍK, V. 2004. *Otevřené technologie ve výuce*. Západočeská Univerzita v Plzni, Plzeň. 116 pp.
- MENTLÍK, P. a kol. 2016. *Didaktika: Člověk a příroda A – návrh projektu OP VVV*. ZČU, Plzeň. 24 pp.
- MÖHLE, H. u. a. 1972. *Chemie – Lehrbuch für Klasse 8*. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 206 pp.
- MOKREJŠOVÁ, O., & ČTRNÁCTOVÁ, H., 2013. *Tvorba výukových materiálů pro 2. stupeň ZŠ*. Conatex-Didactic Učební pomůcky, Praha. 36 pp.
- MOUSAVI, A. 2018. Revival of the oxidation number method for balancing redox equations. *Transactions Of The Royal Society Of South Africa*, 73(1): 86–89. doi: <https://doi.org/10.1080/0035919X.2017.1363094>
- MŠMT. 2017a. *Vývojová ročenka školství 2007/08–2017/18* [online]. Praha: MŠMT [cit. 20. 8. 2019]. Dostupné z WWW: <<http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/statistika-skolstvi/vyvojova-rocenka-skolstvi-2007-08-2017-18/>>
- MŠMT. 2017b. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha: MŠMT [cit. 20. 8. 2019]. Dostupné z WWW: <http://www.msmt.cz/file/43792_1_1/>
- NEZVALOVÁ, D. 2003. Akční výzkum ve škole. *Pedagogika*, 53(3): 300–308.
- NODZYŇSKA, M. 2002. K pravidlům vyučování chemie na základě Piagetovy konstruktivistické teorie. 85–86. In *BÍLEK, M. (Ed.) Aktuální otázky výuky chemie XII*. Gaudeamus, Hradec Králové.

- NUFFIELD FOUNDATION & ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. 2015. Thermal Decomposition of Calcium Carbonate. RSC – *Advancing the Chemical Sciences* [online]. [cit. 20. 8. 2019]. z WWW: <<https://rsc.li/2DAZnH4>>
- NÚV. 2013. Vzdělávací program Národní škola. *Národního ústav pro vzdělávání* [online] [cit. 24. 8. 2019] Dostupné na WWW: <<http://www.nuv.cz/file/191>>
- NÚV. 2019. Revize RVP. *Národního ústav pro vzdělávání* [online] [cit. 24. 8. 2019] Dostupné na WWW: <<http://www.nuv.cz/t/rrvp>>
- OSBORNE, R. J., & WITTRICK, M. C. 1983. Learning science: A generative process. *Science education*, 67(4): 489–508.
- PALEČKOVÁ, J., STRAKOVÁ, E., TOMÁŠEK, V. 1997. *Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání (Výsledky žáků 7. a 8. ročníků – Přírodovědné předměty)*. ÚIV, Praha. 87 pp.
- PAVLAS, T., SUCHOMEL, P., NOVOSÁK, J. & ZATLOUKAL, T. 2018. *Rozvoj přírodovědné gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2016/17: Tematická zpráva ČŠI*. Česká školní inspekce, Praha. 34 pp.
- PIAGET, J. 1966. *Psychologie inteligence*. Praha: SPN, 147 pp.
- POTUŽNÍKOVÁ, E., LOKAJÍČKOVÁ, V., & JANÍK, T. 2014. Mezinárodní srovnávací výzkumy školního vzdělávání v České republice: zjištění a výzvy. *Pedagogická orientace*, 24(2): 185–221.
- RAKUŠAN, Z., VOTRUBCOVÁ, Š., HAVLÍČEK, J. 2014. *Experimentář*. 2. vyd. IQlandia, Liberec. 274 pp.
- RAOS, N. 2016. Što nam kazuje oksidacijski broj. *Kemija u Industriji*, 65(9/10): 515–518.
- RENDL, M., VONDROVÁ, N. a kol. 2013. *Kritická místa matematiky na základní škole očima učitelů*. UK PedF, Praha. 357 pp.
- RUSEK, M. 2013. *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základní škole*. Disertační práce, Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, Praha. 153 pp.
- RYCHTERA, J., BÍLEK, M., BÁRTOVÁ, I., CHROUSTOVÁ, K., SLOUP, R., ŠMÍDL, M., MACHKOVÁ, V., ŠTROFOVÁ, J., KOLÁŘ, K., KESNEROVÁ-ŘÁDKOVÁ, O. 2018. Která jsou klíčová, kritická a dynamická místa počáteční výuky chemie v České republice? *ARNICA – Acta Rerum Naturalium Didactica*, 8(1): 35–44.
- SCHMIDT, H. J. 2000. In the maze of chemical nomenclature-how students name oxo salts. *International journal of science education*, 22(3): 253–264. doi: <https://doi.org/10.1080/095006900289868>
- SIRHAN, G. 2007. Learning difficulties in chemistry: An overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2): 2–20.
- SJØBERG, S. 2015. PISA and Global Educational Governance-A Critique of the Project, its Uses and Implications. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1): 111–127.
- SLOUP, R. 2014. *Postavení chemického pokusu v době ICT – hliník a jeho sloučeniny*. Disertační práce. Univerzita Karlova Praha, Praha.
- SOLÁROVÁ, M. 2007. *Význam praktické výuky chemie a školní vzdělávací program: chemický pokus a jeho aplikace ve výuce chemie*. NIDV, Praha.
- STRAKOVÁ, J. 2008. Nedostatky českého vzdělávacího systému z pohledu mezinárodních šetření. *Pedagogické spektrum*, 17(1): 89–102.
- STRAKOVÁ, J. 2009. Vzdělávací politika a mezinárodní výzkumy výsledků vzdělávání v ČR. *Orbis scholae*, 3(3): 103–118
- STRAKOVÁ, J. 2010. Pedagogické činnosti českých učitelů v mezinárodním srovnání. *Pedagogika*, 60(3–4): 276–291.
- STREAM. 2015–2016. PokusiQ. *TelevizeSeznam.cz* [online]. [cit. 24. 8. 2019]. Dostupný z WWW: <<https://www.televizeseznam.cz/porad/pokusiq>>
- SVĚT TECHNIKY OSTRAVA. 2016–2019a. Vzdělávací programy – Základní školy (2. stupeň). *Svět techniky Ostrava* [online]. [cit. 24. 8. 2019]. Dostupný z WWW: <<http://skola.stcostrava.cz/cs/vzdelavaci-programy-zakladni-skoly-2-stupen>>
- SVĚT TECHNIKY OSTRAVA. 2019. Svět vědy a objevů. *Svět techniky Ostrava* [online]. [cit. 24. 8. 2019]. Dostupný z WWW: <<http://www.stcostrava.cz/web/guest/svet-vedy-a-objevu>>
- ŠIBOR, J., PLUCKOVÁ, I., & MACH, J. 2011. *Chemie: Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů*. Nová škola, Brno.
- ŠKODA, J. 2003. *Od chemofobie k respektování chemizace*. Disertační práce, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Praha.

- ŠKODA, J., & DOULÍK, P. 2006. *Chemie 8: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Fraus, Plzeň.
- ŠKODA, J., & DOULÍK, P. 2009. Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3): 24–44.
- ŠVANDOVÁ, K., & KUBIATKO, M. 2012. Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacím předmětům chemie. *Scientia in educatione*, 3(2): 65–78.
- TABER, K. 2002. *Chemical Misconceptions – Prevention, Diagnosis and Cure Theoretical Background*. Royal Society of Chemistry, London. 190 pp.
- TASKIN, V., & BERNHOLT, S. 2014. Students' Understanding of Chemical Formulae: A Review of Empirical Research. *International Journal Of Science Education*, 36(1): 157–185.
- TODD, D. & HOBAY, W., D. 1985. An Improvement in the Classical Copper Cycle Experiment. *Journal of Chemical Education*, 62(2): 177. doi: 10.1021/ed062p177
- TOMÁŠEK V., & MANDÍKOVÁ D., 2010. Výsledky českých žáků ve výzkumu TIMSS 2007, *Matematika – fyzika – informatika*, 19(5): 275–291.
- TOMÁŠEK, V. a kol. 2009. *Výzkum TIMSS. 2007: Úlohy z přírodních věd pro 8. ročník*. ÚIV, Praha. 130 pp.
- TOWLER, J. O., & WHEATLEY, G. 1971. Conservation concepts in college students: A replication and critique. *The Journal of Genetic Psychology*, 118(2): 265–270.
- TRHLÍKOVÁ, L. 2017. *Anorganické názvosloví a chemické výpočty ve výuce chemie na základní škole*. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Plzeň.
- URBANOVÁ, K. 2012. Efektivita zařazení PowerPointových prezentací do výuky obecné chemie. *Scientia in educatione*, 3(1): 29–43.
- URBANOVÁ, K., & ČTRNÁCTOVÁ, H. 2010. Powerpointové prezentace jako prostředek zvyšování efektivity výuky chemie. 8–15. In BÍLEK, M. *Aktuální trendy ICT ve výuce chemie: Current Trends of ICT in Chemistry Education*. Gaudeamus, Hradec Králové.
- VACÍK, J. 2017. *Obecná chemie*. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta UK, Praha. 283 pp.
- VONDROVÁ, N., RENDL, M. a kol. 2015. *Kritická místa matematiky základní školy v řešení žáků*. Karolinum, Praha. 464 pp.
- VÝZKUMNÝ ÚSTAV PEDAGOGICKÝ V PRAZE. 2011. Přírodovědná gramotnost v RVP ZV. *Metodický portál: Články* [online]. 20. 06. 2011, [cit. 24. 8. 2019]. Dostupné na WWW: <<https://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/12941/PRIRODOVEDNA-GRAMOTNOST-V-RVP-ZV.html>>
- WALKER, M., NOLL, M., PANDERS, J., WINNEBECK, K., COURTNEY, M., E. 2012. *Types of Reactions: The Copper Cycle* [online]. New York State Pollution Prevention Institute, Potsdam [cit. 20. 8. 2019]. Dostupné na WWW: <https://hhw.uvlsrpc.org/files/2613/7218/4212/NYSP21_Green_Chem_Module_Types_of_Reactions_Copper_Cycle.pdf>
- WELLINGTON, J., & OSBORNE, J. 2001. *Language and literacy in science education*. McGraw-Hill Education, UK. 152 pp.
- WIGHTMAN, W.P.D. 1961 The language of chemistry. *Annals of Science*, 17(4): 259–267.
- ŽEMLIČKOVÁ, L. 2011. *Tvorba materiálů pro využití interaktivní tabule ve výuce chemie na ZŠ*. Bachelářská práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Brno. 46 pp.

Rejstřík

A

- Abstrakce 3, 27, 72
- Aktivita žáka 33, 34, 65
- Aktivizace žáka 2, 73, 91
- Analýza 4, 36
 - obsahová 7
 - podmínek 4
 - žákova výkonu 26
- Animace 45, 76, 78, 83
- Anion kyseliny 59, 87
- Aparát
 - pojmový 3
 - matematický 17, 27
 - výpočtový 3
- Aplikace matematických znalostí 1
- Areál
 - MIKRO 78
 - NANO 78
- AZ kvíz 72

B

- Bezpečnost práce 11, 17, 36
- Bingo 72
- Biomimetika 82
- Boyle 1
- Buňka 53

C

- Cíle výukové 25
- CIVIS 1
- Cyklus
 - experimentální 36, 37
 - finální produkt 36
 - mědi 35
 - mědi jednodušší 35
 - simulace 35
 - vápníku 37
 - výchozí látka 36

Č

- Činnosti
 - přírodovědné 1
 - mimoškolní 89
- Číslo
 - nukleonové 52, 55
 - oxidační 21, 22, 57–61, 62, 64–65
 - protonové 52, 55

D

- Děj
 - fyzikální 6
 - chemický 6, 18, 43, 45
- Demokritos 21, 55
- Demonstrace 7, 45
- Didaktik oborový 60, 89
- Dispozice žáků genetické 3
- Dokumenty kurikulární 8, 25, 89
- Dotace hodinová 7, 29, 33, 40, 46, 49, 81, 91
- Dotazník 45, 49, 55
 - učitelova hodnocení výuky 31
- Dovednost zobecňovat 1, 90
- Drát paměťový 84–85
- Dusičnan stříbrný 39

E

- Edule 86
- Efektivita výuky 3
- Elektronegativita 57–58
- Elektronový obal 52
- Elektrony valenční 21, 52
- Elektrospining 82
- Elementarizace učiva 34
- Evaluační 15, 31, 60, 70
- Experiment 6, 25, 27, 34, 37, 40, 45, 48, 74, 88
 - sopka na stole 49
- Experimentování 40, 74, 88,
- Exponáty interaktivní 74
- Expozice interaktivní 74

F

- Fáze výuky
 - hodnocení žákova učení 2, 44
 - opakování 2, 7
 - zprostředkování učiva 2, 7
- Forma organizační výuky 6, 7, 89
- Formulace
 - myšlenek 5
 - stanoviska 6
 - závěrů 41
- Fosforečnan vápenatý 41
- Fotosyntéza 24
- Fullerény 14, 84
- Fúze termojaderná 80

G

- Galileo 1
- Grafen 14, 84

Gramotnost

- čtenářská 18
- přírodovědná 6–7, 18

Gymnázium víceleté 4, 6, 9, 16, 45

H

Halogenidy 19, 21, 57, 67, 69

Hašení vápna 36–39

Hmotnost

- produktu 47–49
- výchozích látek 43, 46–48
- zadaná 49

Hodnocení toxikologické 41

Hořčík 37, 50

Hry didaktické 62, 66, 71

Hustota 24, 34, 79

Hydráty solí 19

Hydrogensolí 19

Hydroxid

- měďnatý 35
- amonný 68
- sodný 35
- vápenatý 37, 40

Hypermangan 45

Ch

Charakter učiva aplikativní 27, 51

Chlorid

- měďnatý 36
- sodný 69
- stříbrný 41
- vápenatý 37, 42, 58

Chyba 31, 33, 60

I

Identifikace

- dynamických míst kurikula 9
- klíčových míst kurikula 9
- kritických míst kurikula 9
- opěrných bodů 9

Informace

- „vygooglovat“ 28
- sběr k diagnóze 26
- vyhodnocování 26

Integrace předmětů 1, 13, 91

Ionty

- chloridové 69
- vápenaté 39

Izotop 52, 55

J

Jádro atomové 52–53

Jazyk přírodních věd 1, 17

K

Kahan

- Bunsenův 41
- lihový 40
- Meckerův 41
- Tecluho 41

Koeficient stechiometrický 48–49

Koloběh vody 35

Komparace 9, 15

Kompetence klíčové 1, 27, 67

Konfigurace elektronová 54

Konstanta Avogadrova 27

Konstruktivismus 2, 52

Kontext výuky 1, 9, 67

Kurikulum chemické 7, 17

Kvarky 52

Kyselina

- chlorovodíková 42
- sířičitá 59
- šťavelová 40

Kyslík 6, 22, 36, 45, 58, 62, 64

L

Larp 75, 85

Látka

- superhydrofilní 82
- superhydrofobní 82

Látky

- dělení 6
- chemické 17, 36, 72, 85
- složení 5–6, 12, 52
- směsi 6, 11
- třídění 5
- vlastnosti 6

Lektor 74–76

List pracovní 25, 29, 43, 46, 54, 76, 79

M

MaScil 1

Matematizace 47

Měření 29, 31, 33, 75, 79

Metoda

- obsahové analýzy 90
- radiokarbonová 55–56
- separační 81

Mikročástice 78

Míra

- abstrakce 1, 5, 17, 22, 43, 52, 89
- obtížnosti učiva 2, 8
- snižování kritičnosti 19–24

Miskoncepce 52–56

Model atomu

- Bohrov 55

- Rutherfordův 55
- Thompsonův 55
- Modelování 43
- Modul
 - chemické reakce 35
 - chemické rovnice 43
 - názvosloví kyselin 62
 - názvosloví solí 67
 - ověřování 49
 - oxidační číslo 57
 - stavba atomu 52
 - výpočty složení roztoků 27
 - výpočty z chemických rovnic 47
 - výukový 22
- Motivace 1, 3, 10, 56, 65
- Myšlení
 - abstraktní 13, 25, 57, 67
 - konkrétně názorné 27
 - kritické 8
 - logické 43, 47
 - operativní (formální) 73, 89
- N**
- Náboj 58–60
 - aniontu 70
 - kationtu 70
- Nanočástice 78, 82
- Nanokolovrat 82
- Nanospider 83
- Nanostruktury 82, 84
- Nanosvět 81, 83
- Nanotechnologie 78
- Nanoželezo 83
- Názvosloví
 - chemické 15, 17, 19
 - kyselin 62
 - oxidů 62, 67
 - solí 67
- Newton 1
- Nitrid hořečnatý 50
- Nuklid 55
- O**
- Obal elektronový 79
- Oblast „Člověk a příroda“ 1
- Obliba výuky 5, 43
- Obsah předimenzovaný výuky 7, 91
- Ocas kohoutí 34
- Odkazy hypertextové 44
- Opakování zvýšená četnost 46
- Operace
 - matematické 21, 22, 27, 45
 - myšlenkové 5
- Optimalizace navržených postupů 39
- Organizace
 - obsahu 7
 - souvislostí 4
 - výuky 7, 39
- Otázka výzkumná 13
- Oxid
 - hořečnatý 50
 - vápenatý 19, 37
- P**
- Pálení vápence 36
- Papírek indikátorový 41
- Paradigma
 - přírodovědného vzdělávání 3, 8
 - scientistické 3, 8
- Pasivita žáků 1
- Pexeso 43, 65, 76
- pH
 - směsi 39
 - stupnice 65
- Piaget 19, 23, 27–28
- Podmínky výuky 2, 14
- Pojem vědecký 6
- Pojetí
 - konstruktivistické 52
 - učitelovo 9
- Pokus
 - demonstrační 41, 43, 46
 - žakovský 46, 50
- Polykaprolakton 83
- Polyvinylalkohol 82
- Polyvinylbutyral 82
- Porovnávání 15
- Porozumění textu 47
- Postavení učitele dominantní 1
- Postupy implementace do praxe 9, 39
- Poznávání přírodovědné revoluce 1
- Pozorování 7, 11, 81
- Práce
 - laboratorní 21, 29, 31–33, 44, 50, 87
 - s grafy 27
 - s textem 6
- Pravidlo křížové 22, 58–59
- Praxe pedagogická 88
- Prekoncepce 52
- Prezentace
 - výsledků pomocí čtyř vědomostních úrovní 4
 - pomocí skóre 4
 - PowerPointová 43, 53, 54–56, 62
- Problémy kumulace 47, 51

- Procvičování 24
- aktivizující 72
 - důkladnější 65
- Profesionalizace učitele 26
- Program vzdělávací
- rámcový 27, 47, 52, 62
 - školní 1, 9, 13, 60, 68, 70
- Prostředí
- komunikativní 2
 - konstruktivistické 2
 - kyselé 65
 - obsahově bohaté 2
 - zásadité 65
- Prostředky výuky
- chemické experimenty 27, 28–29, 43, 46
 - chemické látky 27
 - chemické nádoby 27
 - konkrétně názorné 27
 - obrazy 27
- Průběh výuky 7, 34, 54, 60
- Prvek 22, 37, 52, 58, 60, 77
- biogenní 77
- Představitost 23, 46
- Přepočet hmotnosti a objemu 48
- Příčiny nezájmu 1
- Přírodověda elementární 3
- Přístup
- deduktivní 36
 - instruktivistický 1
- R**
- Reakce
- chemické 5, 12, 35
 - acidobazické 36, 41, 75, 81
 - elektrochemické 81
 - endotermické 36
 - exotermické 36
 - heterogenní 36, 41, 57, 81
 - homogenní 36, 81
 - klasifikace 36
 - komplexotvorné 36, 81
 - oxidačně-redukční 18, 35–36
 - podvojná záměna 36, 41
 - rozkladné 36, 81
 - skladné 36
 - jedlé sody s octem 48–50
 - neutralizační 67–68, 81
 - srážecí 18, 35, 37, 41, 81, 85
 - substituční 36, 81
- Redukce didaktická 3, 91
- Reflexe pedagogické situace 26
- Refraktometr ruční 28–31, 33–34
- Respondent 41
- Retence 32
- ROSE 1
- Rovnice
- chemické 43
 - produkty 18, 39, 49
 - slovní zápis 18, 48
 - vyčíslování 43
 - výchozí látky (reaktanty) 18
 - zápis 14, 18, 43, 47, 81
- Rovnost nábojů 58–60, 68, 73
- Rozhovor
- heuristický 2
 - polostrukturovaný 9, 13–18, 88
- Roztok
- koncentrovaný 19, 31
 - kyselý 6
 - nasycený 19, 31
 - nenasycený 29, 31
 - rozpouštědlo 20, 29, 31
 - rozpuštěná látka 31–32
 - zředěný 29, 31
- S**
- Science centra 8, 26, 74
- funkce 74
- Science show 75–76
- Scientific Literacy 1
- Sebereflexe 25–26
- Schopnosti jazykové 3, 18
- Síra 36, 44, 70
- Síran
- měďnatý 35–36
 - železnatý 35, 70
- Skepticismus 1
- Skříňka černá 33
- Sloučeniny 19, 47
- anorganické 12
 - dvouprvkové 19
- Soustava prvků periodická 21, 54, 86
- Specifika výuky 3, 89
- Spektrum žáků ve třídě 2
- Společenství praxe 2, 9, 88–91
- Standardy 1
- Stavba atomu 21, 52
- Stereolupa 85
- Stimulace 2
- Stránka jevová probíhajících dějů 3, 90
- Strategie vzdělávací politiky 25
- Struktura hmoty 17, 21
- Styl učení
- hloubkový 6
 - povrchový 6
 - utilitaristický 6
- Superabsorbenty 14
- Suspenze 39

Symbolika chemická 6, 43

Syntéza 36

Šetření výzkumné 4, 9

Škála Likertova 54

Šťavelan vápenatý 39, 41

T

Tajemství prvků 77

Témata průřezová 75

Teorie kognitivního vývoje 23, 27–28

Terminologie

– odborná 4, 19, 43

– složitá 3

Testování z věd o Zemi 4

TIMSS 4–7, 53

Transfer nespecifický 4

Trojčlenka 20, 31, 47, 49, 83

Třídění 6

Tuhnutí malty 36, 37, 39

TULaborka 78

U

Učebnice 9, 27, 36, 45, 52, 56, 62, 88

Učitel 2, 88

– délka praxe 89

– kvalifikace 16, 89

– úvazek 16

– vzájemné hospitace 7

– vzdělavatelé učitelů 9

Učivo 5

– fixace 19, 72

– konkretizace 19, 22, 27, 34

– podpora experimentální 50, 55

– struktura obsahu 10–12

Uhličitán

– měďnatý 36

– sodný 36

– vápenatý 37–39

Úlohy

– s otevřenou odpovědí 4, 53

– s výběrem odpovědi 4, 53, 56

– výpočtové 50

Uvažování logické 27

V

Váhy digitální 29

Válec odměrný 19, 84

Vazba chemická 17, 57

Vazba zpětná 32–33, 45, 53, 56, 61, 87, 89

Veřejnost pedagogická 25

Videonahrávka 88

Videopokus 87

Videostudie 7

Videozáznam 45–46

Vodík 6, 22

Vymezení

– metodických postupů 9

– strategií 9

– učebních úloh 9

Výpočty

– hmotnostního zlomku 31

– hustoty 20

– chemické 15, 17, 20

– látkového množství 47

– molární hmotnosti 20, 47

– složení roztoků 20, 27, 81

– z rovnice 20

– ze vzorce 20

Výroby chemické 17, 78

Výrok 17, 19

Výuka

– aktivizující 2, 72, 75

– badatelská 2, 50, 75

– kooperativní 2

– problémová 2, 6

– projektová 2, 87

– skupinová 2, 7

Výzkum akční 25

– kooperativní 26

– metodika 25

– Nezvalová 25–26

– pro-aktivní 26

– reaktivní 26

– šestikroková metodika 26

Výzkum cirkulární charakter 10

Vznik života 24

Vzorek výzkumný 9, 16, 88

W

Workshop 75

Z

Zájem žáků 1, 33, 46, 54

Zákon zachování hmotnosti 43

Zásady

– Komenského 18

– názornosti 18, 28

– odbornosti 17

Zinek 58

Zkouška plamenová 39, 41

Zlomek hmotnostní 20

Zpráva ČŠI 6

Zvídavost 46

Zvládnutí paměťové 19

Ž

Železo 58, 70, 84

– magnetičnost 44–45

Abstract

Critical Points of the Chemistry Curriculum at Lower Secondary School I

In the monograph are discussed possibilities and limits of the early chemistry curriculum innovation in the Czech Republic at time of current curricular reform. Example of chemistry subject matter in educational content and context is focused. The research was realised in framework of the project EU Operational Programme “Didactics: Man and Nature A”, No. MS2014 CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000665. For the starting points were used team member’s experience with chemistry education and teacher’s preparation as well as analysis of results from international research TIMSS (2007) and current report of Czech School Inspection focused on science literacy development at secondary schools in school year 2016/17. Methodology of research was based on interview with chemistry teachers and the research was focused on their opinions about the key, critical and partly also dynamic points of the lower secondary chemistry curriculum in the Czech Republic (with focus to first year of chemistry instruction during lower secondary education). Through the interviews with 40 chemistry teachers from four Czech regions was gained information about what teachers named as critical topics and what as key topics in early chemistry school contents.

Based on the interview’s analysis of the most frequent critical as well as key points of the early chemistry curriculum, 8 modules were created to improve their teaching and action research was used to evaluate them. Modules: Acids Nomenclature, Salts Nomenclature, Oxidation Number, Solution Composition Calculations, Atom Building, Chemical Reactions, Chemical Equations and Writing and Enumeration

Key words

early chemistry education, critical points of curriculum, key points of curriculum, dynamic points of curriculum, semi-structured interview, chemistry teacher’s opinions.

Calculation from Chemical Equations serve as a basis for revision and eventual modification of teacher teaching preparation and subsequent verification in the teaching of the subject (according to the form of the particular curriculum of the schools). In collaboration of teachers with subject didacticians, the modules were continuously modified according to the gained experience to include the optimal presentation, practice and evaluation of the subject matter of the topic. The criticalness of the eight selected topics is directly related to the learners’ intellectual maturity since these are mostly very abstract themes. Therefore, a combination of them with examples of objects and activities that learners encounter or can meet both in school and especially in everyday life is appropriate.

It is necessary to realize that it is not appropriate to perceive any topic as an isolated thematic whole, but that it permeates another curriculum of chemistry. That is why it is necessary to give the learners sufficient time to fix and acquire concrete experience for the real learning of the curriculum. It has also been shown that learners need a higher degree of activation through laboratory activities, educational games and practice.

The presented results have the ambition to substantially contribute to the innovation in teaching the early chemistry contents and contexts at the lower secondary school in the Czech Republic, because the main emphasis has been paid on the cooperation of researchers with teachers from the practice and building so-called “community of the practice”.

Přílohy

Seznam příloh

| | |
|--|-----|
| Příloha I | |
| Laboratorní práce: Připravujeme roztoky známého složení | 107 |
| Příloha II | |
| Laboratorní práce Chemické přeměny sloučenin vápníku | 109 |
| Příloha III | |
| Příklad protokolu z z laboratorní práce Chemické přeměny sloučenin vápníku | 111 |
| Příloha IV | |
| Ukázka snímků z prezentace Zápis chemické reakce pomocí rovnice | 113 |
| Příloha V | |
| Ukázka snímků z prezentace Dopočítávání chemických rovnic | 114 |
| Příloha VI | |
| Vyplněné a opravené pracovní listy Chemická rovnice, její zápis a Dopočítávání chemických rovnic (R39) | 115 |
| Příloha VII | |
| Ukázka z hry pexeso k tématu Chemická reakce, její zápis | 117 |
| Příloha VIII | |
| Výpočty z chemických rovnic – materiál pro učitele | 118 |
| Příloha IX | |
| Výpočty z chemických rovnic – materiál pro žáky | 125 |
| Příloha X | |
| Ukázka snímků z prezentace k tématu Stavba atomu | 127 |
| Příloha XI | |
| Otázky pro rozhovor s žáky na téma Stavba atomu | 131 |
| Příloha XII | |
| Kontrolní pracovní list na téma Stavba atomu | 133 |
| Příloha XIII | |
| Anionty a kationty solí kyslíkatých a bezkyslíkatých kyselin | 135 |
| Příloha XIV | |
| Ukázka snímků z prezentace k modulu Názvosloví kyselin | 136 |
| Příloha XV | |
| Ukázka z hry Člověče nezlob se k názvosloví kyselin | 143 |
| Příloha XVI | |
| Odvození aniontů a kationtů solí bezkyslíkatých kyselin | 145 |

Příloha XVII

Odvození aniontů solí kyslíkatých kyselin 146

Příloha XVIII

Hodnocení implementace modulů 147

Příloha XIX

Ukázka přepisu audiozáznamu vybraného rozhovoru s učitelem chemie 153

Příloha I

Laboratorní práce: Připravujeme roztoky známého složení (stanovení hmotnostního procenta refraktometrem)

Proč musíme pít

- Voda tvoří ze všech látek největší podíl tělesné hmoty člověka. Je prostředím, ve kterém probíhají složité životní děje. Voda má vlastnosti, bez kterých si nelze život ani životní děje představit. Je především nevhodnějším **rozpuštědlem** pro mnoho látek.
- Vznik roztoku – realizujeme prakticky.
- Roztok nenasycený.
- Roztok nasycený – definice.
- Roztok zředěný a koncentrovaný.
- Abychom mohli roztoky navzájem rozlišovat a porovnávat, vyjadřujeme jejich složení číselně tzv. hmotnostním procentem.

Laboratorní práce č. XX

Název:

Voda jako rozpuštědlo

Úkoly:

1. Připrav roztok cukru nebo kuchyňské soli dle uvedeného návodu:
 - a) do 90 g vody přesně odvaž 10 g cukru a dobře promíchej až do úplného rozpuštění;
 - b) do 160 g vody přesně odvaž 40 g cukru a dobře promíchej až do úplného rozpuštění;
 - c) do 135 g vody odvaž 15 g cukru a dobře promíchej až do úplného rozpuštění.
2. Vypočítej, kolik procent rozpuštěné látky se nachází v roztoku.
3. Ověř svůj výpočet měřením prostřednictvím refraktometru.
4. Pokus se vytvořit obecný vztah pro výpočet.

Pomůcky:

Elektronické váhy, odměrný válec nebo odměrná zkumavka, kádinky 3 ks, skleněná tyčinka nebo pipetka, 3 ks zkumavek na vzorky k měření, cukr případně kuchyňská sůl, destilovaná voda, refraktometr.

Postup práce:

1. Pracujte ve trojčlenných skupinách.
2. Práci ve skupině si účelně rozdělte.
3. Měření roztoků refraktometrem je velmi jednoduché. Na optickou část refraktometru stačí kápnout měřenou látku, přiklopit krytku hranolu (tím se látka lépe rozprostře po měřícím hranolu), přiložit oko k okuláru, podívat se proti světlu (případně doostřit) a na stupnici můžete pohodlně odečíst výslednou hodnotu.
4. Do výsledků uveď svoje výpočty pro jednotlivé varianty roztoků (a, b, c) a zapiš hodnoty, které jsi naměřil refraktometrem. Zdůvodni případné chyby!

Výsledky: (vyplňte přiloženou tabulku)

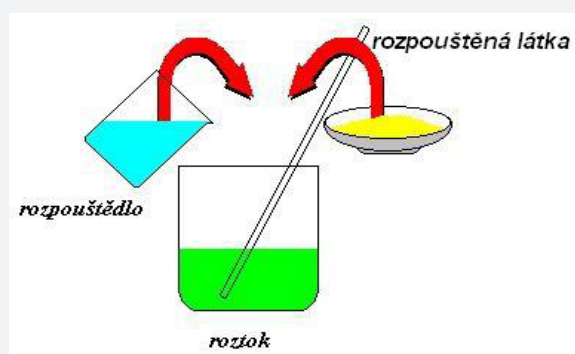
| Roztok číslo | Naměřené hodnoty v % | Vypočtené hodnoty v % |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| 1 (roztok a) | | |
| 2 (roztok b) | | |
| 3 (roztok c) | | |

Závěry (obecný vztah pro výpočet):

Podpis:

Datum:

Třída:



Obr. 1

Pro ověření připravených roztoků vyučující nebo ještě lépe přímo žáci využijí refraktometr pro ovocné šťávy a slané nálevy RBS2 – ATC.

Příloha II

Laboratorní práce Chemické přeměny sloučenin vápníku

Laboratorní práce č.

Název:

Chemické přeměny sloučenin vápníku

Úvod:

Experimentální cyklus vápníku tvoří čtyři na sebe vzájemně navazující chemické reakce:

1. Tepelný rozklad uhličitanu vápenatého:
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
2. Reakce oxidu vápenatého s vodou:
 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
3. Reakce hydroxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou:
 $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
4. Reakce chloridu vápenatého s uhličitanem sodným:
 $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$

Jednotlivé experimenty jsou doplněny jednoduchými testy na přítomnost vybraných chemických látek v reakční směsi (důkaz přítomnosti oxidu uhličitého, chloridových iontů, pH reakční směsi aj.).

Pomůcky a chemikálie:

Kádinky, zkumavky, skleněné tyčinky, odměrné válce, nálevky, držák na zkumavky, stojánky na zkumavky, hodinová sklíčka, kahany, filtrační papír, pH papírky, digitální váhy uhličitan vápenatý, kyselina chlorovodíková, uhličitan sodný, hydroxid vápenatý, kyselina šťavelová, dusičnan stříbrný.

Postup:

Tepelný rozklad uhličitanu vápenatého.

1. Do zkumavky předložte cca 1 g práškového uhličitanu vápenatého.
2. Zkumavku upevněte do držáku.
3. Obsah zkumavky opatrně zahřívejte kahanem.
4. Do zkumavky zasuněte tyčinku na konci s malou kapkou roztoku hydroxidu vápenatého, na tyčince pozorujte tvorbu zákalu.
5. Pokud se přestane tvořit zákal, ponechte zkumavku zchladnout.

Reakce oxidu vápenatého s vodou.

1. Do kádinky předložte produkt předchozí reakce a přidejte cca 20 cm³ destilované vody, směs řádně promíchejte a zfiltrujte na skládaném filtru.
2. Kapku filtrátu naneste tyčinkou na pH papírek, pozorujte barevné změny.

Reakce hydroxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou.

1. K roztoku hydroxidu vápenatého v kádince přidávejte po kapkách a za intenzivního míchání kyselinu chlorovodíkovou (1:1).
2. Po každé dávce kyseliny chlorovodíkové naneste tyčinkou kapku reakční směsi na pH papírek.
3. Dávkování kyseliny chlorovodíkové ukončete, je-li dosaženo hodnoty pH = 7.
4. Do zkumavky předložte cca 1 cm³ reakční směsi a přidejte kapku 3 % roztoku kyseliny šťavelové, pozorujte průběh reakce.

5. Do druhé zkumavky předložte cca 1 cm³ reakční směsi a přidejte kapku 3 % roztoku dusičnanu stříbrného, pozorujte průběh reakce.

Reakce chloridu vápenatého s uhličitanem sodným.

1. Do kádinky odvažte cca 1 g uhličitanu sodného a rozpustěte jej v cca 20 cm³ destilované vody.
2. Roztok uhličitanu sodného přidávejte po kapkách a za intenzivního míchání do kádinky s produktem předchozí reakce.
3. Pozorujte průběh reakce – z roztoku se vylučuje sraženina uhličitanu vápenatého, po každém přidání uhličitanu sodného kontrolujte pH reakční směsi.
4. Uhličitan vápenatý oddělte z reakční směsi na skládaném filtru, ponechte jej sušit při laboratorní teplotě.
5. Malé množství produktu předložte do zkumavky a přidejte kapku zředěné kyseliny chlorovodíkové, pozorujte.

Proveďte vyhodnocení jednotlivých experimentů a celého cyklu:

- charakterizujte průběh reakcí;
- pokuste se o jejich zařazení do systému reakcí;
- popište průběh testů a jejich přínos k posouzení průběhu reakcí;
- uveďte, zda se Vám experimentální cyklus líbil – nelíbil, uveďte důvody;
- domníváte se, že cyklus byl pro Vás přínosný, pokud ano – ne, v čem.

Závěry:

Podpis:

Datum:

Třída:

Literatura k tématu:

TODD, D. & HOBEY, W., D. 1985. An Improvement in the Classical Copper Cycle Experiment. *Journal of Chemical Education*, 62(2): 177. doi: 10.1021/ed062p177
GCC. 2016. The Copper Cycle. *GCC CHM 151LL* [online]. p. 1–12. [cit. 17. 08. 2018]. Dostupné z: goo.gl/uCWhu1

Příloha III

Příklad protokolu z laboratorní práce Chemické přeměny sloučenin vápníku

Protokol č.1

datum: 29.5.2019

třída: 9.A.

jména: Andrea Kabanžová
Klára Vojnářová

Úkol: proveďte následné reakce sloučenin vápníku podle níže uvedeného postupu, doplňte rovnice reakcí a určete typ reakce

Pomůcky: kádinky, nálevka, držák nálevky, filtrační papír, kapátko, zkumavka, stojánek na zkumavky, pH papírky, digitální váhy.

Chemikálie: oxid vápenatý, kyselina chlorovodíková, dusičnan stříbrný, kyselina šťavelová, uhličitan sodný

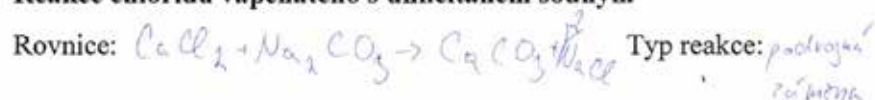
Postup:**1. Reakce oxidu vápenatého s vodou**Rovnice: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ Typ reakce: *Skladutá*

- navažte do kádinky 0,6 g oxidu vápenatého
- přidejte 20 ml vody
- směs přefiltruje

2. Reakce hydroxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovouRovnice: $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Typ reakce: *Neutralizace*

- do vápenné vody přidávejte po kapkách kyselinu chlorovodíkovou
- měřte pH indikátorovým papírkem do pH = 7
- k 1 ml směsi ve zkumavce přidejte kapku 3% roztoku dusičnanu stříbrného
- k 1 ml směsi ve zkumavce přidejte kapku 3% roztoku kyseliny šťavelové

3. Reakce chloridu vápenatého s uhličitanem sodným



- do kádinky navažte 1g uhličitanu vápenatého
- přidejte 20 ml vody
- po kapkách směs přidávejte do směsi chloridu vápenatého
- výslednou směs přefiltrujte a filtr nechte sušit při pokojové teplotě

Závěry z jednotlivých reakcí:

1. Vytvořili jsme vápenatou vodu
2. Podvojná se nám vytvořila s_{NaCl} a p_H 7.
Při složení s kyselou směr se vytvořil
Při silný byl s_{NaCl}
Při složení s kyselou s_{NaCl} slabý bílý nával
3. Vytvořili jsme s_{NaCl} a slabý nával a s_{NaCl}
uhličitan vápenatý se nám podvojná
přefiltrovat.

Osobní přínos laboratorní práce reakcí sloučenin vápníku:

Zajímavá činnost
Vzkomali jsme si práci s kyselinami a
základami, i filtraci.
Bylo to super. :)

Příloha V

Ukázka snímků z prezentace Dopotávání chemických rovnic

chemické schéma nemusí být dopočítané:

$$\text{S} + \text{Al} \dashrightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$$

přerušovaná šipka

$$1 \cdot 1 \text{ S} + 1 \cdot 1 \text{ Al} \dashrightarrow 1 \cdot 2 \text{ Al} + 1 \cdot 3 \text{ S}$$

chemická rovnice musí být dopočítaná:

$$3\text{S} + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$$

$$3 \cdot 1 \text{ S} + 2 \cdot 1 \text{ Al} \rightarrow 1 \cdot 2 \text{ Al} + 1 \cdot 3 \text{ S}$$

- V průběhu chemické reakce se prvky neztrácejí!
- Pravá a levá strana rovnice se musí rovnat!

Úprava chemické rovnice úvahou:

| | |
|---|--|
| a) Schéma chemické reakce | $\text{O}_2 + \text{H}_2 \dashrightarrow \text{H}_2\text{O}$ |
| b) Počet atomů kyslíku - dopočtení | 2·O1·O $\text{O}_2 + \text{H}_2 \dashrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ |
| c) Počet atomů vodíků - dopočtení | 2·H4·H $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2 \dashrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ |
| d) Kontrola počtu atomů na obou stranách rovnice - počet atomů vodíku - počet atomů kyslíku | $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ 2·2 = 4 → 2·2 = 4 1·2 = 2 → 2·1 = 2 |

Příloha VI

Vyplněné a opravené pracovní listy Chemická rovnice, její zápis a Dopočítávání chemických rovnic (R39)

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MS
MTT

Didaktika - Člověk a příroda A
CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000665

Modul: Chemická rovnice, její zápis, pracovní list 35

1. Průběh chemické reakce zapisujeme chemickou ^{rovnici}
Výchozím látkám chemické reakce se říká ^{reaktanty}, vznikajícím látkám se říká ^{produkty}

2. Z následující nabídky vyber rovnice:

1. ve kterých je vodík reaktantem: **A, B**
2. ve kterých je voda produktem: **A, D**
3. ve kterých je vodík produktem: **B, E**
4. ve kterých je jeden produkt: **A, C**
5. ve kterých jsou dva reaktanty: **A, B, C, E**
6. ve kterých je stejný počet reaktantů a produktů: **A, D, E**
7. ve kterých je méně produktů než reaktantů: **A, F**

a) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
b) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
c) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
d) $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
e) $2\text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

3. Reakce mezi železem a sírou můžeme zapsat chemickou rovnicí:
 $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$

4. Reaktanty této reakce se dají odlišit: (vyber správně z nabídky a doplň tabulku)
šedočerná barva, prášek, žlutá barva, feromagnetismus, prášek tv. pily


| železo | síra |
|-------------------|-------------|
| prášek tv. piliny | žlutá barva |
| šedočerná barva | prášek |
| Feromagnetismus | |

5. přiřaď k sobě správně pravou a levou stranu rovnic podle písmen a napiš slovo, které vzniklo:

f) s) $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl}$
h) e) $2\text{Na} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}_2$
e) i) $2\text{NaCl} \rightarrow \text{NaCl}$
e) m) $2\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$
l) t) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2$
c) j) $2\text{HBr} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{NaBr}$

o) $2\text{Na} + \text{Cl}_2$
ř) $2\text{NaOH} + \text{H}_2$
t) 2NaCl
e) Na_2O_2
e) $\text{H}_2 + 2\text{NaBr}$
ch) $\text{H}_2 + 2\text{NaCl}$

~~Stechometrie~~
Stechometrie



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Didaktika - Člověk a příroda A
CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000665

Modul: Dopočítávání chemických rovnic, pracovní list

1. Pokud hoří fosilní palivo, hoří v něm hlavně uhlík, který je jeho hlavní složkou. Hoření je nejrozšířenější oxidace za přítomnosti kyslíku. Které schéma znázorňuje úplné hoření uhlíku? Dopočítej schémata a napiš, jaký je v nich poměr uhlíku ke kyslíku?

$\dots C + \dots O_2 \rightarrow \dots CO_2$
 $1 : 1$

$2 C + \dots O_2 \rightarrow 2 CO$
 $2 : 1$

2. Hoření propanu může probíhat za vzniku různých produktů. Dopočítej schémata a vysvětli, co určuje výsledné produkty reakce:

a) $\dots C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$
 b) $2 C_3H_8 + 7 O_2 \rightarrow 6 CO + 8 H_2O$
 c) $\dots C_3H_8 + 2 O_2 \rightarrow 3 C + 4 H_2O$

O výsledku reakce někdy rozhoduje

3. Seřaď zápisy podle celkového počtu zapsaných atomů od nejnižšího počtu po nejvyšší:

a) $2KMnO_4$ b) $3H_2O$ c) $2HNO_3$ d) $5CO_2$ e) $4FeS$

4. Škrtni nesprávně dopočítané reakce:

$2Al + 3S \rightarrow Al_2S_3$

~~$2Fe + 2Cl_2 \rightarrow 2FeCl_2$~~ ~~$2Fe + 2O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$~~

~~$Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO_2$~~ ~~$Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO$~~

$2HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

~~$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$~~

$Na + 2H_2O \rightarrow NaOH + H_2$

$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

~~$2NO + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$~~

$2PbO + C \rightarrow 2Pb + CO_2$

~~$2PbS + 2O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2$~~

$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$

~~$4Fe + 3O_2 + 6H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_2$~~

$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

~~$4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$~~

~~$4NH_3 + 4O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$~~

~~$C + 2PbO \rightarrow CO_2 + 2Pb$~~

~~$G + Fe_2O_3 \rightarrow 3CO + 2Fe$~~

~~$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$~~

~~$2Cl_2 + 2KBr \rightarrow Br_2 + 4KCl$~~

$Cl_2 + 2KI \rightarrow I_2 + 2KCl$

$Cl_2 + 2NaBr \rightarrow Br_2 + 2NaCl$

E, B, C, 40

4/3.

Příloha VII

Ukázka z hry pexeso k tématu Chemická reakce, její zápis

| | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|
| $\text{Na}_2\text{S} + \text{CuSO}_4$ | $\text{Na}_2\text{S} + \text{FeSO}_4$ | $\text{Na}_2\text{S} + \text{NiSO}_4$ | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CuSO}_4$ | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{FeSO}_4$ | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NiSO}_4$ |
| $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ | $\text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$ | $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ | $\text{Ca(HCO}_3)_2$ | $\text{Ca} + \text{Cl}_2$ | $\text{CaO} + \text{H}_2\text{CO}_3$ |
| $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HNO}_3$ | $\text{Ca} + \text{H}_2\text{SO}_3$ | $\text{KOH} + \text{HCl}$ | $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$ | $2\text{Cu} + \text{S}$ | $\text{CaO} + \text{CO}_2$ |
| $\text{CO}_2 + 2\text{KOH}$ | $\text{CaO} + 2\text{HNO}_3$ | $\text{AgNO}_3 + \text{KBr}$ | $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$ | $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4$ | $\text{CuSO}_4 + \text{Fe}$ |
| $\text{AgNO}_3 + \text{NaBr}$ | $\text{FeS} + 2\text{HCl}$ | $\text{H}_2\text{S} + \text{Pb(NO}_3)_2$ | $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr}$ | $\text{Cl}_2 + 2\text{KI}$ | $\text{Br}_2 + 2\text{NaI}$ |
| $\text{CuS} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ | $\text{FeS} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ | $\text{NiS} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ | $\text{CuCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ | $\text{FeCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ | $\text{NiCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ | $\text{Ca(HCO}_3)_2$ | $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ | CaCl_2 | $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |

Příloha VIII

Výpočty z chemických rovnic – materiál pro učitele

1. vyučovací hodina

VÝPOČTY Z CHEMICKÝCH ROVNIC – ÚVOD

Pokus č. 1 – Příprava CO₂ reakcí jedlé sody s octem (demonstrační pokus učitele)



Chemikálie:

Oct (8 % CH₃COOH), jedlá soda (NaHCO₃).

Pomůcky:

3 baňky (100 ml), odměrný válec (50 ml), 3 zkumavky, zátky na zkumavky, 3 nafukovací balonky (různé barvy), laboratorní lžička, váhy, lepicí páska.

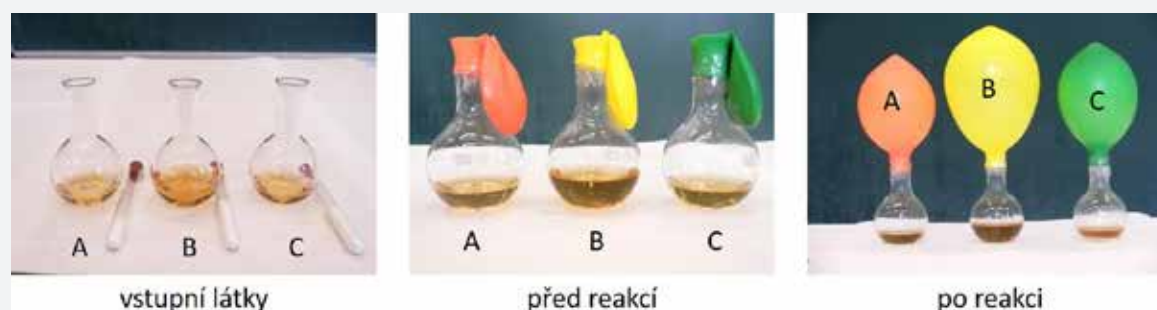
Postup:

Pokus provádíme souběžně ve 3 variantách A – C.

- A. 2,1 g NaHCO₃ + 20 ml octa
- B. 4,2 g NaHCO₃ + 40 ml octa
- C. 4,2 g NaHCO₃ + 20 ml octa

Jedlou sodu můžeme předem navážit do zkumavek, žáci tak mohou vizuálně porovnat množství použité sody. Do každé baňky nalijeme výše uvedené množství octa. Odváženou jedlou sodu nasypeme do čistého a suchého balonku, který natáhneme na hrdlo baňky tak, jak je na obr. 1 uprostřed. Balonek přilepíme páskou k hrdlu baňky, aby z ní neuletěl. Zdvihnutím balonku přesypeme sodu do baňky s octem. Balonek se začne okamžitě plnit vznikajícím CO₂.

Reakce A – C provádíme postupně, na tabuli vždy zapíšeme množství použité sody a octa.



Obr. 1 Vznik CO₂ reakcí jedlé sody s octem

Žákům zadáváme průběžně jednoduché otázky a úkoly:

- Podle velikosti nafouknutého balonku porovnejte množství vzniklého plynu v baňce A a B.
... v baňce B vzniklo více CO₂
- Proč v baňce B vzniklo více plynu?
... k reakci jsme použili větší množství sody a octa
- Porovnejte množství vzniklého plynu v baňce A a C.
... množství CO₂ je v obou baňkách přibližně stejné

- Proč v baňce C nevzniklo také dvakrát více plynu jako v baňce B?
... protože se navýšilo množství sody, ale množství octa zůstalo stejné*
- Na čem závisí množství CO_2 ?
... na množství sody a octa
- Kolik CO_2 vznikne, když použijí dvojnásobné množství sody i octa?
... dvakrát více CO_2
- Kolik CO_2 vznikne, když použijí desetinásobné množství sody a octa?
... desetkrát více CO_2
- Stačí navýšit množství jen jedné výchozí látky?
... ne, je třeba odpovídajícím způsobem zvýšit množství všech výchozích látek*

*Na obr. 2 je vidět, že v baňce C zreagovalo jen množství jedlé sody odpovídající množství octa, nezreagovaný zbytek sody zůstává na dně.



Obr. 2 Baňka C po reakci, na dně část nezreagované sody

Závěr:

Množství produktů přímo závisí na množství výchozích látek. Čím více výchozích látek použijeme, tím více produktů získáme.

Pokus č. 2 – Hmotnost CO_2 vzniklého reakcí jedlé sody s octem (demonstrační pokus učitele)

Jedná se o tutéž reakci jako v prvním pokusu, ale v jiném uspořádání. Reakce probíhá v dostatečně velké kádince, aby reakční směs nevyšuměla z kádinky a bylo možné ji po reakci zvážit. Úkolem je co nejpřesněji zjistit hmotnost vznikajícího CO_2 a porovnat ji s hmotností použité jedlé sody.

Chemikálie:

Ocet (8 % CH_3COOH), jedlá soda (NaHCO_3).

Pomůcky:

2 kádinky (400 ml, 600 ml), odměrný válec (100 ml), váhy, laboratorní lžička, špejle, lihový kahan.

Postup:

Pokus provádíme dvakrát s různým množstvím jedlé sody a octa.

- a) kádinka 400 ml – 40 ml octa + 4,2 g NaHCO_3
- b) kádinka 600 ml – 60 ml octa + 6,3 g NaHCO_3

Nejprve navážíme 4,2 g NaHCO_3 , hmotnost zaznamenáme do tabulky č. 1. V odměrném válci odměříme 40 ml octa, nalijeme do kádinky, zvážíme a hmotnost zapíšeme do tabulky. Sečteme hmotnosti vstupních látek včetně kádinky a zapíšeme do tabulky. Naváženou jedlou sodu přesype do kádinky s octem, okamžitě se začne vyvíjet plyn – CO_2 (viz obr. 3).



jedlá soda



kádinka s octem



vznikající CO_2

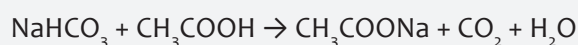
Obr. 3 Reakce jedlé sody s octem

O tom, že vznikající plyn nepodporuje hoření, se můžeme přesvědčit hořící špejlí, která zhasne (obr. 4).



Obr. 4 Oxid uhličitý nepodporuje hoření

Rovnici zapíše učitel na tabuli.



Oxid uhličitý je těžší než vzduch a hromadí se v kádince. Kádinkou opatrně krouživým pohybem mícháme, aby v ní vznikající plyn nezůstal. Opakovaně provádíme kontrolu hořící špejlí. Jakmile nezhasne ani těsně nad hladinou, můžeme kádinku s reakční směsí zvážit (viz obr. 5).



Obr. 5 Vážení po skončení reakce

Hmotnost je nižší než hmotnost kádinky včetně octa a jedlé sody před reakcí. Podle zákona o zachování hmotnosti je hmotnost všech látek vstupujících do reakce stejná jako hmotnost všech produktů, úbytek hmotnosti proto představuje hmotnost vzniklého CO_2 .

Celý postup zopakujeme pro množství jedlé sody a octa b).

Tab. 1 Hmotnost oxidu uhličitého vzniklého reakcí jedlé sody s octem

| | Hmotnost [g] | | | |
|----|--------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------|
| | jedlá soda | kádinka + ocet + jedlá soda | kádinka s produkty | oxid uhličitý |
| a) | | | | |
| b) | | | | |

Následují úlohy 1.1–1.3, jejich zadání je uvedeno v materiálech pro žáky.

Úloha 1.4 (úloha navazuje na úlohu 1.3)

Kolik gramů CO_2 vznikne reakcí 100 g jedlé sody (NaHCO_3) s odpovídajícím množstvím octa?
(Řeší učitel společně se žáky, komentuje způsob zápisu)

$$\begin{array}{rcccl}
 \uparrow & 84 \text{ g NaHCO}_3 & \dots\dots\dots & 44 \text{ g CO}_2 & \uparrow \\
 & 100 \text{ g NaHCO}_3 & \dots\dots\dots & x \text{ g CO}_2 & \\
 \hline
 & & & x = \frac{100}{84} \cdot 44 & \\
 & & & x = 68,75 \text{ g} &
 \end{array}$$

Reakcí 100 g jedlé sody a odpovídajícího množství octa vznikne 68,75 g oxidu uhličitého.

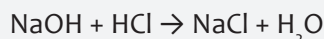
2. vyučovací hodina

VÝPOČTY Z CHEMICKÝCH ROVNIC – VLIV STECHIOMETRICKÝCH KOEFICIENTŮ

Opakování

Úloha 2.1

Kolik gramů chloridu sodného získáme reakcí 25 g hydroxidu sodného s kyselinou chlorovodíkovou?



Učitel zadává žákům průběžně následující úkoly:

- v rovnici podtrhněte látku, jejíž hmotnost je zadána, a látku, jejíž hmotnost máme určit;
- určete molární hmotnosti podtržených látek a запиšte je k příslušným látkám pod rovnici;
- sestavte „trojčlenku“;
- vypočtete hmotnost chloridu sodného.

Vliv stechiometrických koeficientů

Jak se změní výpočet, když se některé stechiometrické koeficienty nebudou rovnat jedné?

Úlohy 2.2 a 2.3 (řeší žáci s pomocí učitele)

Úlohy na sebe navazují, jejich zadání je v materiálech pro žáky (příloha IX). Učitel rozhodne, kolik a které tabulky z úlohy 2.2 budou žáci vyplňovat. Ideální je, když žáci mají vytištěné listy s tabulkami a učitel může totéž promítat na tabuli.

Závěr:

Stechiometrický koeficient mění množství reagujících látek. Hmotnost dané látky odpovídá součinu její molární hmotnosti a příslušného stechiometrického koeficientu.

Z posledně uvedené rovnice e) plyne např. toto:

- Reakcí 320 g oxidu železitého s uhlíkem vznikne 224 g železa.
nebo
- Reakcí 320 g oxidu železitého s 36 g uhlíku vznikne 224 g železa a 132 g oxidu uhličitého.
(uvedení dalších možných variant je na učiteli)

3. vyučovací hodina

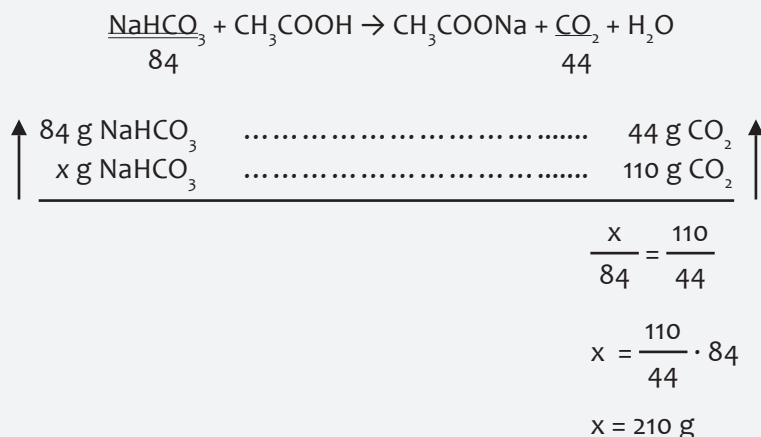
VÝPOČTY Z CHEMICKÝCH ROVNIC – HMOTNOST VÝCHOZÍ LÁTKY POTŘEBNÉ K PŘÍPRAVĚ DANÉHO MNOŽSTVÍ PRODUKTU

V minulých hodinách jste se naučili počítat, kolik produktu vznikne, znáte-li množství vstupních látek. Je možné také určit, kolik vstupní látky potřebujeme, abychom připravili předem dané množství produktu?

Využijeme reakci jedlé sody s octem (viz pokus z 1. vyučovací hodiny).

Úloha 3.1

Kolik jedlé sody (NaHCO_3) bychom museli navážít, abychom jeho reakcí s octem získali 110 g oxidu uhličitého?



Na přípravu 110 g oxidu uhličitého je třeba 210 g jedlé sody.

Výpočty z chemických rovnic

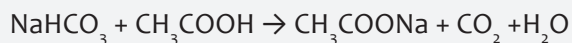
- známe hmotnost výchozí látky, určíme hmotnost produktu
- známe hmotnost produktu, určíme hmotnost výchozí látky potřebnou na jeho přípravu

Postup výpočtu můžeme shrnout do několika následujících bodů:

- zapíšeme a upravíme chemickou rovnici
- v rovnici vyznačíme látku, jejíž hmotnost známe, a tu, jejíž hmotnost máme určit
- vypočítáme molární hmotnosti vyznačených látek
- k vyznačeným látkám zapíšeme pod rovnici jejich hmotnosti (molární hmotnost \times stechiometrický koeficient)
- sestavíme trojčlenku
- vypočítáme neznámou hmotnost

Řešení:

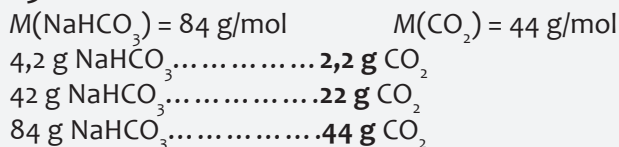
1.1



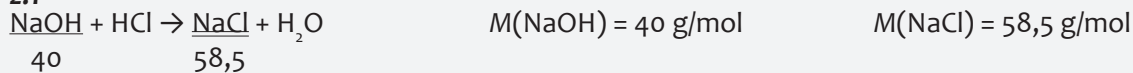
1.2

- a) Reakcí **4,2 g** jedlé sody se 40 ml octa vzniklo **2,2 g** CO_2 .
 b) Reakcí **6,3 g** jedlé sody se 60 ml octa vzniklo **3,3 g** CO_2 .

1.3



2.1

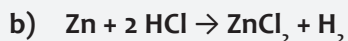


$$m(\text{NaCl}) = x = 36,6 \text{ g}$$

2.2



| | NaOH | HCl | NaCl | H ₂ O |
|----------------------------|------|------|------|------------------|
| stechiometrický koeficient | 1 | 1 | 1 | 1 |
| molární hmotnost | 40 | 36,5 | 58,5 | 18 |
| hmotnost látky | 40 | 36,5 | 58,5 | 18 |



| | Zn | HCl | ZnCl ₂ | H ₂ |
|----------------------------|----|---------------------|-------------------|----------------|
| stechiometrický koeficient | 1 | 2 | 1 | 1 |
| molární hmotnost | 65 | 36,5 | 136 | 2 |
| hmotnost látky | 65 | 73 (73 = 2·36,5) | 136 | 2 |

Příloha IX

Výpočty z chemických rovnic – materiál pro žáky

Tab. 1 Hmotnost oxidu uhličitého vzniklého reakcí jedlé sody s octem

| | Hmotnost [g] | | | |
|----|--------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------|
| | jedlá soda | kádinka + ocet + jedlá soda | kádinka s produkty | oxid uhličitý |
| a) | | | | |
| b) | | | | |

Úloha 1.1

Chemickou rovnicí vyjádřete reakci jedlé sody s octem.

..... + → + +

Úloha 1.2

Doplňte následující text, využijte údajů z tabulky 1:

Reakcí g jedlé sody se 40 ml octa vzniklo g CO₂.

Reakcí g jedlé sody se 60 ml octa vzniklo g CO₂.

Úloha 1.3

Vypočtěte molární hmotnost jedlé sody (NaHCO₃) a oxidu uhličitého.

M(NaHCO₃) = g/mol M(CO₂) = g/mol

Na základě výsledků pokusu č. 2 odhadněte hmotnost vzniklého CO₂:

- Kolik gramů CO₂ vznikne reakcí 4,2 g NaHCO₃ s odpovídajícím množstvím octa?
Doplňte 4,2 g NaHCO₃ ? g CO₂
- Kolik gramů CO₂ vznikne reakcí 42 g NaHCO₃ s odpovídajícím množstvím octa?
Doplňte 42 g NaHCO₃ ? g CO₂
- Kolik gramů CO₂ vznikne reakcí 84 g NaHCO₃ s odpovídajícím množstvím octa?
Doplňte 84 g NaHCO₃ ? g CO₂

Poslední výsledek porovnejte s molárními hmotnostmi NaHCO₃ a CO₂.

Úloha 1.4

Kolik gramů CO₂ vznikne reakcí 100 g jedlé sody (NaHCO₃) s odpovídajícím množstvím octa?

Úloha 2.2

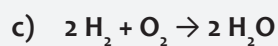
Do následujících tabulek doplňte chybějící údaje.



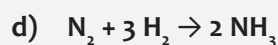
| | NaOH | HCl | NaCl | H ₂ O |
|----------------------------|------|-----|------|------------------|
| stechiometrický koeficient | | | | |
| molární hmotnost | | | | |
| hmotnost látky | | | | |



| | Zn | HCl | ZnCl ₂ | H ₂ |
|----------------------------|----|-----|-------------------|----------------|
| stechiometrický koeficient | | | | |
| molární hmotnost | | | | |
| hmotnost látky | | | | |



| | H ₂ | O ₂ | H ₂ O |
|----------------------------|----------------|----------------|------------------|
| stechiometrický koeficient | | | |
| molární hmotnost | | | |
| hmotnost látky | | | |



| | N ₂ | H ₂ | NH ₃ |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| stechiometrický koeficient | | | |
| molární hmotnost | | | |
| hmotnost látky | | | |



| | Fe ₂ O ₃ | C | Fe | CO ₂ |
|----------------------------|--------------------------------|---|----|-----------------|
| stechiometrický koeficient | | | | |
| molární hmotnost | | | | |
| hmotnost látky | | | | |

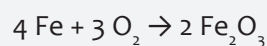
Úloha 2.3

Využijte údajů z úlohy 2.2 a určete:

- a) Kolik gramů vody vznikne reakcí 32 g kyslíku s vodíkem?
- b) Kolik gramů vody vznikne reakcí 16 g kyslíku s vodíkem?
- c) Kolik gramů vody vznikne reakcí 4 g kyslíku s vodíkem?
- d) Kolik gramů amoniaku (NH₃) vznikne reakcí 28 g dusíku s vodíkem?
- e) Kolik gramů amoniaku vznikne reakcí 6 g vodíku s dusíkem?
- f) Kolik gramů amoniaku vznikne reakcí 30 g vodíku s dusíkem?

Úloha 2.4

Kolik gramů oxidu železitého vznikne reakcí 112 g železa s kyslíkem?



Úloha 3.1

Kolik jedlé sody (NaHCO₃) bychom museli navážít, abychom jeho reakcí s octem získali 110 g oxidu uhličitého?

Příloha X

Ukázka snímků z prezentace k tématu Stavba atomu



Opakování: Co je to chemická látka ?

Chemická látka, chemicky čistá látka, je látka, která má v celém svém objemu stejné složení.
Př.: sklo, cukr, dřevo, papír, železo, hliník...



Co tyto látky tvoří ?
Základní stavební jednotkou hmoty je atom.



K zamyšlení: uhlík v podobě grafitu



Při lámání uhlíku na menší kousky, existuje nějaký nejmenší kousek? Nejmenší část této látky, která bude mít stále stejné vlastnosti?

Ano, existuje – **atom uhlíku**.

Těla všech organismů jsou složena především z organických látek, obsahujících právě uhlík. Uhlík se na zemi vyskytuje všude, v neživé přírodě, hydrosféře, atmosféře.

Jaká je velikost atomu?

Lidský vlas je složen z větší části z uhlíku.

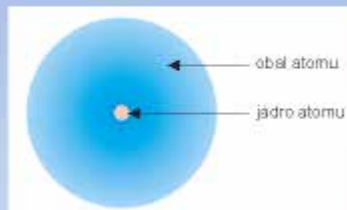
Průměr vlasu 18-180 μm (průměr cca 100 μm)
=
0,000100 m

Poloměr atomu uhlíku 70 pm,
průměr atomu uhlíku 140 pm =
0,000000000140 m

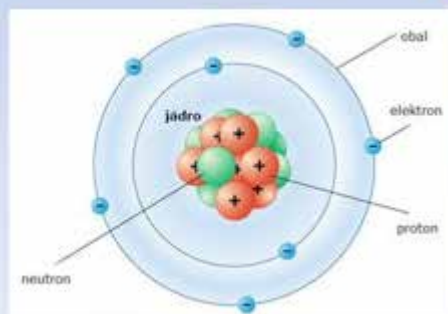
Kolik atomů uhlíku se vejde na šířku vlasu? = **jeden milion atomů uhlíku v řadě vedle sebe.**

Struktura atomu

Atom tvoří **jádro** a **obal**.



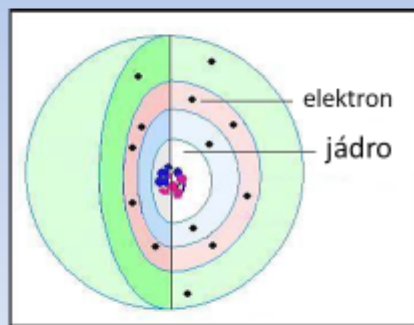
Obal tvoří
záporně nabitě elektrony **-**.



Jádro je tvořeno
z kladně nabitých
protonů **+**
a neutrálních
neutronů **•**.

Jádro je velmi malé, částice jsou k sobě poutány jadernými silami.

Hmotnost protonu a neutronu je mnohonásobně větší než hmotnost elektronu.



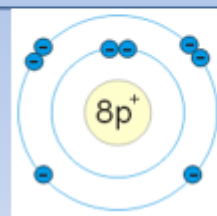
Mezi jádrem a obalem působí přitažlivé elektrické síly.



Atom je elektricky neutrální.

počet $+$ = počet $-$

Př.: atom kyslíku je složen z 8 elektronů, 8 protonů a 8 neutronů.



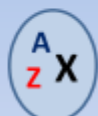
Elektrony se pohybují kolem jádra v různých vzdálenostech
 → tvoří elektronové vrstvy.

valenční elektrony

- leží v nejvzdálenější vrstvě od jádra
- mají největší energii
- mají základní význam pro vlastnosti atomů prvků

Počet neutronů v jádře v porovnání s počtem protonů může být: nižší, stejný nebo vyšší.

protonové číslo Z:
udává počet protonů
v jádře atomu
(a odpovídá počtu elektronů
v atomovém obalu)



nukleonové číslo A:
udává počet protonů
a neutronů v jádře
atomu

Př.: izotopy vodíku:

| | | | |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | ${}^1_1\text{H}$ | ${}^2_1\text{H}$ | ${}^3_1\text{H}$ |
| počet protonů v jádře vodíku | Z=1 | Z=1 | Z=1 |
| počet neutronů v jádře vodíku | N=0 | N=1 | N=2 |
| počet nukleonů v jádře vodíku | A=1 | A=2 | A=3 |

Zdroj:

1. Vacík J., Obecná chemie, Knihovna chemie, Přírodovědecká fakulta UK, Praha 2017
2. <http://www.reflex.cz/clanek/jidlo-a-piti/71404/bily-jed-cukr-zabiji-velmi-pomalu-ovsem-sladce.html>
3. <http://www.elkompp.cz/co-nabizime/palivove-drevo/> :
4. <http://mail.zsebenese.opava.cz/tabulka/al.html>
5. <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js10/minerals/web/img/mineraly/big/grafit4.jpg>
6. <https://en.wikipedia.org/wiki/Atom> :
7. <http://www.zschemie.euweb.cz/atomy/atom3.html>
8. <http://slideplayer.cz/slide/2876415/>
9. <http://www.world-builders.org/lessons/less/les4/Vles4na.html>

Příloha XI

Otázky pro rozhovor s žáky na téma Stavba atomu

Otázky pro rozhovor se žáky

1. Můžeme jednotlivé atomy vidět?

Ano, atomy lze vidět, ale pouze pomocí speciálního laboratorního přístroje (74,7 %).

Atomy nelze pozorovat pod mikroskopem nebo dokonce pouhým okem (lze vyzkoušet na kapce vody, lidském vlasu, které žáci mohou sledovat pod mikroskopem).

Pozn.: Mikroskop atomárních sil – je možné rozeznat struktury uvnitř jednotlivých atomů (Břeň, Kulhánek, 2004).

Pro představu **velikosti atomu**: Lidský vlas je složen z větší části z uhlíku. Pokud bychom atomy uhlíku seřadili v řadě vedle sebe, pak bychom měli přes šíři vlasu cca jeden milion atomů uhlíku v řadě vedle sebe (viz příložená prezentace ke „Stavbě atomu“).

2. Živé organismy se skládají z mnoha atomů. Co se stane s atomy po té, co živočich zemře?

Atomy se vrátí zpět do prostředí (21,2 %).

Pozn: Organismus se po smrti rozloží (rozklad na buněčné úrovni), jádra atomů zničená nejsou! Pokud by zničená byla, bylo by každé tělo po smrti „potenciálně nebezpečné jako výbuch atomové bomby“.

Děti si často myslí, že po smrti živočicha se atomy rozštěpí na jednodušší části, které pak vytvoří nové atomy, případně, že atomy po smrti živočicha zaniknou úplně. Souvisí s tím, že žáci zaměňují atomy a buňky.

3. Jaký je tvar atomů?

O atomu lze pouze konstatovat, že má kladné jádro a elektronový obal (37,1 %).

V souvislosti s modely atomů v učebnicích mají žáci často představu o tom, že atom je vesměs kulatý. Atom bývá přirovnáván např. k broskvi – tvořen pevným jádrem (pečkou) a měkkým obalem (měkká broskev). Často mají představu, že atomy jsou jako buňka, která se také skládá z jádra a obalu. Je potřeba rozlišovat mezi buňkou a atomem. Žáky upozorníme na odlišnosti, například, že elektrony netvoří pevný obal kolem jádra a že atom po smrti živočicha nezaniká. Při použití elektronový obal je vhodné být obezřetný, vhodné je pozornost žáků směřovat k hladinám nebo pozicím elektronů.

4. Mají všechny atomy stejnou velikost?

Nemají, velikost atomů určuje počet protonů, neutronů a elektronů, ze kterých je atom složen (54,1 %).

Důsledkem modelů atomů používaných v učebnicích mají žáci chybné představy o velikosti atomů. Modely atomů neznázorňují obvykle správné rozměry atomového jádra a obalu.

Velikost jádra vzhledem k velikosti atomu: Poloměr atomu je zhruba v řádu 10^{-10} m, poloměr jádra atomu je však mnohonásobně menší – v řádu 10^{-15} až 10^{-14} m. Elektronový obal je tedy zhruba 10^5 krát větší, než atomové jádro. Hmotnost jádra je přitom více než 1000 x větší, než hmotnost celého elektronového obalu. Atomové jádro je určující pro hmotnost atomu. Prakticky veškerá hmotnost atomu je soustředěná v jádře, elektronový obal naproti tomu je určující pro objem, který atom zaujímá. V případě, že bychom si **atomové jádro** představili jako **pingpongový míček** (průměr 4 cm), pak by **celý atom** představoval kouli o průměru zhruba **4000 m** (pro srovnání, průměr koule o délce téměř rovnající se výšce Mont Blanc 4800 m, případně, řádově jako pingpongový míček uprostřed planety Merkur (průměr planety Merkur je cca 4800 m)).

5. Mají všechny atomy stejnou hmotnost?

Nemají, atomy jsou složeny z různého počtu protonů, neutronů a elektronů (65,3 %).
Žáci se často mylně domnívají, že elektrony nemají žádnou hmotnost, ale mají pouze náboj.

6. Pohybují se atomy v pevné látce?

Ano, atomy kmitají (53,5 %).
Žáci se mylně domnívají, že se pohybují jen elektrony v atomových obalech. Žáci se nemohou oprostít od vlastností předmětů, které vnímají svými smysly. Přenášejí vlastnosti makrosvětla na atomy. Považují je tak za malé kousky pevného tělesa, mezi kterými není žádný prostor a které mají stejné vlastnosti jako materiál, který tvoří.

7. Zvětšují se atomy? Například při zahřívání železné tyče?

Při zahřívání tyče se zvětší vzdálenost mezi atomy a rozsah jejich kmitání (58,2 %)
Velikost atomů se nemění. Při zahřívání železné tyče se zvětšuje pouze vzdálenost mezi atomy. Některé děti přenášejí vlastnosti těles na atomy (roztážnost železa). Také se mylně domnívají, že při zahřívání zvětšuje svůj objem pouze železná tyč a velikost atomů a vzdálenost mezi nimi se nemění.

8. Co se stane s atomy uhlíku, když kousek uhlí roztlučeme na prach?

Atomy uhlíku se nijak nezmění (57,7 %).
Děti mají představu o tom, že od některých atomů uhlíku odpadnou malé části, takže se atomy zmenší. Další představa je, že atomy se rozpadnou na prach.

9. Co se stane s atomy vzduchu, když se s nimi srazí rychle se pohybující vlak?

Atomy se nijak nezmění (55,9 %).
Děti se mylně domnívají, že se mohou atomy stlačit a vrátit pak do původního tvaru. Přirovnávají atomy ke vzduchu, který je pružný, lze ho stlačit.

10. Je nutné atom rozbít, aby se z něj uvolnil elektron?

Ne, elektron se může odtrhnout bez rozbití atomu (62,9 %).
Někteří žáci nerozlišují mezi ději v elektronovém obalu a jádru. Elektronový obal si představují jako nějakou skořápku, kterou je nutno rozbít, abychom odstranili elektron z atomu.

11. Mohou se atomy jednoho prvku přeměnit na atomy jiného prvku?

Ano, nestabilní atomy se mohou přeměnit na jiné atomy při radioaktivním rozpadu (55,9 %).
Žáci vědí, že rozdílné vlastnosti atomů souvisí s jejich rozdílnou stavbou. Značná část žáků dle toho usuzuje, že atomy se nemohou přeměňovat, protože atomy jsou jedinečné, tj. elektrony, protony a neutrony jsou jedinečné (rozdílné), (jedná se o špatné pochopení výkladu v hodinách fyziky).

Literatura

Břeň D., Kulhánek P., Pikoškály aneb jak uvidět atom [online], dostupné z https://www.aldebaran.cz/bulletin/2004_27_pic.php

Příloha XII

Kontrolní pracovní list na téma Stavba atomu

Stavba atomu – kontrolní pracovní list

| | |
|-------------|-------------|
| VIII. třída | Jméno žáka: |
| Datum: | Hodnocení: |

Úkol č. 1

Doplňte chybějící v textu:

- Elektron má náboj.
- Proton má náboj.
- Neutron je částice.
- Nukleonové číslo označuje počet v jádře atomu.
- Počet určuje druh prvku.
- Protonové číslo určuje počet v jádře atomu.
- Atom prvku má stejný počet jako protonů.

Úkol č. 2

Doplňte tabulku s využitím periodické tabulky prvků:

| značka | Název prvku | Nukleonové číslo | Protonové číslo | Počet protonů | Počet neutronů | Počet elektronů |
|--------|-------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|
| Al | | 27 | | | | |
| | | 12 | | | | |
| | | 16 | | 8 | | |
| | | | 17 | | 20 | |
| Na | | | | | 12 | |
| S | | | | | 16 | |
| | | 40 | | | | |

Úkol č. 3

Doplňte dle zápisu prvků tabulku uvedených izotopů:

| značka | Název prvku | Počet protonů | Počet neutronů | Počet elektronů |
|------------------------|-------------|---------------|----------------|-----------------|
| ${}^1_5\text{B}$ | | | | |
| ${}^{10}_5\text{B}$ | | | | |
| ${}^{33}_{16}\text{S}$ | | | | |
| ${}^{36}_{16}\text{S}$ | | | | |
| ${}^{16}_8\text{O}$ | | | | |
| ${}^{17}_8\text{O}$ | | | | |
| ${}^{18}_8\text{O}$ | | | | |

Úkol č. 4

Z písmen slož názvy prvků. K jednotlivým prvkům doplň s použitím periodické tabulky prvků počet elektronů a počet valenčních elektronů.

- a) RLUOF
- b) KÍVOD
- c) SÍKDU
- d) KKSÍLY
- e) RAÍS
- f) HKOŘÍČ
- g) SRÍLKDA

Příloha XIII

Anionty a kationty solí kyslíkatých a bezkyslíkatých kyselin

| ANIONTY KYSLÍKATÝCH KYSELIN | |
|--------------------------------|----------------|
| $(\text{SO}_4)^{2-}$ | síranový |
| $(\text{NO}_3)^{1-}$ | dusičnanový |
| $(\text{CO}_3)^{2-}$ | uhličitanový |
| $(\text{ClO})^{1-}$ | chlornanový |
| $(\text{ClO}_3)^{1-}$ | chlorečnanový |
| $(\text{NO}_2)^{1-}$ | dusitanový |
| $(\text{SO}_3)^{2-}$ | siřičitanový |
| $(\text{PO}_4)^{3-}$ | fosforečnanový |
| $(\text{MnO}_4)^{1-}$ | manganistanový |
| ANIONTY BEZKYSLÍKATÝCH KYSELIN | |
| F^- | fluoridový |
| Cl^- | chloridový |
| Br^- | bromidový |
| I^- | jodidový |
| S^{2-} | sulfidový |
| $(\text{CN})^{1-}$ | kyanidový |

| KATIONTY | |
|--------------------|---------------------------------|
| Sodný | Na^+ |
| Draselný | K^+ |
| Vápenatý | Ca^{2+} |
| Hořečnatý | Mg^{2+} |
| železnatý/železitý | $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ |
| zinečnatý | Zn^{2+} |
| stříbrný | Ag^+ |
| Hlinitý | Al^{3+} |
| amonný | $(\text{NH}_4)^+$ |
| barnatý | Ba^{2+} |

Příloha XIV

Ukázka snímků z prezentace k modulu „Názvosloví kyselin“

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

Didaktika - Člověk a příroda A
CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/000/000665

Názvosloví kyselin

NÁZVOSLOVÍ ANORGANICKÝCH SLOUČENIN

Oxidační číslo prvku = elektrický náboj, který by byl přítomen na atomu prvku, kdybychom elektrony v každé vazbě vycházející z tohoto atomu prvku přidělili prvku elektronegativnějším

- poznámka: náboj O^{2-} x oxidační číslo O^{-II}

Názvosloví kyselin

1. Bezokysličené kyseliny:

- dvouprvkové kyseliny složené z nekovu a vodíku (nekov, H)
- název tvořen z podstatného jména **kyselina** + přídavného jména odvozeného od **názvu nekovu s vodíkem** se zakončením **-ová**

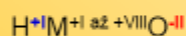
Příklad: HF – **fluorovodík** + **ová** = **kyselina fluorovodíková**

- oxidační číslo nekovu je záporné, oxidační číslo vodíku +I
- součet oxidačních čísel v molekule je roven 0

Úkol č. 1.: odvoď název kyseliny HI a vzorec kyseliny chlorovodíkové.

2. Kyslíkaté kyseliny (oxokyseliny):

- tříprvkové sloučeniny kyselinotvorného prvku, kyslíku a vodíku (M, O, H)
- název tvoří podstatné jméno **kyselina** a přídavné jméno odvozené od **kyselinotvorného prvku s předponou vyjadřující počet vodíků a příponou odpovídající oxidačnímu číslu**
 - oxidační číslo vodíku je **+I**, oxidační číslo kyslíku je **-II**,
oxidační číslo kyselinotvorného prvku I až VIII



- součet oxidačních čísel v molekule je roven 0

2. Kyslíkaté kyseliny (oxokyseliny):

- číslovková předpona pro vyjádření počtu H je:

| | | | |
|-------|-------|---|----------|
| • 1 H | mono | + | hydrogen |
| • 2 H | di | + | hydrogen |
| • 3 H | tri | + | hydrogen |
| • 4 H | tetra | + | hydrogen |
| • 5 H | penta | + | hydrogen |

2. Kyslíkaté kyseliny (oxokyseliny):

- oxidační číslo prvku (M) + jemu odpovídající koncovka

| oxidační číslo | obecný vzorec | koncovka | příklad | |
|----------------|--|----------|--------------------------|---------------|
| I | $\text{HM}^{\text{I}}\text{O}$ | -ná | HClO | k. chlorná |
| II | $\text{H}_2\text{M}^{\text{II}}\text{O}_2$ | -natá | H_2NO_2 | k. dusnatá* |
| III | $\text{HM}^{\text{III}}\text{O}_2$ | -itá | HClO ₂ | k. chloritá |
| IV | $\text{H}_2\text{M}^{\text{IV}}\text{O}_3$ | -ičitá | H_2SO_3 | k. siřičitá |
| V | $\text{HM}^{\text{V}}\text{O}_3$ | -ičná | HNO ₃ | k. dusičná |
| | | -ečná | HClO ₃ | k. chlorečná |
| VI | $\text{H}_2\text{M}^{\text{VI}}\text{O}_4$ | -ová | H_2SO_4 | k. sírová |
| VII | $\text{HM}^{\text{VII}}\text{O}_4$ | -istá | HMnO ₄ | k. manganistá |
| VIII | $\text{H}_2\text{M}^{\text{VIII}}\text{O}_5$ | -ičelá | H_2OsO_5 | k. osmičelá |

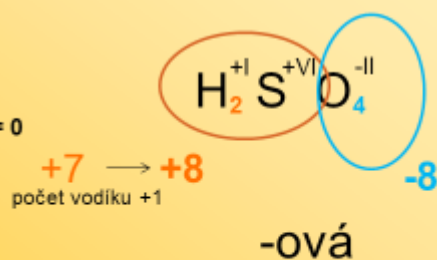
*není známa kyselina s kyselinotvorným prvkem v oxidačním čísle II

Tvoření vzorce z názvu kyseliny

A) Dle pravidla – součet oxidačních čísel všech atomů v molekule roven nule.

Př.: **kyselina sírová** (sudý počet vodíků)

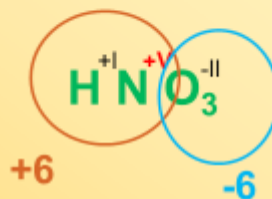
1. pořadí prvků ve vzorci – H M O
2. oxidační číslo vodíku, kyslíku
3. koncovka přídatného jména
4. oxidační číslo prvku
5. počet „+“, počet „-“
6. kontrola - součet oxidačních čísel = 0



Tvoření názvu ze vzorce kyseliny

Př.: **HNO₃** (lichý počet vodíků)

1. kyselina + slovní základ prvku
2. oxidační číslo vodíku, kyslíku
3. počet „-“ = počet „+“
4. oxidační číslo prvku
5. kontrola - součet oxidačních čísel = 0
6. koncovka přídatného jména

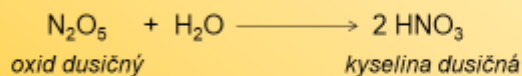
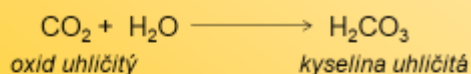
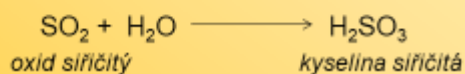


kyselina dusičná

Tvoření vzorce kyseliny

B) Tvoření vzorce kyslíkatých kyselin z příslušných oxidů


- od příslušných oxidů - sloučením s molekulou (molekulami) vody a následným zkrácením indexů u jednotlivých prvků



Úkol č. 2

Napište, z jakých oxidů se odvozují následující kyseliny a uveďte vzorce těchto oxidů a následně vzorce kyselin:

| | | | |
|--------------------|----------------|-------------------------|---|
| kyselina uhličitá | oxid uhličitý | CO_2 | H_2CO_3 |
| kyselina siřičitá | oxid siřičitý | SO_2 | H_2SO_3 |
| Kyselina sírová | oxid sírový | SO_3 | H_2SO_4 |
| kyselina dusičná | oxid dusičný | N_2O_5 | $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_6 \longrightarrow 2 \text{HNO}_3$ |
| kyselina chloristá | oxid chloristý | Cl_2O_7 | $\text{H}_2\text{Cl}_2\text{O}_8 \longrightarrow 2 \text{HClO}_4$ |



 + molekula vody

Úkol č. 3

| Doplň k názvům vzorce kyselin a oxidační čísla jednotlivých prvků: | | Doplň ke vzorcům oxidační čísla prvků a názvy kyselin: | |
|---|--|---|-------------|
| kyselina manganistá | $\text{HMn}^{\text{VII}}\text{O}_4$ | $\text{HCl}^{\text{I}}\text{O}$ | k. chlorná |
| kyselina chlorečná | $\text{HCl}^{\text{IV}}\text{O}_3$ | $\text{HN}^{\text{V}}\text{O}_3$ | k. dusičná |
| kyselina dusitá | $\text{HN}^{\text{III}}\text{O}_2$ | $\text{HI}^{\text{VII}}\text{O}_4$ | k. jodistá |
| kyselina uhličitá | $\text{H}_2\text{C}^{\text{IV}}\text{O}_3$ | $\text{H}_2\text{Cr}^{\text{VI}}\text{O}_4$ | k. chromová |
| kyselina dusičná | $\text{HN}^{\text{V}}\text{O}_3$ | $\text{HBr}^{\text{VII}}\text{O}_4$ | k. bromistá |
| kyselina siřičitá | $\text{H}_2\text{S}^{\text{IV}}\text{O}_3$ | $\text{HI}^{\text{V}}\text{O}_3$ | k. jodičná |
| kyselina jodičná | $\text{HI}^{\text{V}}\text{O}_3$ | $\text{H}_2\text{S}^{\text{VI}}\text{O}_4$ | k. sírová |

Úkol č. 4

| | doplňte název: kyselina | písmeno v pořadí č.: | tajenka: |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------|
| H_2NO_2 | | 5. | |
| HBr | | 4. | |
| H_2SO_4 | | 4. | |
| HNO_3 | | 6. | |
| HNO_2 | | 4. | |
| HMnO_4 | | 2. | |
| HCN | | 1. | |

Opakování

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>1. Jaké kyseliny označujeme za „bezkyslíkaté“?</p> <p>a/ kyseliny bez vody b/ kyseliny bez kyslíku c/ takové neexistují d/ kyseliny bez vodíku</p> | <p>3. Napiš název této sloučeniny HNO_2</p> <p>a/ kyselina dusivodíková b/ oxid dusičitý c/ kyselina dusitá d/ kyselina dusičná</p> | <p>5. Jaký je obecný vzorec kyslíkatých kyselin?</p> <p>a/ $\text{H}^+ \text{O}^n \text{M}$ b/ $\text{H}_n \text{MO}^{n-}$ c/ $\text{H}_n \text{MO}^{n-}$ d/ $\text{H}^+ \text{O}^{n-} \text{M}$</p> | <p>7. Jaký je vzorec kyseliny borité?</p> <p>a/ H_2BO_2 b/ H_2BO_3 c/ H_4BO_4 d/ HBO_3</p> |
| <p>2. Jaký je vzorec kyseliny uhličitě?</p> <p>a/ HCO_4 b/ H_2CO_4 c/ H_2CO_3 d/ HCO</p> | <p>4. Jaký je název kyseliny: HClO_3</p> <p>a/ kyselina chlorná b/ kyselina chlorečná c/ kyselina chlorovodíková d/ kyselina chloristá</p> | <p>6. Jaký je vzorec kyseliny chlorovodíkové?</p> <p>a/ HCl b/ KCl c/ HClO d/ KClO</p> | <p>8. Jaký je vzorec průmyslově nejdůležitější kyseliny?</p> <p>a/ H_3PO_4 b/ HNO_3 c/ H_2SO_4 d/ HClO_4</p> |

Správné odpovědi: 1. b 5. b
2. c 6. a
3. c 7. b
4. b 8. c

| | | | |
|------------|-------------------------|-------------------------|------------|
| HCl | kyselina chlorovodíková | kyselina sírová | H_2SO_4 |
| HClO | kyselina chlorná | kyselina jodičná | HIO_3 |
| H_2NO_2 | kyselina dusnatá | kyselina siřičitá | H_2SO_3 |
| HIO_4 | kyselina jodistá | kyselina chloristá | $HClO_4$ |
| H_2CrO_4 | kyselina chromová | kyselina fluorovodíková | HF |
| HI | kyselina jodovodíková | kyselina dusičná | HNO_3 |
| H_2SO_4 | kyselina sírová | kyselina dusitá | HNO_2 |
| $HMnO_4$ | kyselina manganistá | kyselina selenová | H_2SeO_4 |

Hodnocení:

1. Hráč, který kontroluje správné odpovědi žáků je i zapisovatelem správně vytvořených názvů sloučenin a chyb. Po skončení hry se sečtou správné a špatné odpovědi a celá aktivita se hodnotí známkou dle předem stanovené procentuální stupnice (klasifikační stupnice je dána domluvou mezi pedagogy dané školy).

2. Hráč, který hru kontroloval a zapisoval správné a špatné odpovědi je hodnocen za to, jakým způsobem jeho skupina dodržovala předem stanovená pravidla hry (viz hrací plán) – tento žák nejprve zhodnotí práci jeho skupiny a poté si vyslechne slovní hodnocení i od vyučujícího.

Časová náročnost:

30 minut – čas stanovený na hru

15 minut – sebehodnocení žáků, reflexe aktivity, slovní hodnocení učitele k práci jednotlivých skupin

Pomůcky:

hrací plátno, figurky, hrací kostka, tabulka správných odpovědí.

Příloha XVI

Odvození aniontů a kationtů solí bezkyslíkatých kyselin

| vzorec kyseliny | název kyseliny | vzorec aniontu | název aniontu |
|---------------------|---------------------------------|------------------|-----------------|
| HF | kyselina fluor ovodíková | F ⁻ | fluorid |
| HCl | kyselina chlor ovodíková | Cl ⁻ | chlorid |
| HCN | kyselina kyan ovodíková | CN ⁻ | kyanid |
| vzorec hydroxidu | název hydroxidu | vzorec kationtu | název kationtu |
| NaOH | hydroxid sodný | Na ⁺ | sodný |
| Ca(OH) ₂ | hydroxid vápenatý | Ca ²⁺ | vápenatý |
| Fe(OH) ₃ | hydroxid železitý | Fe ³⁺ | železitý |

Příloha XVII

Odvození aniontů solí kyslíkatých kyselin

| vzorec kyseliny | název kyseliny | vzorec aniontu | název aniontu |
|--|----------------|----------------------|---------------|
| $\text{HCl}^{\text{I}}\text{O}$ | chlorná | $(\text{ClO})^{-}$ | chlornan |
| $\text{HN}^{\text{III}}\text{O}_2$ | dusitá | $(\text{NO}_2)^{-}$ | dusitan |
| $\text{H}_2\text{S}^{\text{IV}}\text{O}_3$ | siřičitá | $(\text{SO}_3)^{2-}$ | siřičitan |
| $\text{HN}^{\text{V}}\text{O}_3$ | dusičná | $(\text{NO}_3)^{-}$ | dusičnan |
| $\text{H}_2\text{S}^{\text{VI}}\text{O}_4$ | sírová | $(\text{SO}_4)^{2-}$ | síran |
| $\text{HCl}^{\text{VII}}\text{O}_4$ | chloristá | $(\text{ClO}_4)^{-}$ | chloristan |

Příloha XVIII

Hodnocení implementace modulů

A. Hodnocení modulu Roztoky, výpočty složení roztoků učitelů, kteří provedli jeho aplikaci ve výuce (n = 5). Frekvence výběru stupňů škály: 1 – souhlasím, 2 – převážně souhlasím, 3 – nevidím rozdíl, 4 – převážně nesouhlasím, 5 – nesouhlasím, N – nedovedu posoudit.

| Č. | Okruhy hodnocení | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | N |
|----|--|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Domníváte se, že žáci pochopili definici pojmu roztok lépe než v předcházející výuce | 1 | 3 | 1 | | | |
| 2 | Rozlišují obsahy pojmů: nasycený, nenasycený, zředěný a koncentrovaný | 5 | | | | | |
| 3 | Umí vyjádřit složení roztoku hmotnostním procentem | 2 | 2 | 1 | | | |
| 4 | Využívají výpočet dosazením do vzorce nebo aplikují poznatky z matematiky o procentovém počtu | 4 | 1 | | | | |
| 5 | Je u žáků pozorovatelná jistota v rozlišení pojmu roztok a rozpouštědlo | 5 | | | | | |
| 6 | Přiřazují pojmy rozpouštědlo, látka rozpuštěná a roztok správně k symbolům ve vzorcích | 4 | 1 | | | | |
| 7 | Umí počítat v převážné míře kteroukoliv z neznámých veličin z používaného vzorce | | 5 | | | | |
| 8 | Bylo možné pozorovat změnu postoje žáků k výuce (výraznější aktivita, zájem, motivace apod.) | 5 | | | | | |
| 9 | Žáci při výuce či po ní o problematice diskutovali | 3 | 2 | | | | |
| 10 | Na žácích byly pozorovatelné znaky racionálního porozumění vyučované problematice | | 5 | | | | |
| 11 | Lze se domnívat, že použitá metodika přispěje i k lepšímu zapamatování | 1 | 4 | | | | |
| 12 | Je možné, že snížení míry kritičnosti vyučované problematiky bychom dosáhli výraznějším procvičováním | 4 | 1 | | | | |
| 13 | Domníváte se, že použitá experimentální podpora byla prostředkem zefektivnění výuky | 4 | 1 | | | | |
| 14 | Vidíte pravděpodobnou příčinu snížení míry kritičnosti učiva v použité materiální podpoře | | 5 | | | | |
| 15 | Domníváte se, že pravděpodobnou příčinou snížení míry kritičnosti byl zařazený kvantitativní pokus | 4 | 1 | | | | |
| 16 | Podpořila použitá metodika praktické využití učiva | 4 | 1 | | | | |
| 17 | Přinesla realizace výuky dle modulu něco nového pro Vaši budoucí praxi | 1 | 4 | | | | |
| 18 | Budete využívat navrhovanou metodiku i v budoucí praxi | 3 | 1 | | | | 1 |
| 19 | Vedla použitá metodika ke snížení míry kritičnosti vyučované problematiky v pozitivním smyslu slova | 2 | 3 | | | | |
| 20 | Nebyla pozorována výrazná změna v přístupu žáků k vyučované problematice a výsledky jsou nadále kritické | | | | 1 | 4 | |

B. Hodnocení modulu Chemické rovnice a jejich vyčíslování učiteli, kteří provedli jeho aplikaci ve výuce (n = 10). Průměrné skóre škály (1 – souhlasím, 2 – převážně souhlasím, 3 – nevidím rozdíl, 4 – převážně nesouhlasím, 5 – nesouhlasím, N – nedovedu posoudit) jednotlivých odpovědí jsou uvedeny v tabulce.

| Č. | Okruhy hodnocení | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | N |
|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Domníváte se, že žáci pochopili definici pojmů reakce a rovnice lépe než v předcházející výuce? | 1 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Rozlišují obsahy pojmů: reaktant, produkt, chemická reakce, chemická rovnice, chemické schéma? | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Umí zapsat jednoduché schéma a napsat reaktanty a produkty na správnou stranu? | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Vnímají dostatečně, v čem spočívá podstata chemické reakce? | 2 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Je u žáků pozorovatelná jistota v rozlišení pojmu reakce a rovnice? | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Zapisují stechiometrické koeficienty správně před symboly látek a nikoli do jejich vzorců? | 3 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | Umí žáci vyčíslit základní rovnice alespoň úvahou? | 2 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | Bylo možné pozorovat změnu postoje žáků k výuce? (výraznější aktivita, zájem, motivace apod.) | 2 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Žáci při výuce či po ní o problematice diskutovali. | 2 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 10 | Na žácích byly pozorovatelné znaky racionálního porozumění vyučované problematice. | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | Lze se domnívat, že použitá metodika přispěje i k lepšímu zapamatování? | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Je možné, že snížení míry kritičnosti vyučované problematiky bychom dosáhli výraznějším procvičováním. | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Domníváte se, že využití jednoduchého pokusu bylo prostředkem zefektivnění výuky? | 5 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 14 | Vidíte pravděpodobnou příčinu snížení míry kritičnosti učiva ve využití videozáznamu a animace? | 4 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Domníváte se, že pravděpodobnou příčinou snížení míry kritičnosti byl zařazený pokus? | 1 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 16 | Podpořila použitá metodika praktické využití učiva? | 3 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Přinesla realizace výuky podle modulu něco nového pro Vaši budoucí praxi? | 2 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | Budete využívat navrhovanou metodiku nebo její část i v budoucí praxi? | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | Vedla použitá metodika ke snížení míry kritičnosti vyučované problematiky v pozitivním smyslu slova? | 2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | Nebyla pozorována výrazná změna v přístupu žáků k vyučované problematice a výsledky jsou nadále kritické. | 0 | 0 | 2 | 4 | 4 | 0 |

C. Hodnocení modulu Výpočty z chemických rovnic učiteli, kteří provedli jeho aplikaci ve výuce (n = 4). Frekvence výběru stupňů škály: 1 – souhlasím, 2 – převážně souhlasím, 3 – nevidím rozdíl, 4 – převážně nesouhlasím, 5 – nesouhlasím, N – nedovedu posoudit.

| Č. | Okruhy hodnocení | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | N |
|----|--|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Domníváte se, že žáci pochopili závislost mezi množstvím výchozích látek a množstvím produktů lépe než v předcházející výuce | 1 | 3 | | | | |
| 2 | Uvědomují si souvislost mezi množstvím reagujících látek a zápisem reakce chemickou rovnicí | 3 | 1 | | | | |
| 3 | Dokáží z textu úlohy správně vybrat látku zadanou a tu, jejíž množství mají vypočítat | 2 | 2 | | | | |
| 4 | Umí sestavit a vyřešit trojčlenku | 1 | 2 | 1 | | | |
| 5 | Uvědomují si, jaký vliv mají stechiometrické koeficienty na postup výpočtu z chemické rovnice | | 3 | 1 | | | |
| 6 | Umí vypočítat hmotnost produktu, který vznikne ze zadaného množství jedné z výchozích látek | 1 | 2 | 1 | | | |
| 7 | Umí vypočítat hmotnost výchozích látek, které jsou potřeba na přípravu zadaného množství produktu | 1 | 2 | 1 | | | |
| 8 | Bylo možné pozorovat změnu postoje žáků k výuce (výraznější aktivita, zájem, motivace apod.) | 1 | 2 | 1 | | | |
| 9 | Žáci při výuce či po ní o problematice diskutovali | | 1 | 2 | 1 | | |
| 10 | Na žácích byly pozorovatelné znaky racionálního porozumění vyučované problematice | | 2 | 2 | | | |
| 11 | Lze se domnívat, že použitá metodika přispěje i k lepšímu zapamatování | 2 | 1 | 1 | | | |
| 12 | Je možné, že snížení míry kritičnosti vyučované problematiky bychom dosáhli výraznějším procvičováním | 3 | 1 | | | | |
| 13 | Domníváte se, že použitá experimentální podpora byla prostředkem zefektivnění výuky | 3 | 1 | | | | |
| 14 | Vidíte pravděpodobnou příčinu snížení míry kritičnosti učiva v použité materiální podpoře | 1 | 3 | | | | |
| 15 | Domníváte se, že pravděpodobnou příčinou snížení míry kritičnosti byl zařazený kvantitativní pokus | 1 | 3 | | | | |
| 16 | Podpořila použitá metodika praktické využití učiva | 2 | 2 | | | | |
| 17 | Přinesla realizace výuky dle modulu něco nového pro Vaši budoucí praxi | 3 | 1 | | | | |
| 18 | Budete využívat navrhovanou metodiku i v budoucí praxi | 2 | 2 | | | | |
| 19 | Vedla použitá metodika ke snížení míry kritičnosti vyučované problematiky v pozitivním smyslu slova | 1 | 1 | 2 | | | |
| 20 | Nebyla pozorována výrazná změna v přístupu žáků k vyučované problematice a výsledky jsou nadále kritické | | | 1 | 1 | 1 | 1 |

D. Hodnocení modulu Stavba atomu učitelů, kteří provedli jeho aplikaci ve výuce (n = 6). Frekvence výběru stupňů škály (1 – souhlasím, 2 – převážně souhlasím, 3 – nevidím rozdíl, 4 – převážně nesouhlasím, 5 – nesouhlasím, N – nedovedu posoudit).

| Č. | Okruhy hodnocení | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | N |
|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Domníváte se, že žáci mají představu o atomu jako základní stavební jednotky hmoty. | 4 | 2 | | | | |
| 2 | Domníváte se, že žáci mají představu o stavbě atomu; vyjmenují částice, které tvoří atom. | 4 | 1 | 1 | | | |
| 3 | Žáci porozuměli pojům: protonové číslo (dle PSP určí u prvku), nukleonové číslo. | 1 | 2 | 2 | | | |
| 4 | Domníváte se, že žáci mají představu o pohybech elektronů kolem jádra ve vymezeném prostoru. | 2 | 3 | | 1 | | |
| 5 | Domníváte se, že žáci mají představu o elektronových vrstvách a o významu valenčních elektronů. | 3 | 2 | | 1 | | |
| 6 | Domníváte se, že žáci mají představu o pohybech atomů v pevné látce. | 1 | 4 | | | | |
| 7 | Domníváte se, že žáci rozlišují mezi ději v elektronovém obalu a ději v atomovém jádru (radioaktivní rozpad). | 2 | 1 | | 3 | | |
| 8 | Bylo možné pozorovat změnu postoje žáků k výuce (výraznější aktivita, zájem, motivace apod.). | | 2 | 2 | 1 | | |
| 9 | Žáci při výuce či po ní o problematice diskutovali. | 1 | 2 | 1 | 1 | | 1 |
| 10 | Na žácích byly pozorovatelné znaky racionálního porozumění vyučované problematice. | 1 | 3 | 1 | | | 1 |
| 11 | Lze se domnívat, že použitá metodika přispěje i k lepšímu zapamatování. | | 3 | 1 | 1 | | 1 |
| 12 | Je možné, že snížení míry kritičnosti vyučované problematiky bychom dosáhli výraznějším procvičováním. | 1 | 1 | 1 | 1 | | 2 |
| 13 | Domníváte se, že použitá experimentální podpora byla prostředkem zefektivnění výuky. | 1 | 3 | 2 | | | |
| 14 | Vidíte pravděpodobnou příčinu snížení míry kritičnosti učiva v použité materiální podpoře. | 1 | | 3 | | 1 | |
| 15 | Domníváte se, že pravděpodobnou příčinou snížení míry kritičnosti byl zařazený kvantitativní pokus. | 1 | 2 | | | | 1 |
| 16 | Podpořila použitá metodika praktické využití učiva. | 2 | 1 | | 1 | 1 | |
| 17 | Přinesla realizace výuky dle modulu něco nového pro Vaši budoucí praxi. | 2 | 2 | 1 | 1 | | |
| 18 | Budete využívat navrhovanou metodiku i v budoucí praxi. | 2 | 2 | | 2 | | |
| 19 | Vedle použitá metodika ke snížení míry kritičnosti vyučované problematiky v pozitivním smyslu slova. | 1 | 2 | 1 | 1 | | 1 |
| 20 | Nebyla pozorována výrazná změna v přístupu žáků k vyučované problematice a výsledky jsou nadále kritické. | | | | 4 | 1 | 1 |

E. Hodnocení modulu Oxidační číslo učitelé, kteří provedli jeho aplikaci ve výuce (n = 3).
 Frekvence výběru stupňů škály: 1 – souhlasím, 2 – převážně souhlasím, 3 – nevidím rozdíl, 4 – převážně nesouhlasím, 5 – nesouhlasím, N – nedovedu posoudit.

| Č. | Okruhy hodnocení | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | N |
|----|--|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Žáci si po použití modulu osvojili dovednost související s oxidačním číslem a jeho určováním lépe než v předchozí výuce. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Při výkladu je třeba, aby se žáci z paměti naučili pravidla pro určování oxidačních čísel | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Pro žáky je snadnější používat při určování oxidačních čísel a sestavování chemických vzorců rovnost nábojů než nejčastěji rozšířené křížové pravidlo. | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Pro úspěšné určení oxidačních čísel je nezbytné zvládnutí pojmu elektronegativita a jeho aplikace při určování aniontů a kationtů. | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | V počátečním tématu by žáci měli při určování vždy znát alespoň jedno oxidační číslo v molekule na základě pravidel, další pak dopočítat. | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Výuka tématu s využitím připraveného modulu je z hlediska výkonů žáků efektivnější než předchozí výuka. | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | V průběhu výuky byli žáci při ověřování připraveného modulu pozornější a aktivnější, než při přechodí výuce | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | S využitím připraveného modulu byla pozorována výrazná změna v přístupu žáků k vyučované problematice a výsledky žáků již nelze považovat za kritické. | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |

F. Hodnocení modulu Názvosloví kyselin učitelé, kteří provedli jeho aplikaci ve výuce (n = 7).
 Frekvence výběru stupňů škály: 1 – souhlasím, 2 – převážně souhlasím, 3 – nevidím rozdíl, 4 – převážně nesouhlasím, 5 – nesouhlasím, N – nedovedu posoudit.

| Č. | Okruhy hodnocení | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | N |
|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Domníváte se, že žáci pochopili pojem oxidační číslo prvku. | 1 | 3 | 1 | 1 | | |
| 2 | Domníváte se, že žáci zvládají vyčíslení oxidační čísla jednotlivých prvků ve vzorci kyseliny. | 1 | 4 | 1 | | | |
| 3 | Domníváte se, že příčinou nevyčíslení oxidačních čísel ve vzorci je nezvládnutí poznatků z matematiky. | | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 4 | Žáci přiřazují odpovídající koncovku názvu kyseliny k odpovídajícímu oxidačnímu číslu kyselinotvorného prvku. | 3 | 2 | 1 | | | |
| 5 | Využívají pravidlo „součet oxidačních čísel v molekule je roven 0“. | 4 | 1 | 1 | | | |
| 6 | Žáci si pamatují značky běžných prvků periodické tabulky prvků. | 1 | 4 | 1 | | | |
| 7 | Žáci zvládají tvorbu názvů a vzorců oxidů. | 1 | 4 | 1 | | | |
| 8 | Bylo možné pozorovat změnu postoje žáků k výuce (výraznější aktivita, zájem, motivace apod.). | | 4 | 3 | | | |
| 9 | Žáci při výuce či po ní o problematice diskutovali. | | 3 | 1 | 2 | 1 | |

| | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|--|---|
| 10 | Na žácích byly pozorovatelné znaky racionálního porozumění vyučované problematice. | 1 | 4 | 1 | | | 1 |
| 11 | Lze se domnívat, že použitá metodika přispěje i k lepšímu zapamatování. | 1 | 5 | 1 | | | |
| 12 | Je možné, že snížení míry kritičnosti vyučované problematiky bychom dosáhli výraznějším procvičováním. | 4 | 2 | 1 | | | |
| 13 | Domníváte se, že použitá experimentální podpora byla prostředkem zefektivnění výuky. | 3 | 4 | | | | |
| 14 | Vidíte pravděpodobnou příčinu snížení míry kritičnosti učiva v použité materiální podpoře. | | 5 | 2 | | | |
| 15 | Domníváte se, že pravděpodobnou příčinou snížení míry kritičnosti byl zařazený kvantitativní pokus. | 1 | 3 | 1 | | | 2 |
| 16 | Podpořila použitá metodika praktické využití učiva. | 1 | 3 | 3 | | | |
| 17 | Přinesla realizace výuky dle modulu něco nového pro Vaši budoucí praxi. | 2 | 3 | 2 | | | |
| 18 | Budete využívat navrhovanou metodiku i v budoucí praxi. | 2 | 4 | 1 | | | |
| 19 | Vedla použitá metodika ke snížení míry kritičnosti vyučované problematiky v pozitivním smyslu slova. | 1 | 5 | 1 | | | |
| 20 | Nebyla pozorována výrazná změna v přístupu žáků k vyučované problematice a výsledky jsou nadále kritické. | | 1 | | 4 | | 2 |

G. Hodnocení modulu Názvosloví kyselin učiteli, kteří provedli jeho aplikaci ve výuce (n = 6).
 Frekvence výběru stupňů škály: 1 – souhlasím, 2 – převážně souhlasím, 3 – nevidím rozdíl, 4 – převážně nesouhlasím, 5 – nesouhlasím, N – nedovedu posoudit.

| Č. | Okruhy hodnocení | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | N |
|----|--|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Žáci si po použití modulu osvojili dovednost tvoření chemických názvů a vzorců solí lépe než v předchozí výuce. | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Pro žáky je výhodnější osvojení struktury a názvu základních aniontů kyslíkatých kyselin z paměti než odvozením z rozkladu kyselin | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3 | Pro žáky je snadnější používat při určování oxidačních čísel a sestavování chemických vzorců rovnost nábojů než nejčastěji rozšířené křížové pravidlo. | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Pro žáky je vhodnější používat názvosloví běžných solí, s kterými se setkají během výuky nebo v běžném životě. | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Cílem výuky na ZŠ je osvojení základních principů tvorby názvů a chemických vzorců solí, nikoli univerzální dovednost pojmenovat každou sůl. | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Výuka tématu s využitím připraveného modulu je z hlediska výkonů žáků efektivnější než předchozí výuka. | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | V průběhu výuky byli žáci při ověřování připraveného modulu pozornější a aktivnější, než při přechodí výuce | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | S využitím připraveného modulu byla pozorována výrazná změna v přístupu žáků k vyučované problematice a výsledky žáků již nelze považovat za kritické. | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 |

Příloha XIX

Ukázka přepisu audiozáznamu vybraného rozhovoru s učitelem chemie

Dobrý den, v našem projektu Didaktika – Člověk a příroda A se zaměřujeme na identifikaci klíčových a kritických míst či témat v počátečním přírodovědném vzdělávání. Žáci se na rozdíl od fyziky a přírodopisu většinou setkávají s chemií až v osmém ročníku základní školy. Toto sice tradiční, ale poněkud pozdní zařazení bývá odůvodňováno jejími vysokými nároky na rozvinuté abstraktní myšlení. Často se uvádí, že je chemie žáky vnímána jako obtížná a zpravidla u nich nebývá příliš oblíbená. Tyto skutečnosti silně ovlivňují jejich schopnost osvojit si doporučené učivo a dosáhnout očekávaných výstupů.

Proto bychom chtěli s **pomocí Vašich znalostí a zkušeností** hledat a nalézt tzv. klíčová místa či témata (tj. témata, bez kterých se počáteční výuka chemie nemůže obejít) a kritická místa či témata (tj. témata, která žáci ve výuce chemie nezvládají nebo zvládají jen s obtížemi) v počáteční fázi výuky chemie na základní škole. Následně pak, společně s Vámi, navrhnout možné změny obsahu učiva, které by hrály větší roli v posilování pozitivního vztahu žáků k chemii společně s tím, aby ze základní školy odcházeli s odpovídajícími znalostmi, využitelnými jak v každodenním životě, a tak i v dalším studiu.

Otázka: A já bych se Vás, paní učitelko, chtěl zeptat: Jaký prostor má chemie na Vaší základní škole?

Odpověď: Tak chemii vyučujeme v osmém a devátém ročníku, dvě hodiny týdně, s tím, že máme odbornou učebnu chemie s kabinetem, který je vybaven dobře chemikáliemi i chemickým nádobím.

Doplňující otázka: K té výbavě se ještě dostaneme, ale teď bych se dál ještě zeptal, jestli na Vaší škole je učivo chemie obsaženo i v jiných předmětech?

Odpověď: Částečně ve volitelných předmětech biologicko-chemické praktikum, seminář z přírodopisu nebo ekologické praktikum.

Doplňující otázka: Dobře. A přemýšleli jste na škole při tvorbě ŠVP, např. o integrované přírodovědě, jako samostatném předmětu i na druhém stupni základní školy, jejíž součástí by byla chemie?

Odpověď: Ne!

Otázka: Nepřemýšleli, takže to je jednoduché, jakou učebnici chemie na Vaší základní škole využíváte?

Odpověď: Základy chemie.

Doplněk tazatele: Základy chemie, a to jsou Beneš, Banýr, Pumpr. Ano.

Doplňující otázka tazatele: Dobře. Jaké přednosti vidíte v této používané učebnici, co Vám v ní naopak chybí, co byste třeba upravili?

Odpověď: Učebnice je přehledná, řada otázek a zároveň i nafocené některé pokusy, které nemůžeme z důvodů chemikálií provést.

Doplňující otázka: Struktura učebnice, jak je v souladu se strukturou Vašeho ŠVP?

Odpověď: Učebnice odpovídá našemu školnímu vzdělávacímu programu.

Doplněk tazatele: Dobře a používali byste raději jinou učebnici, např. kdybyste měli dostatek finančních prostředků na škole, jestli byste ji mohli vyměnit?

Odpověď: Ne, jinou učebnici bychom nepoužívali, ale pro přípravu používáme i jiné učebnice, jako je třeba „Nová škola“ nebo od „Frause“.

Otázka: Dobře, takže další doplňující otázka nám odpadá, a zeptal bych se ještě, jestli k přípravě na hodiny chemie používáte i jiné zdroje, tzn., třeba odbornou literaturu nebo digitální zdroje, tj. počítačové, internet apod.?

Odpověď: Ano, využíváme z internetu velmi často DUMY, některé jsou velmi pěkně zpracované, využíváme i na YOU TUBE pokusy, které jsou krásně zpracované ve formě videí a jinak nějakou, občas i odbornější literaturu nebo učebnice pro střední školy v případě, pokud se na něco potřebujeme připravit více.

Otázka: Dobře a nějak ty DUMY, nějak byste nám to přiblížila nebo spolupracovali jste na jejich tvorbě?

Odpověď: Spolupracovali jsme na jejich tvorbě a velmi se mi líbí třeba křížovky, AZ kvízy, Riskuj, z nichž některé jsou velmi pěkně zpracované.

Doplněk tazatele: To je na portálu RVP.cz?

Odpověď: Ano, ano.

Otázka: Teď bychom se vrátili k tomu, jaké podmínky máte pro výuku chemie, tzn., jestli máte odbornou učebnu pro výuku chemie, jaké podmínky pro experimentování atd.?

Odpověď: Pro chemii máme odbornou učebnu s demonstračním stolem a centrálním rozvodem vody a elektřiny, plyn nevyužíváme, takže laboratorní práce probíhají vlastně přímo v té učebně, experimenty probíhají – děti pouze při laboratorních pracích, některé, které jsou třeba „vlastnosti látek“, děláme přímo v hodinách, aby si děti vyzkoušely, ale bohužel jsme omezení možností používat všechny chemikálie.

Doplňující otázka: To znamená, to je z hlediska toho zákona.

Odpověď: Z hlediska zákona máme velmi svázané ruce.

Otázka: Dobře, jinak kabinet chemie máte dostatečně vybavený?

Odpověď: Ano.

Doplňující otázka: I skla byste měli dost?

Odpověď: Ano i chemickým nádobím.

Doplňující otázka: I žákovské soupravy?

Odpověď: Máme, máme, využíváme při laboratorních pracích nebo při těch volitelných předmětech.

Doplňující otázka tazatele: Ano a je na Vaší škole chemie podporována v rámci nějaké zájmové činnosti?

Odpověď: Ne, kroužky nepořádáme, pouze v těch volitelných předmětech.

Doplňující otázka: Dobře. No a teď bych se zeptal, jak hodnotíte současný systém tvorby obsahu učiva chemie prostřednictvím RVP a ŠVP? To znamená, jestli jste sama tvůrcem nebo jestli jste se podílela na tvorbě té chemické části?

Odpověď: Já nejsem tvůrcem, ani jsem se nepodílela, utvářely to kolegyně, já jsem se podílela na tvorbě biologické části, takže chemie ne a co se týká toho ŠVP, tak si myslím, že základ, základem jsme se drželi těch osnov a těch minim, co jsou potřeba dodržet.

Doplňující otázka: Tedy vycházeli jste z toho doporučení v podstatě. Upravujete po skončení školního roku ŠVP.

Odpověď: Upravovali jsme, takže úpravy probíhají, vždy nám to musí schválit školská rada, ale nejsou to velké úpravy, jsou to spíš přesuny, třeba chemické výpočty spíše do devátého ročníku.

Doplňující otázka: Dobře, souhlasili byste s výukou chemie bez tradiční struktury, pokud byste měli možnost sestavit si tematický plán jen z vysoce motivující tematiky?

Odpověď: Myslím si za sebe, že ne, vzhledem k tomu, že se to týká odborného předmětu a ten má jisté specifikace, a tak si myslím, že je potřeba je dodržet.

Doplňující otázka: Zdá se Vám vhodné, aby si každá škola či učitel sám obsah učiva chemie, který bude vyučovat?

Odpověď: Ne

Otázka: Dobře, ale ten školní vzdělávací program to skoro tak nabízí?

Odpověď: Nabízí, ale je to zase o kooperaci těch vyučujících a ne, aby si každý sám vybíral.

Doplňující otázka: Protože by potom nebyla zabezpečena prostupnost. Dobře a teď se dostáváme k těm nejdůležitějším otázkám a to, které učivo považujete za klíčové a domníváte se, že bez něj by výuka chemie nebyla vlastně výukou chemie a nešla tedy na základní škole efektivně realizovat?

Odpověď: Základ, znát chemické značky prvků, znát stavbu atomu, pochopit chemickou vazbu, na kterou potom navazuje i názvosloví, pochopit stavbu, jak se sestaví vzorec a ze vzorce zase zpátky název, to si myslím, že je základ a na to potom navazující sestavit reakci, produkty, co vzniká a na to zase se nabalují vyčíslování, doplňování oxidačních čísel, to bych brala za úplný základ a samozřejmě, vše je proloženo nějakým pokusem, aby děti opravdu viděly, jak to tedy probíhá, jak to je.

Doplňující otázka: Tak, a když bych měl dvě doplňující otázky: Za prvé – vidíte jako klíčové učivo stechiometrické výpočty?

Odpověď: Myslím si, že částečně ano, ne úplně pro slabé žáky. Těmi zas tak nezatěžují, ano jednoduché reakce musí zvládnout, složitější ne, ale ty děti musí mít základ jednak pro devátý ročník, kde to budou potřebovat a potom pro tu střední školu, kde teda ta gymnázia a střední odborné školy to budou požadovat a ty děti s tím musí být seznámeny.

Otázka: Takže ty stechiometrické výpočty byste také považovala za klíčové učivo?

Odpověď: Ano, ale s jistým omezením pro slabší žáky, žáky s IVP, žáky, kteří nedávají takové množství toho, ale pro ty, kteří jsou do budoucna studijní typy, to musí znát.

Otázka: Dobře, a teď bych se ještě vrátil k té chemické vazbě, vy jste říkala, že to považujete za klíčové učivo, v jakém rozsahu to učivo probíráte, tzn., jenom konstatujete, jaké typy vazby existují nebo řešíte i výpočet typu vazby na základě rozdílu elektronegativit?

Odpověď: Ano, řešíme výpočtem rozdíl elektronegativit, řešíme zároveň pro děti i za pomoci různých mých pomůcek, jak valenční elektrony se předávají, kdo kolik jich má, proč teda má takovou tu elektronegativitu, zároveň pracujeme s periodickou soustavou prvků, nikde nemusí děti nic znát nazpaměť, všechno si mohou vyhledat, takže není to pouze biflování, ale základ, od kterého se odrazí, znát musí. A pak už ty informace si shání z různých zdrojů.

Otázka: Tak, jde tady o principiální pochopení v podstatě. Tak a který z doporučených tematických celků v rámci RVP nevidíte jako klíčový. Co by se třeba mohlo vypustit nebo omezit?

Odpověď: Určitě bych viděla výpočty z chemických rovnic pro některé žáky, samozřejmě pokud sestavujeme IVP, tak na to bereme zřetel, takže jim určité omezení děláme, těm dětem, ale ty výpočty z chemických rovnic opravdu jsou velmi náročné a ty bych jaksí tedy...

Dodatek tazatele: Ty bych úplně vypustila?

Odpověď: Úplně ne. Úplně vypustila ne, protože jsou potřeba, ale pouze v osmém ročníku třeba naznačit jednodušší a potom v devátém ročníku se tomu věnovat víc.

Otázka: Jasně, tak a teď bychom se přesunuli, podívali bychom se na to, které učivo považujete za kritické, tedy učivo, kde žáci často selhávají nebo ho neovládají. Takže už víme, že jsou to výpočty z rovnic, to už nemusíte opakovat, obecně výpočty a je to z důvodů matematiky nebo jenom z nějakého omezeného logického uvažování třeba.

Odpověď: Částečně, ne všechny děti mají natolik rozvinutou logickou, logické myšlení, takže samozřejmě některým to opravdu nejde, myslím si, že v dnešní době se upouští od toho, že dítě se má něco naučit a na základě získaných dovedností a znalostí s tím pracovat. A ne všechno se dá najít hned z nějakého jiného zdroje a díky tomu, že ty děti to neumí propojovat, nenaučili se dané učivo, jak já říkám, ty stavební cihly, když jim chybějí, nemohou postavit zeď, do které potom zasazují třeba okna. Že když neumí základ, tak jim dělá problém potom nadstavba

Otázka: Dobře, jak Vaši žáci ovládají tvorbu a využívání chemického názvosloví? Řekli jsme, že je to klíčové učivo a někdy je uváděno i mezi tím kritickým. Tak jak u Vás?

Odpověď: U nás závisí velmi na skladbě dětí v ročníku, máme třídy nebo jsme měli třídy, které jsou opravdu prospěchově velmi slabé, a vůbec to nemá spojitost s chemií, platí to obecně ve všech předmětech, a ti samozřejmě problémy mít budou. A potom máme třídy nebo i jednotlivé žáky, kteří jsou třeba i nadaní a nevidí v tom žádný problém a učivo chápou velmi rychle a nedělá jim to žádný problém.

Doplňující otázka: Takže je to individuální záležitost žáků. O těch výpočtech už jsme hovořili, ale když bych se vrátil k té struktuře. Složení roztoků ovládají bez problémů?

Odpověď: Zvládají.

Doplňující otázka: Takže tam byste třeba mohli jít až do koncentrace molární?

Odpověď: Molární koncentrace, ač je to rozšiřující učivo, tak v devátém ročníku jsou s ním děti seznámeny, zvláště ty děti, které budou tím studijním typem, tak ano, počítáme případně, když dítě ví, že půjde někam na učňovský obor a nebude potřebovat, tak dostane jinou náplň během té hodiny nebo části té hodiny a tím je nezatěžujeme.

Otázka: A platí to i o výpočtech ze vzorce?

Odpověď: Platí to u některých dětí i o výpočtech ze vzorce.

Doplněk tazatele: Protože tam jde vlastně o výpočty podobného charakteru?

Odpověď: Ano, a tam jde o to, že u nás na základní škole je to rozšiřující učivo a v případě potom, když se dostanete na olympiádu, tak tam se na to vůbec zřetel nebere a ty děti to znát musí. Takže považují za dobré, že jsou s tím alespoň seznámeni.

Otázka: A o výpočtech z rovnic už jsme mluvili, takže to už nemusíme dál řešit. Tak jak je to se zápisy chemických reakcí rovnicemi a jejich vyčíslováním?

Odpověď: Řekla bych, že děti v případě, že opravdu se naučí a máme dostatečně procvičeno, tvorba vzorce, znají oxidační číslo, a tak nepovažují za velký problém sestavování rovnic a vyčíslování. Samozřejmě, není to zase u všech. Slabší jedinci s tím zase problémy budou mít.

Otázka: Jasně. S kterými dalšími tématy či pojmy mají Vaši žáci problémy, tzn., mimo rámec toho klíčového učiva, prostě nějaké jiné učivo, které by jim dělalo problémy?

Odpověď: Složení atomu, ionty, molekuly. Pro ně představa špatná, i když třeba i ve fyzice částečně na tu tematiku narážíme v šesté třídě, ale do té osmé třídy je strašně daleko a to oni bohužel zase vypustí z té hlavy.

Otázka: Dobře, i ten pojem atom, molekula obtížně rozlišují. Tak a teď bychom, už se blížíme k závěru. Jestli byste nám uvedla chemickou tematiku, která by žáky zaujala, a přitom se nevyučuje. To znamená něco moderního. Já nevím třeba akumulátory do telefonů, tak bychom jim zkusili vysvětlit, z čeho jsou, jak fungují nebo máme tady nanotechnologie, palivové články, superabsorbenty, jestli něco takového byste věděla, co by je zajímalo, ale přitom o tom nevyučujeme. Bud' to je nemáte v ŠVP nebo je nevyučujete?

Odpověď: Nemáme v ŠVP s tím, že reagujeme na přímé dotazy žáků, nebo máme vždy určité hodiny časové rezervy, kdy bereme žáky nebo využíváme vůbec počítačovou techniku, takže tam máme potom možnost se tam na to podívat nebo řešíme v případě, že je o to zájem, třeba formou referátu a prezentací, ale je to vysloveně na dohodě vyučující-žák. Že bychom pravidelně zařazovali – to ne.

Doplňující otázka: Dobře. Tak to je k tomu učivu a teď už jenom pár osobních záležitostí, tzn. jakého zaměření je Vaše vysokoškolské vzdělání, zajímá mě škola a aprobace?

Odpověď: Vysoká škola pedagogická v Hradci Králové a aprobace biologie – chemie.

Doplňující otázka: Dobře a jak dlouho vyučujete na základní škole a jak dlouho na této základní škole?

Odpověď: U mě je to stejné, na této vyučuji osmnáct let v jednom kuse.

Otázka: To je hezké a vyučovala jste i na jiném stupni školského systému?

Odpověď: Ne, ne, ne, od absolvování vysoké školy působím na základní škole.

Doplňující otázka: Kolik hodin chemie týdně vyučujete?

Odpověď: Já mám čtyři hodiny, dvě hodiny v osmých třídách a dvě hodiny v deváté.

Doplňující otázka: A kromě toho, které další předměty?

Odpověď: Fyzika šestý sedmý ročník, přírodopis, chemie, ekologické praktikum, eventuálně volitelné předměty podle roků, takže třeba chemicko-biologické praktikum či seminář z přírodopisu.

Otázka: Takže hezké spektrum, které další předměty to už jste nám tam vyjmenovala a chtěla byste ještě něco doplnit nebo se zeptat?

Odpověď: Každopádně doplnit nepotřebuji, asi zeptat se také ne. Ale nejsem zastáncem toho, aby se dětem zcela umetala cestička, protože za těch osmnáct let mám přehled, kam to spěje a bohužel, ta dnešní doba je natolik jakoby rychlá a ty děti musí předvést, co dokážou a když se dostanou do té reality, tak pro ně ten skok je jako ohromný, že ne všechno si hned mohou někde najít, ne za nimi vždycky někdo stojí, kdo jim tu cestičku umetá.

Takže Vám děkuji a věřím, že budete v dalším životě stejně úspěšná a přeji Vám do dalšího vyučování hodně elánu.