

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra učitelství a didaktiky chemie

Studijní program: Vzdělávání v chemii



PhDr. Martin Adamec

**Inovace obsahu a metod výuky chemie se zaměřením na
vizualizaci prostřednictvím informačních a komunikačních
technologií**

**Innovations of Education Content and Methods in Teaching
Chemistry Focusing on ICT-supported Visualization**

Disertační práce

Školitel/supervisor: prof. RNDr. Pavel Beneš, CSc.

Praha 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 27. 6. 2012

PhDr. Martin Adamec

Na tomto místě bych rád poděkoval svému školiteli prof. RNDr. Pavlu Benešovi, CSc., za odbornou pomoc a trpělivost při vedení této disertační práce.

Velký dík patří vedoucímu Katedry chemie a didaktiky chemie PedF UK prof. Ing. Františku Liškovi, CSc., za shovívavost při ukládání pracovních úkolů po čas mého doktorského studia. Dále děkuji všem spoluautorům publikací, které jsme společně vytvořili.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své přítelkyni Ing. Věře Čapkové a rodině za podporu v mé tvůrčí činnosti.

Abstrakt

Využití informačních a komunikačních technologií, včetně počítačové grafiky, ve výuce chemie představuje aktuální a frekventované téma současné didaktiky chemie. Důraz je v dosud publikovaných pracích kladen na znázornění struktury chemických látek a symbolický popis chemických dějů. Předkládaná práce nabízí komplexnější pohled na možnosti a meze využití počítačové grafiky i ostatních prostředků ICT. Cílem práce je na základě problémů, které identifikují studenti učitelství chemie a učitelé chemie jako aktuální, poskytnout přehled různých technologií, navrhnout jejich začlenění do výuky chemie a posoudit jejich úlohu v rámci probíhající kurikulární reformy. V rámci práce byla prověřena využitelnost vybraných prvků při přípravě výuky či přímo ve výuce, navrženy inovace stávajících výukových metod s využitím počítačové grafiky. Práce je zaměřena na oblast vizualizace učiva prostřednictvím počítačové grafiky, inovace výukových metod a obsahu s využitím počítače, počítačové hry a roli počítačové grafiky při didaktické transformaci.

Byly vytvořeny dvě učebnice pro základní a střední školy, ve kterých jsou využity nově navržené prvky počítačové grafiky. V chemii jako vědě neustále narůstá množství poznatků, proto byl vytvořen model žákům přístupné prezentace nových informací o kyselině uhličitě. Vzhledem k významu experimentu v chemii byl zpracován postup optimalizace nově navrhovaných školních chemických experimentů.

Klíčová slova:

výuka chemie, počítačová grafika, animace, učebnice, optimalizace, školní chemický experiment, informační a komunikační technologie

Abstract

The use of information and communication technologies, including computer graphics, in teaching chemistry is one of the frequent issues of contemporary chemistry didactics. Current publications are mainly focused on displaying structure of chemical compounds and symbolic form of chemical reactions. This thesis offers a more complex view on the computer graphics and other means of information and communication technologies – their possibilities and limits of use in teaching. The goal of the thesis is to provide an overview of selected computer-graphics technologies and to discuss their role during current curricular reform, based on current problems identified by students attending chemistry-teacher training courses and chemistry teachers. Usability of selected elements in pre-teaching and teaching phases was checked. Innovations of contemporary teaching methods were proposed using computer graphics. The thesis is focused on the area of visualization of educational content with use of computer graphics, computer-assisted innovation of methods and educational content, computer games and the role of computer graphics in didactic transformation.

Two textbooks for lower-secondary and upper-secondary schools were created. These textbooks contain newly developed parts using computer graphics. According to everlasting expansion of gained information in chemistry, a model of pupil-friendly presentation of these was developed using carbonic acid as a subject of concern. For keeping chemical experiment's role in science at least at current level, a method for optimizing renewed school chemical experiments was developed.

Keywords:

chemistry teaching, computer graphics, animation, textbook, optimization, school chemical experiment, information and communication technology

Obsah

1. Úvod.....	8
1.1 Aktuální problémy přírodovědného vzdělávání.....	8
1.2 Cíle práce a výzkumné otázky	10
2. Teoretická východiska.....	11
2.1 Současná kurikulární reforma v ČR.....	11
2.1.1 Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání.....	11
2.1.2 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia.....	12
2.2 Proměny vzdělávacího obsahu a inovace výukových metod.....	13
2.3 Edukační chemický experiment	14
2.3.1 Klasifikace školních chemických experimentů.....	16
2.4 Informační a komunikační technologie ve výuce chemie.....	17
2.4.1 Edukační realita v podmínkách rozvíjející se informační společnosti.....	17
2.4.2 Využití ICT v přírodovědném vzdělávání.....	18
2.5 Vizualizace ve výuce chemie	19
2.5.1 Vymezení pojmu vizualizace a vizuálie.....	19
2.5.2 Význam vizualizace pro výuku	20
2.5.3 Technické aspekty vizualizace	20
2.5.4 Typy vizuálií charakteristických pro výuku chemie	21
2.6 Didaktická hra a její uplatnění ve výuce	22
2.6.1 Vymezení pojmu hra	22
2.6.2 Funkce hry.....	24
2.6.3 Místo hry ve výuce.....	25
2.7 Akční výzkum v přírodovědném vzdělávání.....	27
2.7.1 Fáze a typy akčního výzkumu.....	28
2.7.2 Metody akčního výzkumu.....	29
3. Metodologie	32
3.1.1 Výzkumný vzorek a metody sběru dat.....	32
3.1.2 Výsledky a jejich interpretace	33
3.1.3 Výběr oblastí pro další zpracování.....	36

4. Praktická část.....	37
4.1 Vizualizace	37
4.1.1 Využití nástrojů společnosti Wolfram Research.....	37
4.1.2 Využití ICT v přípravě budoucích učitelů chemie	46
4.1.3 Animace jako podpůrný prvek v elektronických učebnicích	49
4.1.4 Editory chemických struktur ve výuce chemie	50
4.2 Inovace metod a prostředků výuky	51
4.2.1 Rozhodování učitele při výběru učebnice	51
4.2.2 Chemie pro opomíjenou skupinu žáků.....	57
4.2.3 Tvorba interaktivních a počítačově podpořených učebnic.....	59
4.2.4 Optimalizace školního chemického experimentu	60
4.2.5 Využití pokusu ve výuce chemie	64
4.3 Didaktická transformace s ohledem na školskou reformu	70
4.3.1 Kyselina uhličitá jako model transformovaného učiva.....	70
4.4 Hra jako didaktický prostředek ve výuce chemie	80
4.4.1 Chemické hry na interaktivní tabuli	80
4.4.2 Začlenění tematiky interaktivních her do přípravy budoucích učitelů chemie	81
4.4.3 Hry v učebnicích chemie.....	85
5. Diskuze a závěr	89
5.1 Vizualizace	89
5.2 Inovace metod a prostředků výuky	90
5.3 Didaktická transformace s ohledem na školskou reformu	92
5.4 Hra ve výuce jako motivační prvek.....	92
6. Literatura	94
7. Seznam obrázků a příloh	107

1. Úvod

1.1 Aktuální problémy přírodovědného vzdělávání

Vzdělávací systém v České republice, podobně jako vzdělávací systémy v mnoha dalších evropských zemích, prochází významnou reformou. Podle Lisabonské úmluvy je potřeba, aby se evropské vzdělávací systémy přizpůsobily požadavkům společnosti na vědomosti a na vyšší úroveň zaměstnanosti [1]. Zde se nejedná pouze o politické rozhodnutí. Závěry byly zpracovány na základě mezinárodních výzkumů TIMSS 1995, TIMSS-R 1999, videostudie TIMSS, PISA 2000 a 2003.

Z uvedených výzkumů vyplývá, že výuka přírodovědných předmětů v České republice, by se dala charakterizovat jako „mluvení o přírodovědném obsahu“. Výuka je tak zaměřena na rozvoj a procvičování základních vědeckých poznatků, přičemž studentům se dostává velmi málo příležitostí pro individuální práci a praktické činnosti. Vzdělávací obsah je příliš teoretický, založený na získávání fakt a reprodukci definic, namísto toho, aby byl zaměřen na pochopení konceptu a tvorbě logických propojení mezi získanými informacemi. V české škole je hlavním zdrojem poznatků v přírodních vědách učitel [2]. Výuka přírodovědných předmětů v České republice je přitom provázena řadou problémů, zejména pokud vystupují v roli všeobecně vzdělávacích předmětů. Chemii považuje mnoho žáků za nezáživnou a obtížnou, objevují se pochybnosti o její užitečnosti. Samotní učitelé si pak stěžují na přetěžování žáků při dodržování obecně závazných kurikulů, na nejasnou strukturu učiva i na absenci aktuálních témat [3].

Z prostého srovnání úspěšnosti ve výše uvedených výzkumech vycházejí čeští studenti jako nadprůměrní [4], [5], ale přitom v roce 1995 měla Česká republika největší rozdíl mezi výsledky v psaném testu ověřujícím znalosti a testu zkoumajícím výkon studentů v prakticky zaměřených úlohách [6]. Výzkumy PISA ukázaly, že čeští studenti uspěli velmi dobře v těch úlohách, které vyžadovaly prosté předvedení znalostí. Na druhou stranu úlohy, které vyžadovaly aplikaci znalostí v nezvyklé formě, nebo úlohy zaměřené na řešení problémů, byly pro studenty příliš obtížné [5], [7]. Vzdělávání v přírodovědných předmětech je pochopitelně ovlivněno také úrovní funkční gramotnosti studentů. Přitom téměř 25 % studentů vykazovalo nejnižší úroveň ve schopnosti účinně přijímat informace, vytvářet si vlastní názor na daný problém, a poté jej obhájit [5], [7].

Jedním z prostředků, kterými má probíhající reforma pozitivně působit na posílení žádaných trendů ve vzdělávání, je zavedení klíčových kompetencí, které představují souhrn dovedností využitelných v běžném životě, a průřezových témat výuky, která mají zajistit lepší propojení školní výuky a zkušeností studentů nabíraných mimo školu, v jejich okolí [8], [9]. Na učitele byla přitom delegována povinnost vytvořit školní vzdělávací programy, které převedou rámcový vzdělávací program do konkrétní podoby, přizpůsobené zamýšlenému profilu školy. Vzhledem k tomu, že tvorba vzdělávacích programů nebyla až do nedávna součástí vysokoškolské přípravy učitelů, byly podniknuty určité pokusy tuto činnost stávajícím učitelům aspoň částečně usnadnit [10]. V řadě výukových materiálů publikovaných v tištěných i elektronických časopisech se také začala objevovat explicitní vazba na rámcové vzdělávací programy, resp. na očekávané výstupy či podporované klíčové kompetence [11], [12], [13].

Jedním z klíčových úkolů učitele při výuce chemie a jiných přírodních věd je vedení žáků a studentů k zájmu o zkoumání světa kolem nich [14]. Jednou z možností, jak u žáků vyvolat zájem o zkoumání okolní reality, je provádění experimentů. Zkušenosti ukazují, že největší dopad mají ty z nich, které provádějí žáci sami. Bohužel, v současné době se projevuje ve využití reálného experimentu ve školní výuce značný pokles. Spolu se silným rozvojem ICT a jejich pronikání do běžného života [15] i do školních praxí [16] by mohlo dojít k postupnému nahrazování reálných experimentů experimenty reprodukoványi nebo simulovanýi. Tento trend na jednu stranu umožňuje zpřístupnění problematiky chemie širší skupině zájemců, např. při distančním vzdělávání [17], na druhou stranu může vést k celkovému odklonu od rozvíjení manuální zručnosti žáků a snižuje motivační hodnotu vzorového experimentu. Častým důvodem, proč učitelé do výuky zařazují méně experimentů, je náročnost přípravy a problematická legislativa, proto je potřeba nabídnout způsoby, jak učitelskou přípravu zjednodušit či vylepšit [18].

Vzhledem ke komplexnosti chemie jako vědní disciplíny ovšem není možné výuku předmětu chemie omezit jen na experimentování jako takové. Existuje velká část vzdělávacího obsahu [8] [9], kterou lze jen obtížně žákům přiblížit pomocí experimentu. Navíc je potřeba případné experimentální výsledky vždy uvést do celkového kontextu, aby pokusy nebyly prováděny jen pro pokusy samotné. Při výuce se pak kromě verbálního předávání informací velmi efektivně uplatňuje předávání informací ve vizuální podobě [19], což je podpořeno také tím, že chemie používá svůj vlastní symbolický jazyk – řeč vzorců – jehož zvládnutí je klíčové pro úspěšné chemické vzdělávání. I v této oblasti nabízejí současné ICT značné možnosti, nicméně prostředků přímo použitelných ve výuce ještě zřejmě není dostatek, jak potvrzují četné

projekty, které si kladou za cíl vytvářet nejrůznější elektronické výukové materiály a pomůcky, např. [20], [21].

Využitím počítačové grafiky ve výuce chemie se zabývá řada zahraničních i našich autorů, důraz je přitom kladen na znázornění struktury chemických látek a symbolický popis chemických dějů [22]. Předkládaná práce se snaží poskytnout komplexnější pohled na možnosti a meze využití počítačové grafiky, od prostého nahrazení manuální práce při tisku přes použití jednotlivého multimediálního obsahu až k sofistikovaným učebním materiálům kombinujícím klasické prvky učebnic s interaktivními materiály. Práce je zaměřena hlavně na stávající a budoucí učitele chemie, neboť jim se dosavadní disertační práce zpracovávané v oboru Vzdělávání v chemii věnují poměrně málo [23].

1.2 Cíle práce a výzkumné otázky

Práce si klade tyto hlavní cíle:

1. Identifikovat některé aktuální problémy při výuce chemie, jak je vnímají učitelé chemie i studenti učitelství chemie, porovnat je s doposud zveřejněnými výzkumy.
2. Na základě zjištěných problémů navrhnout možnosti jejich řešení.
3. Ověřit možnosti uplatnění nově navržených postupů ve školní praxi a v přípravě učitelů chemie.

Z uvedených cílů a průběhu práce vyplývají následující výzkumné otázky:

1. Které aktuální problémy ve výuce chemie označují učitelé chemie a studenti jako nejakutnější?
2. Patří tyto problémy mezi problémy identifikované ve výzkumech TIMSS a PISA?
3. Které z nich je možné řešit pomocí prostředků nabízených informačními a komunikačními technologiemi?
4. Jakou roli v navržených řešeních má vizualizace?
5. Jaké faktory omezují v současnosti dostupnou techniku při aplikaci navržených řešení?
6. Jak se uplatňují konkrétní provedení navržených inovací v učitelské praxi?
7. Vnímají učitelé navržené inovace jako přínos pro svoji práci?

2. Teoretická východiska

Uvedená teoretická východiska tvoří základ pro řešení stanovených výzkumných problémů. Jsou zde definovány základní pojmy a objasněn jejich vztah k předkládané práci. Kapitola se zaměřuje na současnou školskou reformu v ČR, proměny vzdělávacího obsahu, inovace výukových metod, edukační chemický experiment, využití ICT v chemickém vzdělávání, využití didaktické hry ve výuce a obecně na vizualizaci v přírodovědném vzdělávání. Dále je zde využita metoda akčního výzkumu, častou využívaná v anglosaských zemích pro evaluaci a inovaci kurikula.

2.1 Současná kurikulární reforma v ČR

V souladu s Národním programem rozvoje vzdělávání a školským zákonem je zaváděn nový systém kurikulárních dokumentů pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let. V současné době se tyto dokumenty uplatňují v předškolním, základním a gymnaziálním vzdělávání a v některých ročnících i ve středním odborném vzdělávání.

Kurikulární dokumenty jsou vytvářeny ve dvou úrovních – státní a školní. Stát zastoupený Ministerstvem školství mládeže a tělovýchovy připravuje a vydává rámcové vzdělávací programy (RVP), které stanovují závazný rámec vzdělávání a vymezují standardní vzdělávací obsah pro danou etapu vzdělávání. Každá škola připravuje svůj školní vzdělávací program (ŠVP), který vychází z příslušného rámcového programu a specifikuje vzdělávání na dané škole [24].

2.1.1 Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

- Vymezuje vzdělávací cíle. Stanovené cíle jsou formulovány z hlediska žáků.
- Stanovuje závazný vzdělávací obsah tak, aby školy mohly rozvíjet stránky osobnosti žáků, které jsou důležité pro jejich budoucí aktivní účast v životě.
- Vymezuje výstupní požadavky na žáky pomocí kompetencí, tj. souboru znalostí, dovedností, hodnot a postojů. Jsou stanoveny obecné kompetence a kompetence vážící se k obsahu učiva v každé vzdělávací oblasti.
- Vytváří prostor pro realizaci diferencované a individualizované výuky pro různé typy žáků.
- Projektuje evaluaci výsledků vzdělávání jako organickou součást vzdělávání.

Vzdělávací obsah není členěn do klasických předmětů vyučovaných na základní škole, ale do tzv. vzdělávacích oblastí [8]. Toto členění dává možnost školám realizovat výuku dané oblasti také v integrovaných předmětech zahrnujících obsah příbuzných disciplín. Chemie je součástí vzdělávací oblasti Člověk a příroda, která zahrnuje ještě fyziku, přírodopis a zeměpis. Učivo představuje prostředek pro dosažení očekávaných výstupů a je tvořeno závazným výčtem vzdělávacích témat, které musí každá škola nabídnout všem žákům k osvojení. Prvek integrovaných předmětů představuje poměrně zásadní změnu v koncepci kurikula, dosud se totiž v českých vzdělávacích programech prakticky nevyskytoval [25].

Experimentální aspekty výuky chemie jsou v RVP ZŠ oproti starším kurikulárním dokumentům zúženy na pouhé tři očekávané výstupy ve třech okruzích: Pozorování, pokus a bezpečnost práce („Žák pracuje bezpečně s vybranými dostupnými a běžně používanými látkami.“), Směsi („Žák připraví prakticky roztok daného složení a prakticky provede oddělování složek směsi o známém složení.) a Anorganické sloučeniny („Žák změří reakci roztoku univerzálním indikátorovým papírkem.“) [8]. Ukazuje se však, že to učitelům nebrání v zařazování experimentů do všech okruhů vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Převládají demonstrační experimenty, ale ani žáky prováděné pokusy nejsou potlačeny, s výjimkou okruhů Chemie a společnost a Částicové složení látek a chemické prvky [26].

2.1.2 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

Gymnaziální vzdělávání má žáky vybavit klíčovými kompetencemi a všeobecným rozhledem na úrovni středoškolsky vzdělaného člověka a tím je připravit především pro vysokoškolské vzdělávání a další typy terciárního vzdělávání, další specializaci i pro občanský život [24]. Gymnaziální vzdělávání navazuje na klíčové kompetence a očekávané výstupy vzdělávacích oblastí v RVP ZV [9]. Podobně je členěn i vzdělávací obsah do osmi vzdělávacích oblastí. Chemie je opět součástí vzdělávací oblasti Člověk a příroda. RVP GV obsahuje průřezová témata, která mají přesoborovou působnost a představují témata aktuální ve společenské diskuzi.

Rámcové vzdělávací programy jsou vytvářeny i pro ostatní typy vzdělávání: pro odborné vzdělávání, vzdělávání na uměleckých a jazykových školách. Nově je chemie jako součást vzdělávacího obsahu zařazena do všech rámcových vzdělávacích programů pro střední odborné školy, a to ve dvojnásobném rozsahu. Školy nechemického zaměření mají chemii v režimu všeobecné vzdělávacího předmětu ve sníženém rozsahu odpovídajícím zhruba čtvrtině rozsahu vyhrazeného pro chemii v RVP G.

2.2 Proměny vzdělávacího obsahu a inovace výukových metod

Úkolem vzdělávání je příprava žáků na uplatnění ve společnosti v její aktuální, ale i budoucí podobě (v době, kdy žáci vstoupí do produktivního věku). Nejrychleji je potřeba upravovat obsah, aby reflektoval současné poznatky a odpovídal současným potřebám společnosti. Didaktická teorie tak neustále usiluje o modernizaci vzdělávání [27]. Aktualizace učiva ovšem nemůže být provedena tak, že by se k dosavadnímu obsahu pouze přidaly nové poznatky [24]. S ohledem na uvedené skutečnosti byla vytvořena teorie základního učiva, která řeší otázku, jak modernizovat učivo, aby nedošlo k přetěžování žáků. Existují přitom oblasti, které by měly být při vymezení základního učiva respektovány [28]:

- odborně vědní a filozofická hlediska,
- praktické potřeby společnosti,
- výchovná hodnota a význam učiva pro všestranný rozvoj žáka,
- přiměřenost žactvu určitého věkového stupně.

Proces, kterým se ze vzdělávacího obsahu stává učivo, se nazývá didaktická transformace. Dochází při ní ke zpracování obsahu představující různé oblasti kultury, vědy a techniky, umění, činností a hodnot do učebních plánů, osnov, učebnic – do vyučovacího procesu [27]. Didaktická transformace nepředstavuje pouhý přenos poznatků do školního vyučování, ale zahrnuje také uvedení transformovaného obsahu do vztahů pedagogického pole. Při tomto zpracování se uplatňuje kategorie cílů, k jejichž naplňování má daný obsah sloužit, nezanedbatelné je také hledisko žáka – uvažuje se o věkových zvláštnostech a smyslu učiva pro žáky. Důležitá je i role učitele, především je potřeba, aby sám hluboce chápal podstatu učiva a uměl je zprostředkovat žákům ve vlastním procesu vyučování [27].

V současné době, s rozmachem ICT a jejich vstupem do vzdělávání, je dalším aspektem, který formuje vzdělávací obsah, také jeho technická zpracovatelnost. Aktuální výzkumné projekty zaměřené na tvorbu výukových elektronických materiálů už při výběru učiva berou v úvahu jeho další zpracování [29].

Vyučování a učení představuje komplexní dynamický systém [30], který lze studovat z různých hledisek, v jednotlivostech i z celkového pohledu. Taková zkoumání jsou předmětem didaktiky. Jedním ze stěžních didaktických pojmů jsou metody výuky. Rozumíme jimi způsob práce učitele, kterým organizuje učební činnost žáků či studentů. Metoda představuje prostředek k dosažení vzdělávacího cíle. Volba metody závisí na několika

faktorech [30]: na učivu (předmětu, tématu konkrétní vyučovací hodiny), na věkových zvláštностech žáků, na intelektových předpokladech a učebních zkušenostech žáků, na organizační formě vyučování, na vybavení školy (počítače, didaktická technika, knihovna), na profesionálních a osobnostních předpokladech učitele.

Metody je možné klasifikovat podle různých hledisek, např. Mojžíšek [31] uvádí:

- pramen poznání a typu poznatků,
- aktivita a samostatnost studentů,
- myšlenkové operace,
- fáze výchovně vzdělávacího procesu,
- charakter aktivizace,
- obsah vzdělávání.

Ve výuce přírodovědných předmětů se uplatňují zejména praktické metody – manipulování, laborování a experimentování [24], které patří mezi metody žáky oblíbené [32]. Při výuce chemie jsou dále hojně využívány metody názorně demonstrační, mezi něž patří např. demonstrační pokus, exkurze. V současné době hrají velkou roli aktivizující metody, jejichž cílem je vést k rozvoji myšlenkové kultury žáků, rozvíjení iniciativy a poznávacích potřeb.

Potřeba inovací a změn vzdělávacího prostředí za použití vzdělávacího potenciálu současných technologií je zdůrazňována řadou renomovaných autorů [33]. Studium moderních konceptů školního prostředí založeného na informačních technologiích, které by vyhovovaly potřebám školního a celoživotního vzdělávání se přitom zabývají všechny vyspělé státy světa [34].

2.3 Edukační chemický experiment

Pojem edukační (běžněji školní) chemický experiment je ve větší míře užíván v pracích Holady [35]. Chápe jej zde jako výchovně-vzdělávací experimentální zdroj nových poznatků, popřípadě jako jejich verifikátor. Neomezuje se přitom pouze na školní vzdělávání, ale pracuje také se zájmovou činností dětí a mládeže, a dokonce i se zábavnými formami a metodami s chemickým podtextem (besídky, show, chemikály atp.).

Mezi hlavní funkce edukačního experimentu patří funkce informativní, formativní a gnozeologická. Experiment je tedy kritériem pravdivosti tvrzení, pouček, hypotéz a chemických zákonů. Je zdrojem nových poznatků (pro žáky), může ale sloužit i jako zdroj zábavy, má tak navíc funkci motivační, protože udržuje zájem žáků o chemii. Správně vedené

experimentování působí proti chemofobii, seznamuje žáky s možnými riziky a učí je účinně jim předcházet, případně správně řešit vzniklé problémy. Experiment je také nedílnou součástí vzdělávání učitelů chemie [36], kde může být i sofistikovanějším nástrojem didaktické transformace – modelem [37].

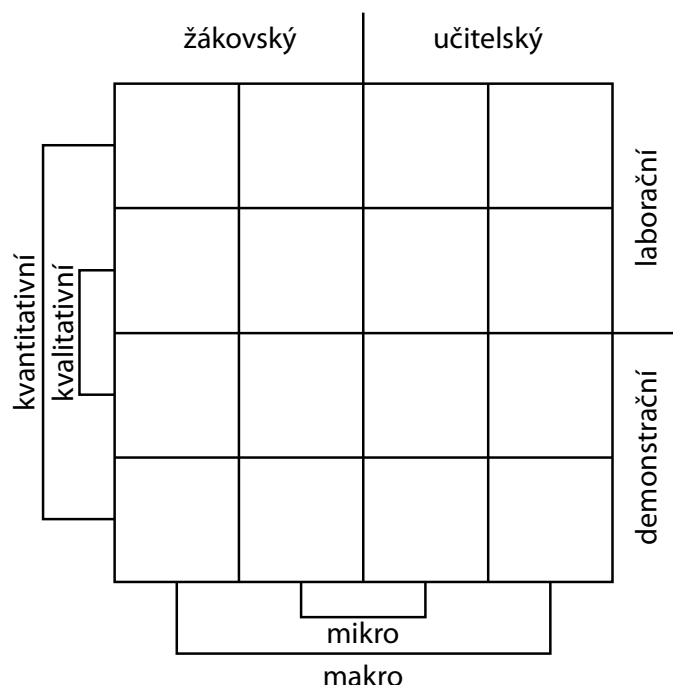
Na základních a středních školách můžeme v posledních letech pozorovat postupný úbytek experimentování, nejvíce je tento jev patrný na vyšším stupni víceletých gymnázií [38]. Ani s probíhající školskou reformou se situace ve školství zřejmě nezlepší, neboť na rozdíl od rámcového programu pro základní školu, kde je problematika experimentu jako takového poměrně pevně zakotvena, přistupuje rámcový program pro gymnázia k experimentům poněkud vágně. V RVP pro ZŠ se uvádí „Zvláště významné je, že při studiu přírody specifickými poznávacími metodami si žáci osvojují i důležité dovednosti. Jedná se především o rozvíjení dovedností soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry.“ [8] Naproti tomu v RVP pro gymnázia je uvedeno: „Žáci mají mít co nejvíce příležitostí postupně si osvojovat vybrané empirické i teoretické metody přírodovědného výzkumu, aktivně je spolu s přírodovědnými poznatky ve výuce využívat, uvědomovat si důležitost obou pro přírodovědné poznání, předně pak pro objektivitu a pravdivost i pro řešení problémů, se kterými se člověk při zkoumání přírody setkává.“ [9] Tvůrci školních vzdělávacích programů z řad učitelů na gymnáziích tak byli postaveni před nelehký úkol podložit nekonkrétní očekávané výstupy skutečným vzdělávacím obsahem. Na řadě škol se tak experiment prováděný přímo v hodině jako nástroj pro výklad v ŠVP vůbec neobjevuje (viz např. [39], [40] a [41]). Zajímavý je i genderový pohled na tuto problematiku v kontextu feminizace školství. Ze studií zahraničních autorů v této souvislosti vyplývá, že ženy-učitelky upřednostňují narativní styl vyučování a méně často zařazují názornou výuku (experimenty, modely) než jejich mužské protějšky [42].

Dalším hlediskem, které je potřeba v dnešní době pečlivě sledovat, je ekonomická náročnost pokusu. Ta závisí na ceně použitého nádobí a pomůcek, které se obvykle dají použít opakovaně, a na ceně chemikálií potřebných k provedení pokusu, které se většinou spotřebují nebo znehodnotí [43]

2.3.1 Klasifikace školních chemických experimentů

Pro klasifikaci edukačních experimentů můžeme použít dichotomické třídění s vědomím jeho nedostatků [44]. Kategorizovat můžeme např. podle osoby experimentátora, účelu, měřítka a exaktnosti. Při použití uvedených čtyř kritérií dostáváme 16 druhů školních pokusů (viz obrázek 1).

Kromě pokusů vyhraněně žakovských a učitelských, jsou také možné pokusy prováděné společně žáky a učitelem. Například při nácviu základních laboratorních úkonů, přičemž učitel dává instrukce a předvádí a žáci totéž provádějí po něm. Laboračním pokusem (žáků) se myslí právě nácvik laboratorních dovedností.



Obrázek 1 – Dichotomické třídění školních pokusů [44]

K demonstračním pokusům žáků je potřeba přistupovat obezřetně, případně je realizovat ve zmírněné formě, jako zapojení žáků do demonstračních pokusů učitele. V každém případě nesmí být ohrožena suverenita učitele a demonstrující (pomáhající) žáci by neměli být vyloučeni ze sledování výuky, psaní či kreslení si poznámek [35].

Demonstrační pokusy učitele jsou pro učitele daleko náročnější, než když je provádí sám pro sebe [36]. Je nutné např. respektovat obrácenou pravo-levou orientaci, umět uspořádat dějiště pokusu tak, aby vlastní průběh nerušily nadbytečné předměty, a v neposlední řádě dokázat

provedený pokus náležitě interpretovat. Zvláštní kapitolou je pak prezentace mikro- a semimikroaparatur a kvantitativních pokusů. Demonstrační pokusy je také možné nahrávat a poté prezentovat, případně doplnit o texty nebo slovní komentáře. Posledním trendem je tzv. digitalizace pokusů, při které vzniká plnohodnotný učební materiál, s výhodou použitelný při distančním vzdělávání [45].

Dichotomické třídění nevystihuje přesně kritérium měřítka pokusů. Ve školní praxi jsou poměrně rozšířeny pokusy semimikrotechnikou, podobně jako v chemii. Na některých školách jsou ještě k dispozici starší soupravy pro pokusy žáků [46] a [47]. Neznamená to však, že neexistují novější aparatury speciálně vytvořené pro výuku chemie – firma Lach-Ner spolu s pracovníky Katedry chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty společně vyvinuli přenosnou laboratoř chemie pro provádění pokusů při elementární výuce chemie [48]. Tato souprava obsahuje nejen aparaturu, ale také sborník se 40 pokusy a všechny chemikálie potřebné k jejich provedení. Souprava byla do prodeje uvolněna teprve nedávno (v roce 2011), takže zatím nejsou k dispozici relevantní údaje o jejím rozšíření na školách.

2.4 Informační a komunikační technologie ve výuce chemie

2.4.1 Edukační realita v podmínkách rozvíjející se informační společnosti

Vzdělávání v současné době hraje klíčovou roli v rozvoji společnosti. Globalizace a bouřlivý rozvoj technologií (zejména informačních) stimuluje diverzifikaci vzdělávacích systémů v celé řadě zemí. Společnost i vzdělávání se stávají pestřejšími, na druhou stranu, vzdělávání má výrazný vliv na společnost – má schopnost vyvolávat v ní změny a následně je propagovat. [49] Na nastalé změny reagují i instituce připravující učitele a Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy tak v roce 2007 zahájila práci na výzkumném záměru Učitelská profese v měnících se požadavcích na vzdělávání. [50] Základní myšlenkou výzkumného záměru je přitom snaha o zvýšení kvality výukových aktivit, rozšíření jejich možnosti pomocí efektivního využití potenciálu, který nabízejí informační a komunikační technologie (ICT), a vytvoření nových metod výuky založených na konstruktivním přístupu s ohledem na nutnost dalšího rozvoje informační výchovy na školách i při vzdělávání budoucích učitelů. [16] Dramatický rozvoj ICT, nárůst množství informací a jejich masivní pronikání do společnosti jsou jedním ze základních atributů vznikající informační společnosti [51], v níž informace a znalosti zprostředkované ICT jsou ve značné míře využívány pro podporu ekonomického, sociálního, politického a kulturního vývoje.

Ve společnosti existuje poptávka po širších znalostech, komunikačních dovednostech, schopnosti spolupracovat a také po schopnosti neustále se přizpůsobovat. Pregraduální a celoživotní vzdělávání nabývá na významu, protože do značné míry ovlivňuje kvalitu života a profesní rozvoj jednotlivců. Z hlediska dostupnosti technologií a možností využití široké škály vzdělávání vzniká riziko, že společnost bude rozdělena na skupinu úspěšných, kteří budou mít přístupem k informacím a moderním prostředkům informačních a komunikačních technologií, a těch neúspěšných, bez patřičného vzdělání. Vyspělé země se proto snaží, aby zajistily přístup k technologiím co nejširší skupině obyvatel, a to podporováním jejich informační gramotnosti [52].

Stále přetrvávající způsob vyučování založený na jednosměrném přenosu informací směrem od učitele ke studentům je nyní stále častěji konfrontován s možnostmi, které nabízejí současné informační a komunikační technologie, ať už se jedná o interaktivní prostředí obsahující nástroje pro manipulaci se vzdělávacím obsahem, vizualizaci informací nebo podporu kooperativního vyučování a komunikace mezi všemi účastníky vzdělávacího procesu. Nutnost inovovat a změnit výuku pomocí nových technologií zdůrazňuje řada renomovaných autorů [33]. Výzkum v oblasti využití ICT ve výuce obecně i v konkrétních předmětech tak nabývá na intenzitě ve všech vyspělých státech světa [34].

2.4.2 Využití ICT v přírodovědném vzdělávání

V současné době je pro výuku přírodovědných předmětů včetně chemie k dispozici řada informačních zdrojů – učebnice, odborné články či internet. Právě internet bývá častým zdrojem vizuálních materiálů, od statických obrázků až po videoukázky chemických experimentů nebo animací. [53] Práce s takovými materiály dnes patří mezi základní dovednosti každého učitele, obzvláště učitele přírodovědných předmětů. Učitel by měl být schopen multimediální prostředky využívat při řízení didaktického procesu, měl by si ale také osvojit dovednost vytvářet vlastní multimediální prezentace [54]. Pro chemii existuje kromě obecných produktů pro tvorbu vizuálních materiálů – MS PowerPoint, OpenOffice Impress, Adobe Photoshop, Illustrator – řada specializovaných aplikací, které slouží k prezentaci a zpracování chemických informací. Jedná se zejména o editory chemických struktur (ACD/ChemSketch, ISIS/Draw, Symyx Draw, Accelrys Draw/Discovery studio), povětšinou dostupné zcela zdarma nebo zdarma pro použití při výuce. Kromě nich je možné využít software určený pro simulace, či modelování chemických jevů. Pořízení takových programů však bývá nákladnější záležitostí (např. Spartan). Mezi další možnosti využití informačních a komunikačních technologií ve výuce přírodovědných předmětů (ale nejen jich) patří

například: demonstrační a motivační programy, výukové programy, programy k procvičování učiva, informační zdroje, encyklopedie, řízení experimentů a procesů, počítačové hry, virtuální realita. [55]

2.5 Vizualizace ve výuce chemie

2.5.1 Vymezení pojmu vizualizace a vizuálie

Vizualizací rozumíme operaci, která převádí zkoumaný jev do podoby vnímatelné zrakem. Zobrazované předměty včetně jejich zobrazení či znázornění, pak označujeme pojmem vizuálie [19]. Můžeme rozlišit různé formy kódování jevů: zobrazení (např. obrazy, fotografie, realistické kresby) a znázornění (např. grafy, ikony, piktogramy). Zobrazení představuje nižší stupeň abstrakce, znázornění stupeň vyšší. Vizuálie se obvykle dělí podle několika kritérií [56], [57], [58], která se mohou i velmi výrazně odlišovat. V. Spousta [19] uvádí následující:

1. způsob zobrazení skutečnosti (realistické, schematické, symbolické),
2. způsob prezentace (statická, dynamická vizuálie),
3. obsah zobrazované skutečnosti (předmět, kopie, model, symbol, znak),
4. forma zobrazení (dvojměrná, trojměrná vizuálie),
5. gnozeologická hodnota a funkce (míra schematizace, míra reliability, míra antientropického působení, míra komprimovanosti),
6. druh smyslových receptorů (pouze vizuální, audiovizuální),
7. psychologická hodnota a funkce (stimulační, aktivizační, koncentrační, kognitivně-regulační, imaginativní, systematizující, fixační, kreativizační, regenerační),
8. sociologická hodnota a funkce (komunikativní, orientační, regulační, humanizační, civilizační, selektivní, expresivní, identifikační, hodnotící, propagační, deklarativní),
9. edukologická hodnota a funkce (poznávací, vzdělávací, výchovná, komunikativní, transformující, reprezentující, organizační, informační, interpretační, akcelerační, fixační, rekapitulační, verifikační, demonstrativní, instruktivní, regulativní, facilitativní, dekorativní),
10. didaktická hodnota a funkce (motivační, expoziční, fixační, diagnostická, aplikační).

Ve výuce chemie se setkáváme se všemi uvedenými typy vizuálií, zvláštní uplatnění pak mají schematická (např. schémata chemických dějů) a symbolická (chemické vzorce) vizuálie.

2.5.2 Význam vizualizace pro výuku

V dnešní společnosti produkující obrovské, a stále narůstající, množství informací je hlavním úkolem vzdělávání vypěstovat schopnost zpracovat informace získané z různých zdrojů. Bez utřídění není prakticky možné udržet větší množství informací v paměti, a následně je využívat. Vizuelní symboly přitom tvoří značnou část lidského myšlení [59], vizualizace se tak může stát prostředkem funkčního spojení teoretického a empirického [19] a působit jako efektivní způsob přenosu informací. Efektivita tohoto přenosu pak závisí na mnoha faktorech včetně těch vytvořených společensko-kulturní konvencí. Například zobrazení teplotní mapy, kde je pro horké oblasti použita červená barva a pro oblasti studené modrá barva, je srozumitelnější, než při použití jiných barev nebo jen odstínů jedné barvy [60].

Největší roli ve vyučovacím procesu hrají schémata, modely a grafy, protože přednášenou realitu zjednodušují a upoutávají tak pozornost na to, co je na zobrazovaném jevu podstatné. Vzhledem k masovému rozšíření vizualizovaných informací, je však potřeba nejprve žáky připravit pro tzv. produktivní vnímání vizuálií [61] [62], tj. aby byli žáci schopni postihnout obsahovou náplň sdělovaných vizuelním objektem, aktivně s tímto objektem manipulovat, měnit ho a tvořivě používat při řešení problémů. Během výuky je pak nutné posilovat pasivní i aktivní vizuelní gramotnost. Pasivní gramotností přitom rozumíme schopnost vizuelia číst, porozumět jim. Aktivní gramotnost znamená, že je žák schopen vizuelia vytvářet, se všemi jejich charakteristickými vlastnostmi, tedy je schopen zobrazovaný jev abstrahovat, a znázornit to, co je u něj podstatné.

2.5.3 Technické aspekty vizualizace

Rozvoj vizualizace uplatňované v masových komunikačních prostředcích nepochybně vede ke zlepšování technické dokonalosti použitých vizuálií a k rozvoji technologií pro jejich vytváření [19]. Rozvoj výpočetní techniky pak přináší snadnou dostupnost takových prostředků i běžnému uživateli, v našem případě učiteli a žákům. Tento jev má vedle nesporných pozitiv (např. obrovské množství vizuelních materiálů dostupných v elektronické podobě) i negativní důsledek spočívající v nekontrolovatelné kvalitě materiálů. Přitom estetická úroveň a kvalita tvorby vizuálií má přímý vliv na jejich funkčnost a praktickou využitelnost [61]. Učiteli tak nezbyvá nic jiného, chce-li zachovat určitou úroveň kvality, než materiály pečlivě vybírat, případně je tvořit či aspoň dotvářet. Značnou pozornost je potřeba věnovat tomu, aby netextové prvky obsažené v použitých materiálech měly přímou souvislost s prezentovaným obsahem. Přemíra nerelevantních doprovodných prvků totiž odvádí pozornost studentů a komplikuje jejich vzdělávací proces [63].

2.5.4 Typy vizuálií charakteristických pro výuku chemie

Ve výuce chemie zaujímají určité typy vizuálií výsostné postavení. Je to dáno povahou chemie jako vědy, jejíž prvky se samozřejmě odrážejí i v její didaktice. Současní čeští autoři se zaměřují zejména na znázorňování struktury a reakcí chemických sloučenin [22], [64], [65]. Značný význam je pak přikládán úloze vizualizace v distančním vzdělávání, přičemž je akcentována zejména její aktivizační a motivační funkce [66].

Schéma

Schéma zobrazuje prvky určitého systému a vztahy mezi nimi formou nákresu. Místo realistických vyobrazení jsou obvykle použity symboly. Hlavní úlohou schématu je vypíchnout ze skutečnosti to podstatné, Typickými představiteli schémat jsou např. orientační plány, schémata elektrického zapojení, v chemii pak nákresy aparatur, schémata reakcí, chemické rovnice. Kromě zobrazování vztahů mezi reálnými objekty může schéma obsahovat abstraktní pojmy vyjádřené verbálně či neverbálně. Při vytváření a používání schémat je třeba dbát na to, aby nedocházelo k přílišnému zjednodušení a následnému nepodloženému zobecnění.

Model

Model je jedním z cílů vizualizace. Co se míry abstrakce týče, představuje mezistupeň mezi kopií a symbolem. Opět zjednodušuje vizualizovaný objekt, ponechává typické (nebo zkoumané) vlastnosti a podružné opomíjí, tím umožňuje hlubší vhled do struktury reality a napomáhá tak jejímu objasnění. Model může být východiskem i výsledkem poznání daného jevu [19]. Tzv. inspirativní model výzkumného pole je výchozím bodem pro bádání, umožňuje pojmenovat a definovat základní proměnné zkoumaného objektu. Je možné na něm stanovit výzkumné strategie a metody výzkumu. Prognostický model je naproti tomu vytvořen na základě výsledků výzkumu. Na jeho základě je pak možné (je-li utvořen dobře) najít tendence ve zkoumané realitě, případně předpovědět chování, které je třeba aktuálními metodami (fyzicky) neprozkoumatelné. Zatímco schémata používaná ve vědě se od těch ve škole příliš neliší, školní modely a modelování (podobně jako školní experimenty) jsou pro výuku specificky uzpůsobeny [67].

Graf

Termín graf nebo také diagram je užíván pro znázornění vztahů, postupů a funkčních závislostí mezi jevy [19]. V přírodních vědách se nejvíce setkáváme s grafy vyjadřujícími funkční závislost mezi veličinami. Vizualizace těchto závislostí usnadňuje a urychluje

vyhodnocení dat, případně umožňuje pomocí známých dat určit neznámé hodnoty (odečtení hodnot z grafu). Současná počítačová technika umožňuje snadné vytváření grafů, pokud jsou data v elektronické podobě, případně i sběr dat může být automatizován. Ve škole mohou být použity měřicí sady s napojením na počítače, které dokážou měřit vybrané fyzikální veličiny (např. teplotu, vodivost, elektrický proud) a okamžitě je zobrazovat v grafické podobě. Práce s grafy tohoto typu je běžně zahrnuta do výuky a v obecnějším použití tvoří součást tzv. funkční gramotnosti. Obecnějším druhem grafů jsou grafy ve smyslu diskrétní matematiky [68], tj. vrcholy (body) spojené hranami (čárami), ačkoli se o nich obvykle jako o grafech nehovoří. Pro tyto grafy se obvykle používá pojem diagram. Běžně jsou používány pro vyjádření vztahů mezi objekty (organizační diagramy) nebo pro znázornění na sebe navazujících činností (vývojové diagramy, síťové diagramy). Na strukturní chemické vzorce je také možno nahlížet jako na grafy, přičemž atomy jsou reprezentovány vrcholy a vazby tvoří hrany. Vysoce abstraktní formu představují vzorce organických sloučenin tvořené právě jen hranami a vrcholy mnohoúhelníků a lomených čar. Cesta k porozumění těmto vzorcům je na pomyslném konci řetězce skutečný objekt – obraz – model – symbol a bez postupného nabývání vizuální gramotnosti není pro žáky uskutečnitelná [19].

Tabulka

Tabulka představuje určité spojení schématu a verbální informace. Obsahuje více informací, ale zachovává přehlednost. Hlavní funkcí tabulky je registrace a enumerace. Tabulky jsou často kombinovány s grafy, přičemž graf slouží k rychlému zhodnocení celku a tabulka pak obsahuje detailnější informace. Používá se také pro vyjádření systému nebo hierarchie mezi tabelovanými položkami. Aby byla tabulka plně funkční, je potřeba dodržovat základní zásady: musí být srozumitelná i bez doplňujícího textu; pokud obsahuje číselné údaje, musí být použity stejné jednotky; měla by obsahovat jen podstatná data, např. místo vět jen hesla. Podobně jako u grafů, umožňuje současná počítačová technika efektivně vytvářet i vizuálně úpravné tabulky, dodržování uvedených zásad zůstává ovšem stále na uživateli.

2.6 Didaktická hra a její uplatnění ve výuce

2.6.1 Vymezení pojmu hra

Nakonečný [69] definuje jako hru takovou činnost, jejíž smysl je obsažen v jejím samotném provozování, které přináší uspokojení (činnost intrinsicky motivační). Jedna ze starších definic uvádí: „Hra je dobrovolná činnost, která je vykonávána uvnitř pevně stanovených časových a prostorových hranic, podle dobrovolně přijatých, ale bezpodmínečně závazných

pravidel, která má svůj cíl v sobě samé a je doprovázena pocitem napětí a radosti a vědomím jiného bytí, než je všední život“. [70] Hra patří mezi základní projevy živočichů včetně lidí, charakteristická je pak pro chování mláďat (dětí).

Lze proto soudit, že hra tvoří významnou součást života každého jedince, ať už je vykonávána vědomě či nevědomě. Hrou se zabývá řada autorů v různých oborech, jako je psychologie, pedagogika, sociologie nebo biologie. Hra je také oblíbeným tématem kvalifikačních prací v oborech zaměřených na přípravu učitelů, např. [71] a [72]. Pojem hry není u vědecké veřejnosti pevně ukotven a umožňuje nahlížení z mnoha různých hledisek. Jedním z jednodušších třídění patří rozdělení na hry spontánní a hry didaktické [73].

Spontánní hra je v tomto třídění chápána jako činnost, jejíž motiv leží v ní samé a účast se řídí přáním dítěte. Didaktická hra je naproti tomu uvědomělá činnost, která má specifický význam a účel. Je zdrojem motivace, zvyšuje aktivitu myšlení a rozumové úsilí, zlepšuje koncentraci pozornosti. Uvolňuje a rozvíjí tvořivý způsob uvažování, často cvičí představivost, paměť, kombinační a logický úsudek, umožňuje hledat taktické a strategické postupy. Obsahuje prvky napětí a soutěživosti, nezřídka též moment překvapení, a tím podněcuje k větší iniciativě i jinak pasivnější jedince. Na rozdíl od spontánní hry je účast na didaktické hře povinná, řídí se určitými pravidly danými z „vnějšku“ [74].

Caillois rozšiřuje a upřesňuje Huizingovo vymezení her a definuje hru pomocí následujících šesti vlastností [75]:

- svobodnost – hráč nemůže být ke hře nucen, aniž by hra okamžitě přišla o svou povahu přitažlivé zábavy,
- vydělení z každodenního života – hra je vepsaná do přesných a předem daných časoprostorových mezí,
- nejistota – průběh ani výsledek hry nemůže být předběžně určen, hráči a jeho iniciativě a invenci je nezbytně ponechán určitý prostor,
- neproduktivita – hra nevytváří ani hodnoty ani majetek ani žádné nové prvky a která nakonec vyústí v situaci identickou, jako byla na počátku hry,
- podřízenost pravidlům, která pozastaví po dobu hry působnost běžných zákonů a zavedou během trvání hry zákony nové, které jediné ve hře platí,
- fiktivnost, doprovázená specifickým vědomím alternativní reality nebo neskrývané iluze ve vztahu k běžnému životu

2.6.2 Funkce hry

Hry zasahují do všech oblastí lidského konání a provázejí člověka na různých úrovních vývoje. Hrají si malé děti na hřišti, žáci ve škole, dospělí se baví s přáteli při společenských hrách nebo starší lidé s vnoučaty. Hru můžeme provozovat sami, ve dvojici, menší skupině i ve větším kolektivu. Hrát si lze se známými i se zcela neznámými lidmi, prostřednictvím přímého kontaktu nebo kontaktu na dálku (pomocí nejrůznějších komunikačních prostředků, dnes zejména internetu). Společným jmenovatelem všech těchto činností je rozdílnost od práce a učení. Hra má aspekt poznávací, procvičovací, emocionální, pohybový, motivační, tvořivostní, fantazijní, sociální, rekreační, diagnostický, terapeutický [76]. Uvedené aspekty nejsou vždy rovnoměrně zastoupeny, protože každá hra má jiný průběh a cíl, hráči mohou mít různé schopnosti atp. Dále jsou uvedeny vybrané čtyři funkce podrobněji: motivační, poznávací, diagnostická a sociální.

Vávrová uvádí funkce motivační, instrumentální, diagnostické a existenciální. [73]. Motivační funkce je nejčastějším důvodem, proč je hra ve výuce používána. Je dána přirozeností člověka hrát si, a předpokládá se, že hraní jako takové je dostatečným motivem. Učitel tak nemusí motivaci hledat ani pojmenovávat, jako u ostatních výukových činností.

Z psychologického hlediska jsou motivy faktory, které aktivizují lidské chování, zaměřují je na určitý cíl a v tomto směru je udržují po určitou dobu. Takto navozené jednání směřuje k uspokojení určité potřeby [77]. Mezi psychosociální potřeby člověka patří mimo jiné i potřeba seberealizace, tedy snaha rozvinout své schopnosti a dovednosti a konfrontovat se s ostatními. Prostředkem pro její uspokojení se stává například dobrý výkon, úspěšnost v určité roli nebo pozitivní hodnocení, což výrazně ovlivňuje sebehodnocení a nalezení hodnoty sebe sama. Podle Vágnerové je již samotná herní činnost e bohatým zdrojem motivů. Jednak díky zábavnosti vlastní aktivity, za druhé díky cíli, jehož dosažení vede k uspokojení jedince (odměna, pocit vítězství, pocit, že se mi něco podařilo, že jsem něco dokázal, atp). U motivační funkce hry je potřeba sledovat také sledujeme vyšší cíle – vnější motivace nesmí převládat nad tou vnitřní. Vnější motivace je přitom dána uspokojením výše uvedených potřeb, na rozdíl od vnitřní motivace, které je podstatně hlubší a překračuje rámec činnosti samotné. U didaktické hry se vnitřní motivace jedince může projevovat například jako zájem o určitý obor, o řešení problémové situace nebo o studium jako takové. Tyto aspekty nejsou bezprostředním cílem hry, ale cílem metody využívající hru. Proto je lze považovat za vrcholný úspěch herní činnosti. Lákavou se pak stává hra o to více, čím je běžná činnost jedince nudnější a stává se stereotypní. Hra svou přirozeností a motivační funkcí stojí proti

tomuto trendu. Pro člověka se stane vítaným oživením, jelikož zapojuje více smyslů najednou. Aktivizuje soustředění a myšlení, u her pohybových pak i fyzickou stránku jedince.

Další z didaktických funkcí hry je funkce instrumentální, kterou se rozumí získávání určitých vědomostí či dovedností nebo jejich posilování a opakování. Podle Komenského totiž „Jednati s vrozenými schopnostmi tak, jak vyžaduje jejich přirozenost, tvoří základ utěšeného pokroku.“ [78]. Už na první pohled je vidět, že hra jako spontánní a přirozená činnost přispívá k právě takovému pokroku i ve výuce.

Diagnostická funkce spočívá v tom, že umožňuje učiteli, který zde vystupuje v roli vedoucího hry, poznat hloubku a kvalitu znalostí žáků – hráčů. Vhodně zvolená a správně vedená didaktická hra může odhalit povrchní poznatky, případně v další fázi pomáhat s odstraněním formalismu. Diagnózu pomocí hry neprovádí jen učitel. Během herní činnosti poznají své silné a slabé stránky obvykle i samotní žáci. Motivace pak může žáka přimět k tomu, aby na sobě zapracoval, ať už jde o motivaci vnější nebo vnitřní.

Hra má v neposlední řadě ještě jednu významnou funkci – sociální. Člověk se učí být součástí kolektivu, se kterým spolupracuje, nebo mu naopak oponuje. Vyzkouší si určité role, prozkoumává hranice svých možností a hranice ostatních. Učí se hrát „fair play“, aktivně tvořit, myslet na cíle kolektivu, a tím přispět k úspěchu nejen svému, ale celé skupiny. Zažije jak výhru, tak i prohru, se kterou je nezbytné se vyrovnat. To vše spoluutváří jeho vlastní osobnost i charakter ostatních [73].

2.6.3 Místo hry ve výuce

Komenský v Didaktice uvádí: „Způsob předkládání jim všeho takový být musí, aby jim všecko učení nepřicházelo jinak než jako hra a kratochvíle.“ V Didaktice analytické potom blíže specifikuje, že vyučovat správně, kromě jiného, znamená docílit toho, aby se „žák učil s chutí“ [78]. K získání oné chuti k učení nám může pomoci právě hra, jako jedna z aktivizujících metod výuky.

Nejen zábavnost řadí hru mezi důležité prvky vyučování. Houška uvádí pedagogické principy nezbytné pro úspěšné a efektivní vyučování. Vychází z obecně přijímaných zásad Komenského a prohlubuje je o své vlastní, například o „princip učení ve druhém plánu“. [79] Jedná se o mimointencionální učení, tedy takové, kdy dochází ke vnímání a zapamatování si věcí, aniž bychom se o to vědomě snažili. Dobře vytvořené a prováděné didaktické hry využívají právě tohoto typu učení, kdy si žáci hrají a přitom se neuvědoměle učí.

Důležitost hry spočívá v její komplexnosti. Neomezuje se pouze na předávání zlomků vědomostí a tak může i lépe vychovávat [79]. Didaktická hra totiž nutí hráče (žáky) využívat poznatky a dovednosti a do značné míry zapojovat životní zkušenosti [76]. Ostatně příprava žáka, a později studenta na život je jednou z klíčových úloh školy. V aktuálně probíhající reformě školství je tento princip dokonce formálně zakotven v rámcových vzdělávacích programech formou klíčových kompetencí a dalších doporučení: „To předpokládá uplatňovat ve vzdělávání postupy a metody podporující tvořivé myšlení, pohotovost a samostatnost žáků, využívat způsoby diferencované výuky, nové organizační formy, zařazovat integrované předměty apod.“ [9] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia hru explicitně nezmiňuje, ale škola (učitel) může její zařazení do výuky snadno obhájit pomocí nových organizačních forem a způsobů diferencované výuky.

Využití hry pro rozvíjení schopností žáků má však také svá omezení a úskalí. Ne všichni autoři se shodují na tom, že hra je dostatečně efektivním prostředkem pro zlepšení výuky. Některé výzkumy ukazující na vztah mezi očekávanými akademickými úspěchy a testy měřícími paměťové schopnosti prudce zvýšily popularitu her, které trénují paměť (např. Brain Training [80]). Bohužel se ukazuje, že tyto hry spíše vedou k nácviku toho, jak úspěšně projít testy, ale nemají velký vliv na skutečný úspěch ve škole. Přes uvedené nedostatky jsou takové hry zařazovány do výuky s nadějí, že povedou ke zlepšení školní úspěšnosti žáků [81]. Pozitivní efekt hry může být zapříčiněn prostým opakováním – pokud nějakou činnost trénujeme dostatečně dlouho, zlepšujeme se v ní, takže tréninkem testů určených pro sledování vybraných schopností a dovedností zcela jistě dosáhneme lepšího skóre v těchto testech. Není už ale jisté, že takto dosažený výsledek znamená skutečné zlepšení ve sledovaných dovednostech [82]. Na obranu paměťově zaměřených her uvádí Doman argument: „Naše učení je přímým obrazem toho, jak dobře přijímáme, zpracováváme, ukládáme a využíváme informace.“ [83]. Tento přístup pak dává určitou naději, že hry určené k trénování paměti mohou být při výuce užitečné.

V neposlední řadě je potřeba si uvědomit, že ne všechny „hry“ použité při výuce, jsou skutečně hrami. Pokud například s žáky učitel hraje „hru Riskuj“, a vítěz je odměněn jedničkou, je porušen rys neproduktivity hry. Některé výzkumy pak ukazují, že u hry, ze které neplyne žádná odměna (hmotná či nehmotná) vydrží hráči déle, než u „hry“, kde je výkon odměněn [75].

Hrou ve výuce chemie se dlouhodobě zabývá Holada [84], přičemž se věnuje hlavně hrám fyzickým – se skutečnými objekty. Vesměs jde o modifikace tradičních společenských her (domino, pexeso, kvarteto, mariáš, puzzle atp.), které využívají chemické učivo jako zdroj herního obsahu – hru tak využívá jako motivační ale i výukový prostředek (opakování) pro teoretické části chemie. Nechybí ovšem ani zcela chemické hry experimentálního typu, při nichž žáci provádějí chemické experimenty podle určitých – herních – pravidel.

2.7 Akční výzkum v přírodovědném vzdělávání

Pojem akční výzkum není doposud v odborné literatuře pevně zakotven, přestože se objevuje již několik desítek let. O jeho definici či klasifikaci se pokoušela řada autorů, např. Noffke [85] se zabývá osobními, profesními a politickými aspekty akčního výzkumu, McKernan [86] se naproti tomu věnuje způsobům, jakým aktuální ideologie ovlivňuje design výzkumu. V anglosaském vzdělávacím systému je akční výzkum používán zejména ke kritickému hodnocení a inovacím kurikula, v českém školství si své místo teprve hledá. Je zde chápán jako druh pedagogického výzkumu, jehož účelem je přímo ovlivňovat či zlepšovat určitou část vzdělávací praxe. Akční výzkum přitom zahrnuje intervenční strategie, navrhuje určitá doporučení a pokouší se je realizovat, průběžně sleduje efekty změn a vyvozuje z nich další postup [76]. Je možné jej považovat za určitou alternativu k tradičnímu pedagogickému výzkumu [87], se kterým nese některé společné rysy – sběr dat, empirii a řešení daného problému. Hlavním znakem akčního výzkumu je, že je ve školní praxi prováděn učitelem přímo při výuce, tj. výzkumník se účastní experimentu a sám jej ovlivňuje, na rozdíl od tradičního výzkumu, kde výzkumník stojí stranou. Akční výzkum je také obvykle prováděn ne jednou, ale několikrát za sebou, v cyklech. Jednou větou tak může být charakterizován jako „systematická reflexe vyučujících prováděná za účelem zlepšení výuky“ [88].

Využitím akčního výzkumu v přírodovědném vzdělávání se zabývá např. Feldman [89], a to v oblastech: vzdělávání učitelů a jejich profesní rozvoj, výzkum výuky přírodovědných předmětů, vytváření kurikula a jeho implementace ve školní praxi. Ve všech případech je učitel výzkumníkem, ať už zkoumá své vlastní výukové metody, podílí se na zlepšování výuky svých kolegů nebo spoluvytváří vzdělávací dokumenty. Hewson a jeho tým využívá prvky akčního výzkumu již při přípravě budoucích učitelů [90]. Studenti učitelství přitom sami navrhují, provádějí a prezentují výzkumné projekty, při nichž si vedou záznamy reflexí ze svojí výuky, což jim umožňuje soustředit se na zkoumání konceptů, které si jejich žáci při výuce vytvářejí. Z našich autorů patří k nejvýznamnějším Janík [91], značné pozornosti je

akčnímu výzkumu věnováno na poli didaktiky matematiky. Např. Stehlíková [92] jej využila k analýze a zlepšení vysokoškolské výuky v kurzu Geometrické transformace – analytická metoda. Jirotková a Kratochvílová [93] vedly výuku formou experimentování, během kterého studenti konstruovali jednotlivé poznatky bez pomoci učitele. Autorky podrobně popisují akci, vlastní výuku, z mnoha hledisek, což přináší nejen vhled do procesu konstrukce poznatků studenty, ale také ukazuje jak prostřednictvím akčního výzkumu zkoumat a zlepšovat vlastní výuku. Do oboru vzdělávání v chemii proniká až v poslední době [23].

2.7.1 Fáze a typy akčního výzkumu

Různí autoři uvádějí různé prvky akčního výzkumu. Nezvalová [87] se omezuje na akci, reflexi a revizi, Whitehead [94] používá pět fází:

- problém, který se objevil v praxi,
- představa o řešení problému,
- aktivita k zvolenému řešení,
- vyhodnocení výsledků aktivit, vedoucích k řešení problému;
- modifikace problému.

Sagor [95] také uvádí pět kroků:

- formulace problému,
- sběr dat,
- analýza dat,
- sdělení výsledků,
- akční plán.

Hendl [96] považuje za zásadní dva kroky – definování problému praxe a cíle změn a pokračování projektu spočívající ve stálém pohybu mezi sběrem informací, reflexí a praktickou akcí.

Podle pořadí kroků je možné rozdělit akční výzkum na dva typy: proaktivní a reaktivní. V proaktivním výzkumu přechází vlastní akce sběru a analýze dat. „Učitelé nejprve vyvíjejí aktivity a posléze studují efekty, které jsou výsledky těchto aktivit. Aktivní akční výzkum inspiruje učitele, aby se pokusili o nové přístupy. Jejich inspirace může vycházet z reflexe jejich minulých zkušeností, zkušeností kolegů nebo studentů. Vyjadřuje nové naděje a aspirace do budoucnosti“ [97].

2.7.2 Metody akčního výzkumu

Při akčním výzkumu se uplatňují zejména metody kvalitativního výzkumu. Hlavní skupinu metod sběru dat tvoří naslouchání vyprávění, kladení otázek lidem a získávání jejich odpovědí. Dotazování zahrnuje různé typy rozhovorů, dotazníků, škál a testů. Tyto metody se dají použít samostatně, jako např. u dotazníkových šetření, nebo v kombinaci s jinými metodami. [96]

Otázky použité v kvalitativním dotazování se dají kategorizovat podle různých kritérií. Asi nejnámější typologie je Pattonova [98], který uvádí šest typů:

- otázky o zkušenostech chování,
- otázky o názorech a hodnotách,
- otázky o pocitech,
- otázky o znalostech,
- otázky o vnímání,
- otázky demografické a kontextové.

Každou otázek je přitom možné směřovat do minulosti, přítomnosti či do budoucnosti.

Mezi nejdůležitější techniky kvalitativního dotazování patří [96]:

- Strukturovaný otevřený rozhovor – vychází z řady otevřených, pečlivě formulovaných otázek, na něž mají jednotliví respondenti odpovědět. Je obzvláště vhodný, není-li možné jej opakovat, či jako vstupní a závěrečný rozhovor v rámci intervenčního programu. Nevýhodou je určitá restrikce tématu.
- Rozhovor s návodem – řídí se seznamem otázek nebo témat, která se mají během rozhovoru probrat, pořadí není předem dáno, jako u strukturovaného rozhovoru, tazateli je ponechána volnost přizpůsobit se podle situace.
- Neformální rozhovor – spoléhá na spontánní generování otázek v přirozeném průběhu interakce, např. při zúčastněném pozorování. Informátor si při něm nemusí být vědom, že jde o explorační rozhovor. Hlavní výhoda neformálního rozhovoru spočívá v tom, že zohledňuje individualitu a umožňuje tazateli pružně reagovat na změny situace. Nevýhodou může být delší čas nutný k získání potřebných informací i k jejich následnému třídění.

- Narativní rozhovor – vychází ze skepse vůči možnosti získat přístup k informacím pomocí schématu otázka–odpověď. Může být zaměřen na předem definované téma v biografii jedinců, nebo může jít o vyprávění o celém životě. Druhá možnost je považována za přínosnější [99]. Má čtyři fáze: stimulace, vlastní vyprávění, kladení vyjasňujících otázek a kladení zobecňujících otázek.
- Fenomenologický rozhovor – je další formou rozhovoru zaměřeného na historii života dotazovaného, ten má pak dávat význam svému jednání v konkrétních sociálních situacích. Skládá se ze tří rozhovorů prováděných v časovém rozestupu několika dnů: o historii, o podrobnosti zkušeností a o reflexi zkušeností.
- Skupinová diskuze, skupinové interview a vyprávění – využívají zkušenosti, že se při nich uvolňují racionalizační schémata a psychické zábrany, což vede k odhalení postojů a způsobu jednání diskutujících. Problematické bývá již sestavení skupiny. Ta může vzniknout přirozeně při běžném životě, nebo je vytvořena uměle, podle určitých kritérií vyplývajících z vědeckého záměru. Skupina může být homogenní nebo heterogenní. U heterogenní skupiny se předpokládá ozřejmění více aspektů zkoumané problematiky. [100]

Kromě dotazování je obvyklou součástí kvalitativního výzkumu pozorování. Na rozdíl od dotazování v sobě nenesou názory zkoumaného jedince, představuje tak snahu zjistit, co se skutečně děje. Získávání informací se nemusí omezit pouze na vizuální impulzy, často je i o sluchové, čichové a pocitové vjemy [96]. Pozorování lze klasifikovat dichotomicky podle následujících dimenzí:

- skryté – otevřené,
- zúčastněné – nezúčastněné,
- strukturované – nestrukturované,
- v umělé situaci – v přirozené situaci,
- pozorování sebe samého – někoho jiného.

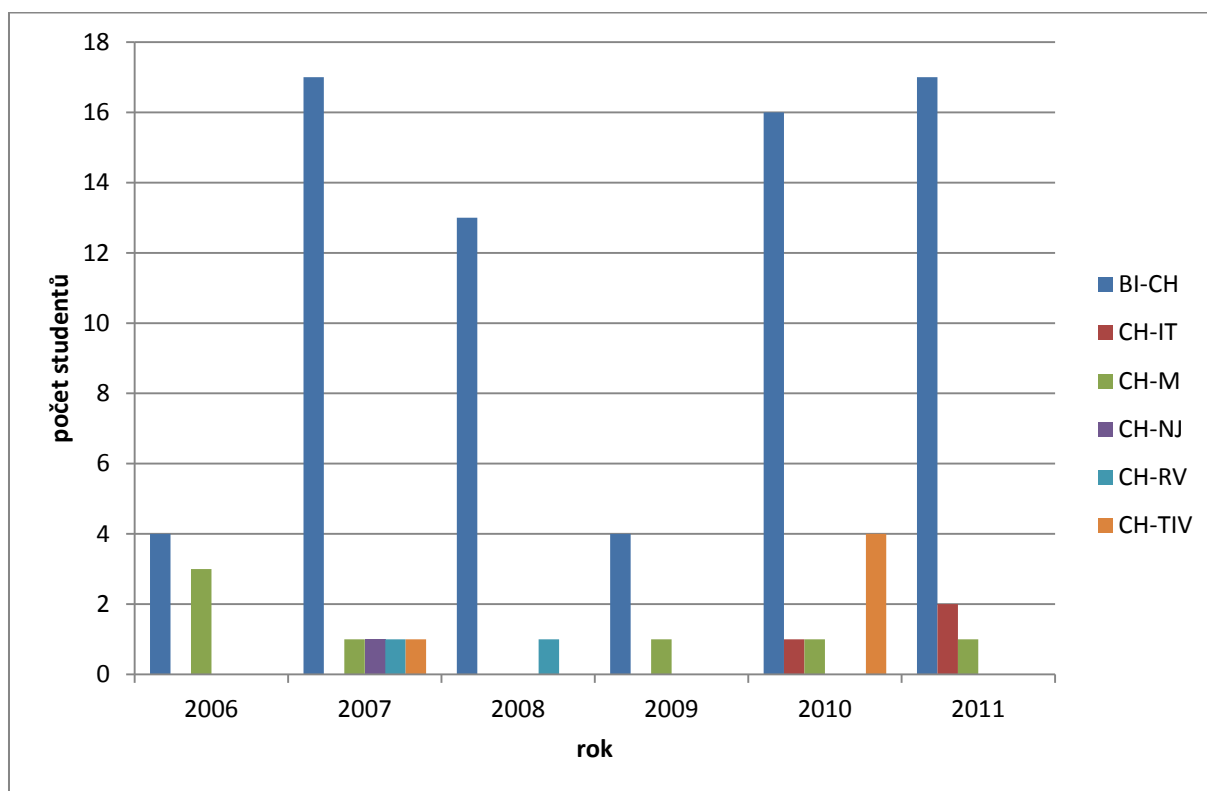
Škála „zúčastněné–nezúčastněné“ bývá chápána kontinuálně s mezistavy: účastník jako pozorovatel a pozorovatel jako účastník. Mezi nejdůležitější metody kvalitativního výzkumu se řadí zúčastněné pozorování [101]. Je obzvláště vhodné v případech, kdy je zkoumaný jev málo prozkoumaný, existují velké rozdíly mezi pohledy členů a nečlenů sledované skupiny

nebo zkoumaný jev není přístupný pohledu mimo skupinu. Zúčastněné pozorování je ve velké míře využíváno v sociologických výzkumech, kde je akcentováno vytváření přátelského a důvěryhodného vztahu mezi výzkumníkem a zkoumanými. Takto připravené prostředí totiž umožňuje výzkumníkovi získat informace nejen z vlastní, přímé, zkušenosti, ale i ze zkušenosti zprostředkované účastníky výzkumu [102].

3. Metodologie

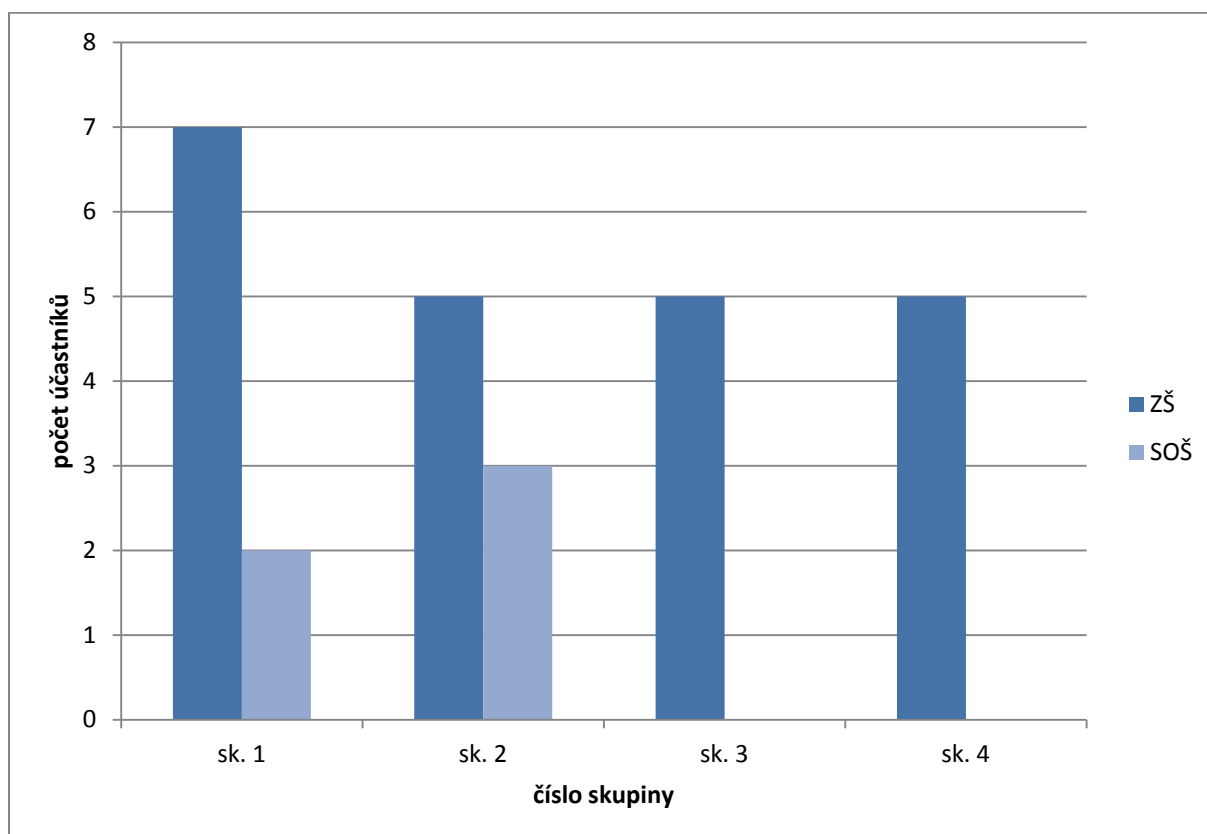
3.1.1 Výzkumný vzorek a metody sběru dat

Pro získání informací vedoucím k naplnění prvního cíle práce jsem zvolil dva vzorky. První vzorek byl tvořen studenty oboru učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro základní školy a střední školy (případně učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro druhý stupeň základní školy) – chemie v kombinaci s jiným předmětem (matematika, rodinná výchova, biologie, výchova ke zdraví, informační technologie, technická a informační výchova), studijního programu učitelství pro střední školy, zapsanými ke studiu na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy v Praze v letech 2006 až 2011. Studenti navštěvovali kurzy ICT ve výuce chemie a Modelové školní experimenty, kde jsem vedl výuku. Výzkumu se zúčastnilo celkem 89 studentů, z toho 69 v předmětu ICT ve výuce chemie a 20 v předmětu Modelové školní experimenty. Většina účastníků měla v době sběru dat absolvovanou pedagogicko-psychologickou praxi, souvislou praxi oborovou na základní škole a souvislou oborovou praxi na střední škole. Skupiny byly heterogenní z hlediska oborů studia, pohlaví účastníků a částečně i ročníku studia.



Obrázek 2 – Rozložení oborů studia ve vzorku studentů

Druhý vzorek byl tvořen učiteli na základních a středních školách ve Středočeském kraji, kteří absolvovali akreditované kurzy celoživotního vzdělávání v rámci projektu Alma Mater Studiorum [103] uskutečňovaném Pedagogickou fakultou Univerzity Karlovy v Praze v letech 2010 až 2012, kde jsem vedl kurz s názvem Proč se nebát chemie [104]. Výzkumu se zúčastnilo 25 učitelů, kteří byli rozděleni do čtyř skupin o podobné velikosti, kromě poslední, početnější skupiny (počty členů ve skupinách: 5, 5, 6 a 9). Tyto skupiny byly heterogenní z hlediska vyučovaných předmětů (aprobací), věku a délky praxe. Z hlediska pohlaví se jednalo o homogenní skupiny, uvedených kurzů se účastnily pouze ženy (nikoli záměrně).



Obrázek 3 – Zastoupení typů škol ve vzorku učitelů

K získání informací, které by umožnily naplnění prvního výzkumného cíle – identifikovat aktuální problémy při výuce chemie, jak je vnímají učitelé chemie a studenti učitelství chemie, a porovnat je s doposud zveřejněnými výzkumy – jsem u obou vzorků použil ohniskové skupiny [105] a s vybranými účastníky jsem provedl strukturovaný rozhovor.

3.1.2 Výsledky a jejich interpretace

Tématem diskuzí v rámci ohniskových skupin byly aktuální problémy při výuce chemie, se kterými se účastníci setkávají při svém působení na školách (u studentů v rámci souvislých a

náslechové praxi, u učitelů při vlastní výuce). Z diskuzí jsem pořídil psaný záznam a následně provedl jeho kódování. Nejčastěji zmiňované problémy jsem rozdělil do kategorií: organizace výuky, obsah učiva, vyučovací metody, pomůcky a materiál, žáci.

kategorie	popis problému
obsah učiva	nedostatek moderních témat a poznatků v učebnicích často chybějící propojení na praktický život obtížnost některých oblastí chemie (obecná chemie)
vyučovací metody	velký podíl frontální výuky u učitelů na školách absence inovativních metod výuky (problémová výuka)
pomůcky a materiál	nízké materiální zabezpečení pro chemické experimenty (chemikálie, sklo) učebnice pro ZŠ staršího data
žáci	obtíže s udržení pozornosti

Tabulka 1 – Kategorizace problémů při výuce chemie (studenti)

Uvedené problémy jsou shrnutím výroků, které se objevovaly během diskuze nejčastěji. Nejedná se o kompletní výčet, ani není možné je zobecnit na všechny školy (vzhledem k velikosti vzorku). Pro účely získání určitého výchozího bodu v dalším postupu práce ovšem postačují. Studenti ve skupině se poměrně často na praxích setkávali se „zastaralým učivem“, což bylo dáno zejména na základních školách používáním starších učebnic (z 90. let) chemie. U některých učitelů pak pozorovali velký podíl frontální výuky a téměř absenci demonstračních pokusů. Pro řadu studentů bylo překvapením, že se prakticky neseťkali s aktivizujícími metodami výuky (problémová výuka, projektové vyučování), přestože jsou pro ně v jejich didaktické přípravě běžnou záležitostí. Při vlastní výuce praktikujících studentů se jevíly některé oblasti chemie jako obtížněji (didakticky) zvládnutelné – zejména obecná chemie – kvůli vysoké míře teoretičnosti a nedostatku dostupných experimentů a jiných motivujících prostředků, kterými by mohli žákům učivo přiblížit. Na některých školách se vyskytly problémy s udržení pozornosti žáků, což může být dáno i nižší mírou zkušenosti studentů. Technická vybavenost informačními a komunikačními technologiemi se ukázala jako dostatečná, na většině škol, kde praxe probíhaly, mají v učebně chemie (nebo společné učebně přírodovědných předmětů) počítač s dataprojektorem, u řady škol, zejména

základních, patří k vybavení i některá z interaktivních tabulí (SmartBoard, ActiveBoard, eBeam).

kategorie	popis problému
organizace výuky	nemožnost rozdělit žáky do menších skupin („půlení hodin“) nižší hodinová dotace časová náročnost přípravy experimentů
obsah učiva	nedostatek moderních témat a poznatků v učebnicích nízká informovanost o zdrojích zaručených informací
pomůcky a materiál	špatné materiální zabezpečení pro chemické experimenty (chemikálie, sklo, média) obtížná orientace v prezentačních materiálech (z internetu)
žáci	obtíže s udržení pozornosti, nedostatek motivace vznik formálních poznatků špatná práce s informacemi (internet)

Tabulka 2 – Kategorizace problémů při výuce chemie (učitelé)

Ve skupinách učitelů převažovaly problémy organizačního a materiálního charakteru – nejčastěji si stěžovali na snižování hodinové dotace výuky chemie a ubývání tzv. půlených hodin, kdy pracují pouze s menším počtem žáků (cca 15), což vede k omezování laboratorních cvičení. Řada učitelů omezuje zařazování demonstračních pokusů do běžné výuky z důvodu časové náročnosti jejich přípravy, nebo kvůli nedostatku potřebných chemikálií. Všichni účastníci se shodli na tom, že by potřebovali nové pokusy, které by byly dostatečně jednoduché, efektní a přitom využívaly látky, které jsou běžně dostupné. Učitelé, kteří používají starší učebnice chemie, měli problémy s propojením některého učiva na reálný život a zároveň popisovaly určité obtíže v získávání materiálů z internetu, zejména z hlediska věrohodnosti uvedených informací. Stejný fenomén popisovali i u svých žáků, kteří často nejsou schopni posoudit vypovídací hodnotu informačních zdrojů a prezentují texty stažené z internetu nekriticky jako pravdivé. V oblasti obecné chemie bylo některými účastníky uváděno pozorování vzniku formálních poznatků, zřejmě v důsledku nedostatku experimentální podpory učiva a menší dostupnosti vizuálních materiálů.

Zjištěné výsledky je potřeba vnímat jako výstupy poměrně úzké skupiny respondentů. V žádném případě je nelze zobecňovat na školství v celé české republice. Také je potřeba brát do úvahy fakt, že cílem zjišťování byla identifikace problémů, takže i když výsledky vyznívají značně negativně, neznamená to, že studenti či učitelé nemají žádné pozitivní zkušenosti s výukou chemie.

3.1.3 Výběr oblastí pro další zpracování

S ohledem na informace získané od skupin studentů učitelství chemie a učitelů chemie na základních a středních školách jsem pro další postup práce vybral problémové oblasti, u kterých se domnívám, že je možné je řešit prostřednictvím většího zapojení informačních a komunikačních technologií, zejména s ohledem na vizuální stránku věci. V následující části jsou uvedeny konkrétní výstupy každé z oblastí: vizualizace, výukové prostředky, didaktická transformace učiva, využití počítačových her.

4. Praktická část

4.1 Vizualizace

Počítačová grafika hraje v dnešní době ve vizualizaci obecně hlavní roli – prakticky všechny obrazové materiály jsou zpracovávány, či přímo vytvářeny pomocí počítačů. Tato část práce je zaměřena na oblasti výuky chemie, kde je obraz primárním objektem.

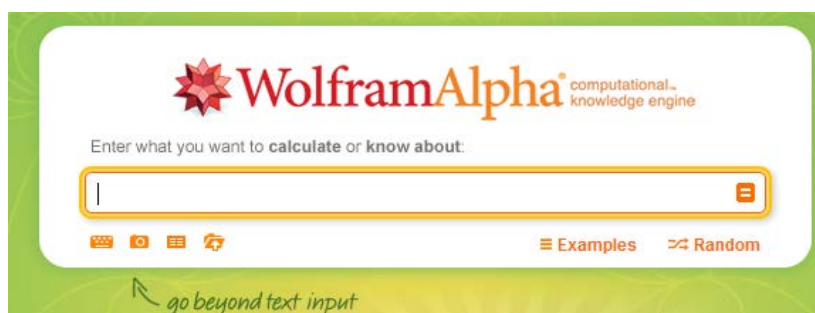
4.1.1 Využití nástrojů společnosti Wolfram Research

Společnost Wolfram Research, Inc., je po mnoho let spojena s programem Mathematica, který patří mezi špičkové produkty na poli programsů pro symbolické výpočty, takzvané computer algebra systémy (CAS). Svým pojetím je tento produkt předurčen pro využití ve vědě, výzkumu a vývoji jako velice silný výpočetní nástroj. V posledních letech lze však pozorovat výraznou snahu firmy Wolfram Research, Inc., oslovit širší skupinu uživatelů a nabídnou své produkty i středním a základním školám. V rámci této nabídky se objevují jak specifické produkty určené pro tuto cílovou skupinu (např. Mathematica Explorer), tak se rozšiřují možnosti produktů stávajících. Z pohledu učitele chemie je jistě zajímavé, že firma Wolfram Research, Inc., používá ve svých produktech přístup do význačných chemických databází, z nichž dokáže data nejen čerpat, ale i dále zpracovávat a vyhodnocovat. [106]

Učitelé a nástroje ICT

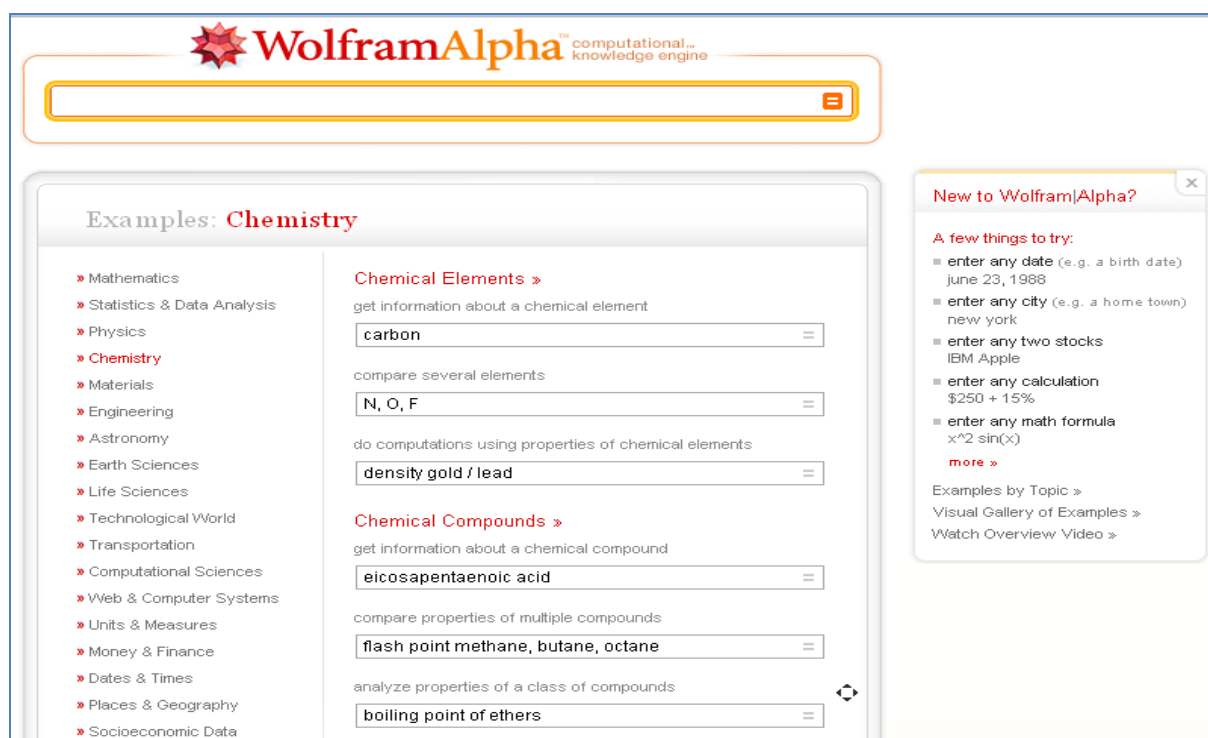
Učitele, lze podle vztahu k informačním technologiím rozdělit do 4 skupin. První skupinu tvoří učitelé, kteří informační technologie nepoužívají. Druhou představují učitelé, kteří přejímají kompletní nástroje a používají je přesně tak, jak byly vytvořeny. Třetí skupinu tvoří učitelé, kteří nástroje pro výuku v některých případech modifikují. Do čtvrté řadíme učitele, kteří jsou schopni sami nástroje pro výuku vytvářet. Učitelé samozřejmě mohou procházet vývojem a jejich vztah k ICT se může v průběhu času měnit. V následujícím textu jsou představeny nástroje, které mohou učitelé ve své výuce používat přímo a zdarma, bez toho, aby je museli nějakým způsobem upravovat. Zároveň jsou uvedeny i způsoby, jak lze s využitím plné verze programu Mathematica upravovat, případně i vytvářet nástroje vlastní.

WolframAlpha



Obrázek 4 – Vyhledávací pole WolframAlpha [107]

WolframAlpha je on-line nástroj dostupný na specializovaných webových stránkách (<http://www.wolframalpha.com>). Na první pohled se jedná o vyhledávač (viz obrázek 4), autoři však volí označení *computational knowledge engine*. Tímto názvem chtějí autoři produktu vyjádřit, že se nejedná o pouhý nástroj, který informace vyhledává, ale že systém zároveň informace zpracovává, vyhodnocuje a provádí požadované výpočty. V nabídce *Examples by Topic* lze nalézt konkrétní ukázky toho, jak lze zadávat otázky z oblasti chemie a ukázku okruhů, na něž je možné se ptát. Jaké informace WolframAlpha tedy WolframAlpha nabízí?

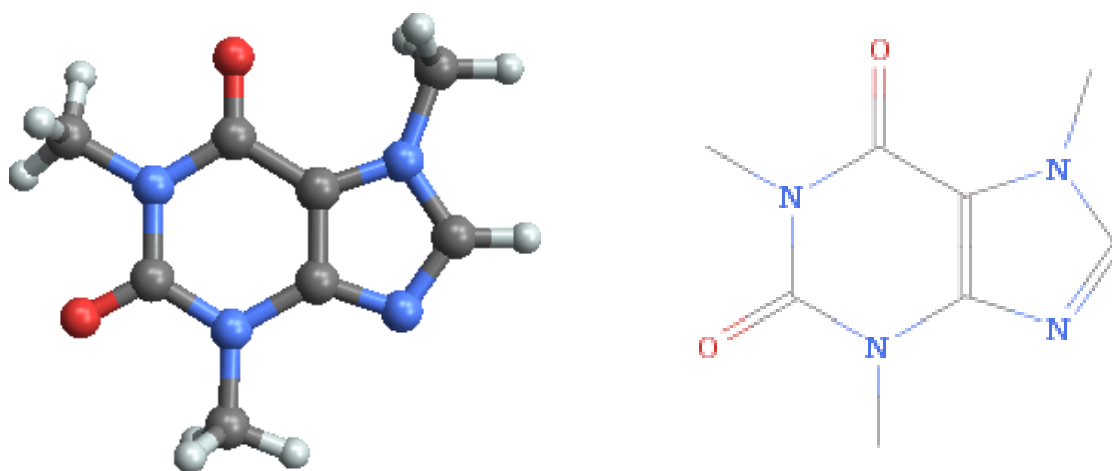


Obrázek 5 – Ukázka vyhledávacích položek pro oblast chemie

Obrázek 6 – Ukázka výsledku vyhledávání ve WolframAlpha

Při dotazu na železo (iron, Fe), dostáváme informaci o umístění prvku v periodické tabulce prvků a základní informace o prvku (viz obrázek 6), informace však pokračují. Systém poskytuje informace o vlastnostech materiálových, elektromagnetických či o možných izotopech prvku. Důležitou informací je i zpráva o tom, z jakých zdrojů byly informace pro odpověď čerpány (viz tabulka 3). Stejným způsobem jako na jednotlivé prvky, je možné se ptát i na sloučeniny.

Z pohledu výuky je velice dobré, že kromě základních údajů z ověřených zdrojů učitel získává i strukturní vzorec a 3D model molekuly nalezené sloučeniny, a to i u těch složitějších (viz obrázek 7). V placené verzi Professional je možné se zobrazenými modely struktur interaktivně manipulovat (otáčet je, zvětšovat či zmenšovat) a ukládat je pro další použití ve více než šedesáti rastrových i vektorových formátech.



Obrázek 7 – Model a strukturní vzorec molekuly kofeinu [108]

Výhodou vyhledávače WolframAlpha je, že poskytuje obrovské množství informací. Nevýhodou, alespoň pro žáky v nižších ročnících (i některé učitele), je fakt, že tento nástroj je dostupný pouze v anglickém jazyce a česká a anglická terminologie není vždy zcela kompatibilní. Na druhou stranu využívání tohoto nástroje může přispět k rozvoji jazykových dovedností žáků, kteří si rozšíří svoji slovní zásobu.

Zdroje chemických dat použité nástrojem Wolfram Alpha

Barbalace, K. L. "Chemical Database." EnvironmentalChemistry.com. »

Blinder, S. M. Advanced Physical Chemistry: A Survey of Modern Theoretical Principles. Macmillan, 1969.

Chang, R. Physical Chemistry for the Chemical and Biological Sciences. University Science Books, 2000.

Chang, Z., et al. "DrugBank: A Comprehensive Resource for in Silico Drug Discovery and Exploration." Nucleic Acids Research 34 (2006): D668-672.

ChemExper, Inc. "ChemExper Chemical Directory." chemexper.com.

Cheng, D., et al. "DrugBank: A Knowledgebase for Drugs, Drug Actions and Drug Targets." Nucleic Acids Research 36 (2008): D901-906.

European Bioinformatics Institute. Chemical Entities of Biological Interest (ChEBI).

Generalić, E. "Solubility Product Constants." EniG. Periodic Table of the Elements.

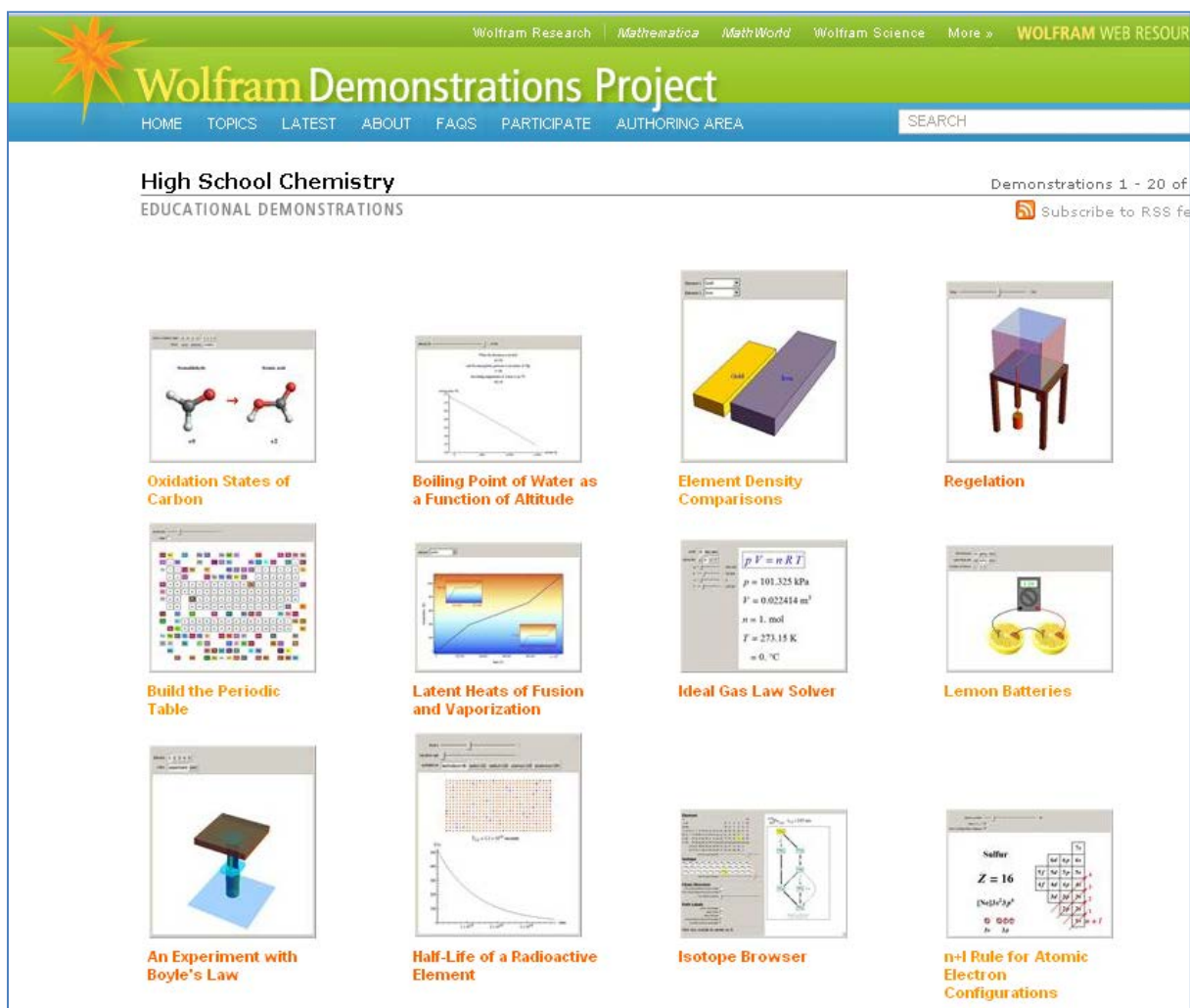
Hardy Research Group. "The Chemical Database." HordeNet.

Irwin, J. J. and B. K. Shoichet. "ZINC—A Free Database of Commercially Available Compounds for Virtual Screening." Journal of Chemical Information and Modeling 45, no. 1 (2005): 177-182.

James, A. M. and M. P. Lord. Macmillan's Chemical and Physical Data. Macmillan, 1992.

Lide, D. R. (Ed.). CRC Handbook of Chemistry and Physics. (87th ed.) CRC Press, 2006.
McKetta, J. J. Jr. and W. A. Cunningham (Eds.). "Phosphorus to Pipeline Failure: Subsidence Strains." Encyclopedia of Chemical Processing and Design, 36, CRC Press, 1990.
Metiu, H. Physical Chemistry: Thermodynamics. Taylor & Francis, 2006.
Michigan State University. Ionization Constants of Inorganic Monoprotic Acids.
MSDSonline Inc. Material Data Safety Sheet.
National Center for Manufacturing Sciences. SOLV-DB.
Noggle, J. H. Physical Chemistry. (3rd ed.) Prentice Hall, 1997.
Oxford University Physical and Theoretical Chemistry Laboratory. Chemical and Other Safety Information.
Reid, R. C., J. M. Prausnitz, and B. E. Poling. The Properties of Gases and Liquids. (4th ed.) McGraw-Hill, 1987.
Reid, R. C., J. M. Prausnitz, and T. K. Sherwood. The Properties of Liquids and Gases. (3rd ed.) McGraw-Hill, 1977.
Reklaitis, G. V. Introduction to Material and Energy Balances. John Wiley & Sons, Inc., 1983.
Shallcross, D. C. Physical Property Data Book for Engineers and Scientists. IChemE, 2004
Silbey, R. J., R. A. Alberty, and M. G. Bawendi. Physical Chemistry. (4th ed.) John Wiley & Sons, 2005.
Sigma-Aldrich Company. Chemistry.
Toreki, R. Where to Find Material Safety Data Sheets on the Internet.
United Laboratories, Inc. "Material Safety Data Sheets." United Laboratories.
United States Department of Health & Human Services, National Library of Medicine. Household Products Database.
United States Environmental Protection Agency. "Chemicals in the Environment: OPPT Chemical Fact Sheets." Pollution Prevention & Toxics (OPPT).
United States National Cancer Institute. Enhanced NCI Database Browser.
United States National Library of Medicine. PubChem.
United States National Library of Medicine. PubChem Compound.
United States Secretary of Commerce. "NIST Standard Reference Database Number 69." NIST Chemistry WebBook.
Vermont Safety Information Resources, Inc. SIRI MSDS Index.

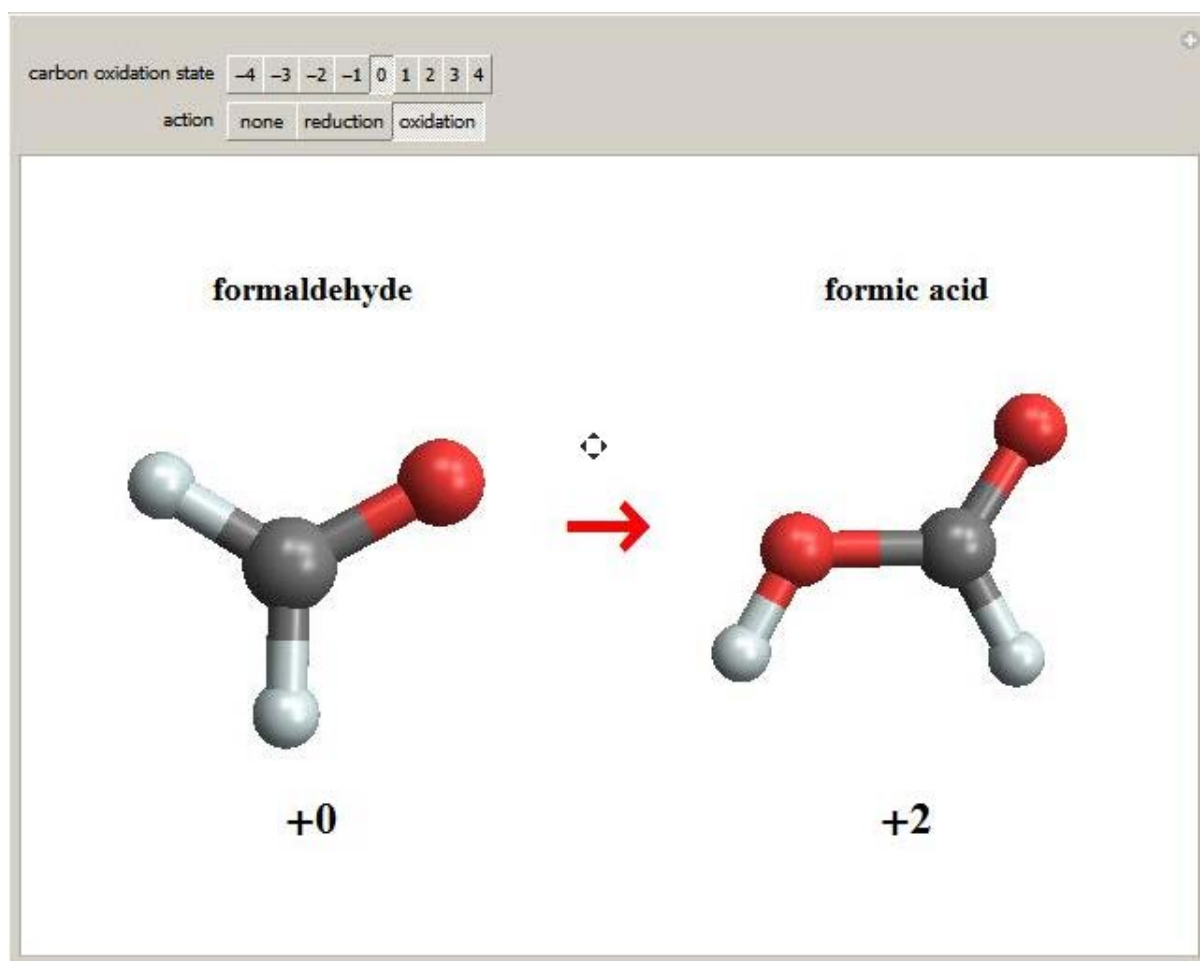
Tabulka 3 – Zdroje chemických dat použité nástrojem Wolfram Alpha



Obrázek 8 – Portál Wolfram Demonstrations Project [109]

Na portále Wolfram Demonstrations Project (viz obrázek 8) jsou umístěny aplikace vytvořené v programu Mathematica, které mají nekomerční charakter a jsou bezplatně nabízeny dalším uživatelům. Pro spuštění aplikace z toho portálu musí mít uživatel nainstalovanou plnou verzi programu Mathematica, nebo program Mathematica Player, který lze přímo ze stránek projektu stáhnout a nainstalovat. Každá z ukázek je na stránkách projektu stručně představena a ke každé ukázce je vystaven i zdrojový kód, který uživatel může, pokud vlastní verzi programu Mathematica, dále upravovat. V následující části jsou představeny tři demonstrace z tohoto portálu.

Oxidační stavy uhlíku (v organických sloučeninách)¹



Obrázek 9 – Oxidační stavy uhlíku (interaktivní prezentace)

V této ukázce jsou demonstrovány všechny možné oxidační stavy uhlíku na jednoduchých, většinou organických, sloučeninách. Uživatel může zvolit jedno z možných oxidačních čísel (od -4 do +4). Ke každému z nich se zobrazí vybraná sloučenina s atomem uhlíku ve zvoleném oxidačním stavu, případně jednoduchá reakce oxidace či redukce. Molekuly jsou znázorněny atraktivními 3D modely (viz obrázek 9), se kterými je možné otáčet.

¹ Oxidation States of Carbon [161]

Prohlížeč izotopů²

Element

H He
Li Be B C N O F Ne
Na Mg Al Si P S Cl Ar
K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr
Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe
Cs Ba Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi **Po** At Rn
Fr Ra Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Uub Uut Uuq Uup Uuh Uus Uuo
La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu
Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr

Scan through elements

Isotope

^{188}Po ^{189}Po ^{190}Po ^{191}Po ^{192}Po ^{193}Po ^{194}Po ^{195}Po ^{196}Po ^{197}Po ^{198}Po
 ^{199}Po ^{200}Po ^{201}Po ^{202}Po ^{203}Po ^{204}Po ^{205}Po ^{206}Po ^{207}Po ^{208}Po ^{209}Po
 ^{210}Po ^{211}Po ^{212}Po ^{213}Po ^{214}Po ^{215}Po **^{216}Po** ^{217}Po ^{218}Po ^{219}Po ^{220}Po

Scan through isotopes

Chain Direction

Show chains leading to given nuclide
Show chains leading from given nuclide
Trim unlikely branches

Path Labels

Branch Percentages
Decay Modes
Decay Energies
Line thickness for Branch Percentage
Cumulative branch percentages

Click any nuclide to center on it.

$^{216}_{84}\text{Po}_{132}$ $t_{1/2}=145.\text{ms}$

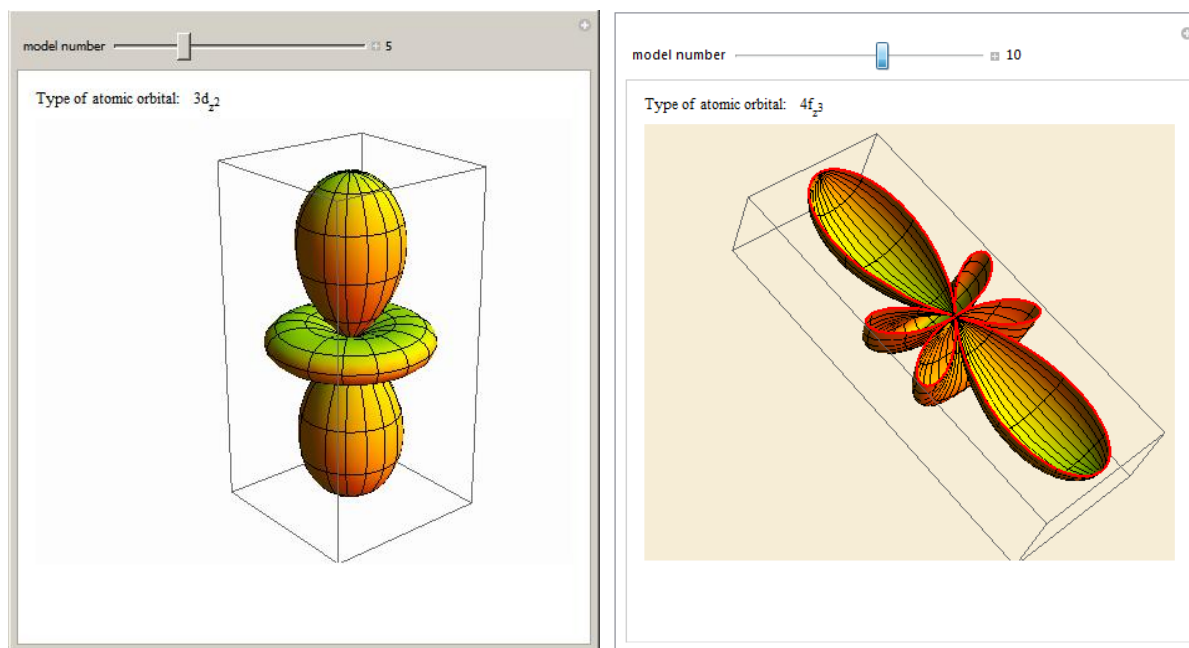
Generated by Mathematica
© 2007 Theodore Gray

Obrázek 10 – Prohlížeč izotopů (interaktivní prezentace)

Tato demonstrace umožňuje prohlížet všechny známé nuklidy prvků a sledovat jejich případné rozpadové řady. Uživatel může zvolit prvek, pak se objeví jeho izotopy, nebo v již zobrazeném diagramu kliknout na konkrétní nuklid (viz obrázek 10). U zvoleného nuklidu je zobrazen poločas rozpadu a rozpadová řada, která jím začíná. Dále je možné zapnout zobrazení procentického podílu jednotlivých větví rozpadu, typy záření a jejich energie.

² Isotope Browser [162]

Vizualizace atomových orbitalů³



Obrázek 11 – Vizualizace atomových orbitalů (interaktivní prezentace)

Poslední demonstrace umožňuje zobrazit 3D vizualizace 16 základních atomových orbitalů ($1s$, $2p$, $3d$ a $4f$). Modely orbitalů je možné otáčet v prostoru, případně zvětšovat a zmenšovat. S malou změnou ve zdrojovém kódu by také bylo možné zobrazit 3D řez orbitalem (viz obrázek 11).

Mathematica

V programu Mathematica jsou k dispozici čtyři základní příkazy pro přístup k chemickým informacím. Data získaná pomocí těchto příkazů lze dále zpracovávat.

ChemicalData

Poskytuje informace o chemických sloučeninách (resp. skupinách sloučenin a prvcích).

ElementData

Poskytuje základní informace o chemických prvcích a jejich skupinách.

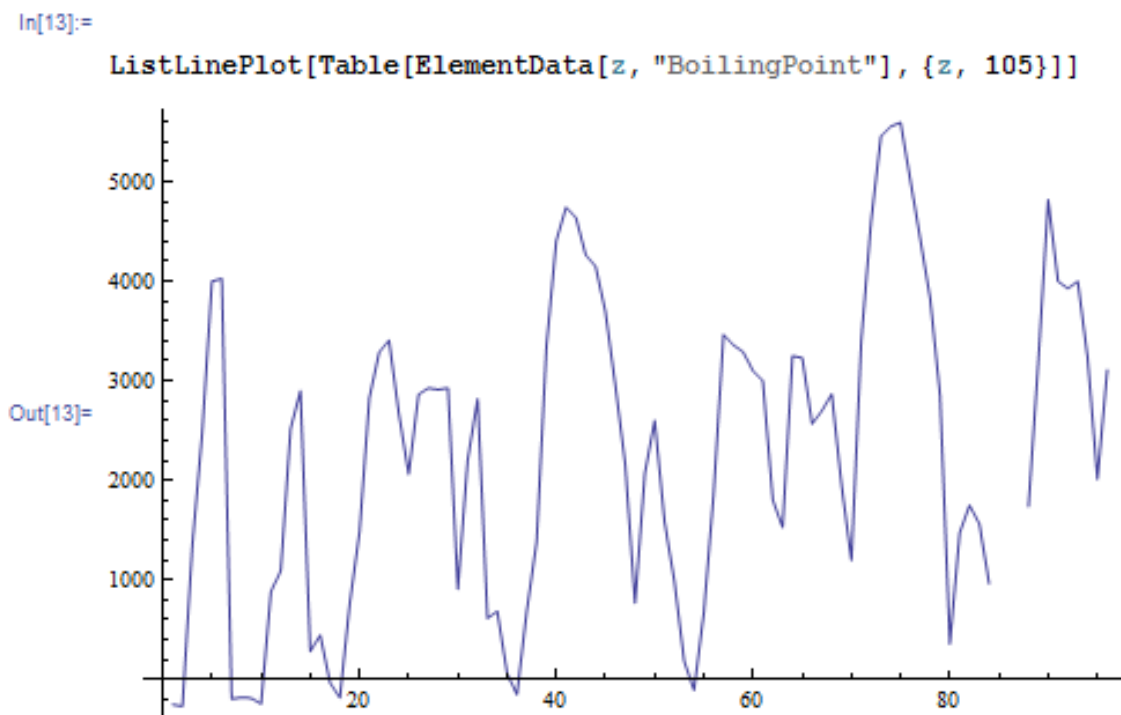
IsotopeData

Poskytuje informace o izotopech jednotlivých prvků.

ParticleData

Poskytuje informace o částicích na subatomární úrovni.

³ Visualizing Atomic Orbitals [163]



Obrázek 12 – Graf závislosti teploty varu prvku na jeho protonovém čísle

Na ukázce (obrázek 12) je demonstrováno použití příkazu `ElementData` pro sestrojení grafu závislosti teploty varu prvků na protonovém čísle. Tento graf je možné využít například při výkladu periodického zákona. Nejprve je sestrojena tabulka s teplotami varu prvků: `Table[ElementData[z, "BoilingPoint"], {z, 105}]` a v druhém kroku je z těchto dat sestrojen spojnicový graf pomocí příkazu `ListLinePlot`. Aby byl graf úplný, je potřeba ještě přidat popisky os – v uvedeném příkladě je na vodorovné ose protonové číslo prvku a na svislé ose teplota varu ve stupních Celsia.

4.1.2 Využití ICT v přípravě budoucích učitelů chemie

Projekt *Podpora ICT v přípravě budoucích učitelů přírodovědných předmětů* [110] byl řešen v roce 2009 jako rozvojový projekt FRVŠ Pedagogickou fakultou Univerzity Karlovy v Praze. Na řešení projektu se podílely katedry matematiky a didaktiky matematiky, chemie a didaktiky chemie a biologie a ekologické výchovy. Cílem projektu bylo efektivně začlenit moderní prostředky ICT do přípravy budoucích učitelů. V rámci tohoto příspěvku se pokusíme představit některé (především méně obvyklé) technologie, které jsou nyní díky tomuto projektu na pedagogické fakultě využívány, a to, jak mohou být využity pro přípravu budoucích učitelů výše zmíněných předmětů.

Přehled nově instalovaných technologií a způsob jejich využití

V rámci projektu byla vybudována nová mobilní počítačová učebna vybavená 16 počítači a multimediální seminární místnost. Mobilní počítačovou učebnu využívají všechny tři katedry zapojené do řešení projektu, multimediální počítačovou místnost využívá katedra matematiky a didaktiky matematiky, a to především pro výuku didaktiky matematiky. V rámci seminární místnosti mají studenti k dispozici základní technické vybavení, se kterým se mohou na školách setkat – počítač s dataprojektorem, jednu stabilní a jednu přenosnou interaktivní tabuli, vizualizér a dva copyboardy.

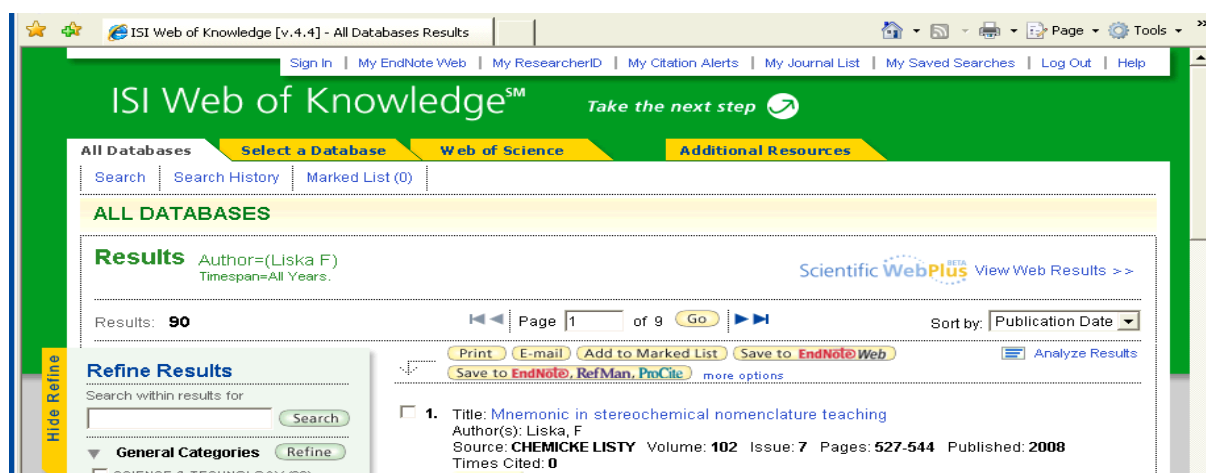
Projekt se neomezil pouze na hardwarové vybavení, v rámci projektu byly zakoupeny licence programů Cabri, Mathematica a Statistika. Na všech počítačích v mobilní učebně je také nainstalován program Mathematica Explorer.

Pro využívání uvedených technologií jsou vyučujícími voleny dvě základní strategie. Buď jsou technologie využívány ve všech vyučovacích hodinách, nebo jsou využity pouze narázově, například jednou či dvakrát za semestr. Především u druhé varianty se plně využije výhod mobilní počítačové učebny. Učující si učebnu prostřednictvím elektronického systému zamluví a následně ji ve stanoveném čase využije v místnosti, ve které se normálně jeho výuka koná (není nutné výuku přesouvat do specializované počítačové učebny).

Důležitou součástí využívání nových technologií je možnost využít uvedené technologie jako demonstrační pomůcku či pro záznam výuky.

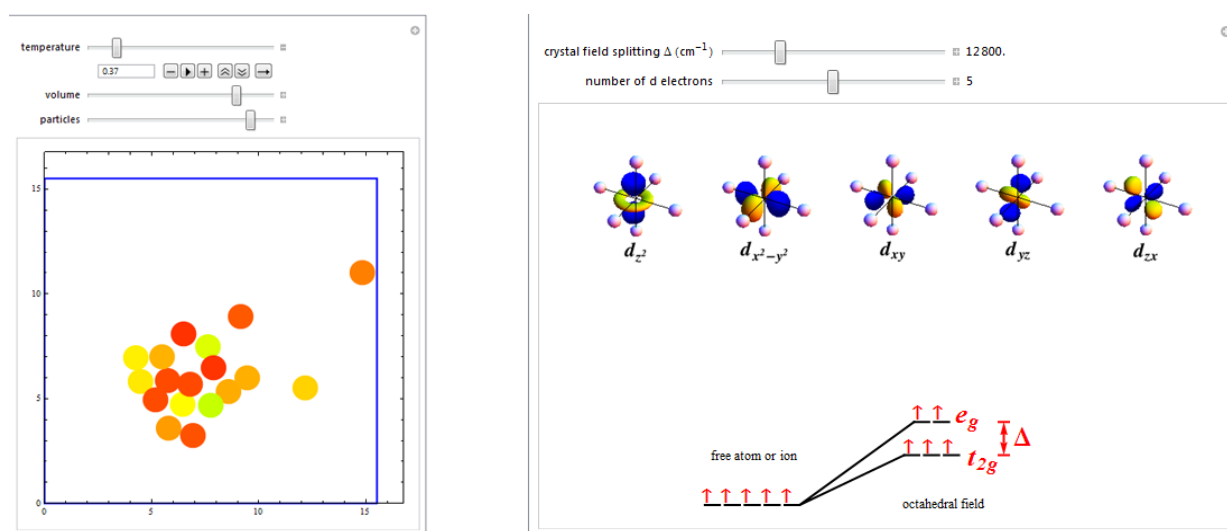
Katedra chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v Praze využívá mobilní počítačovou učebnu pro zajištění výuky studentů chemie v bakalářském studijním programu Specializace v pedagogice a diplomantů chemie v magisterském studijním programu Učitelství pro střední školy.

Jedním ze stěžejních cílů oborů s chemií v obou jmenovaných programech je naučit studenty práci s informačními zdroji a seznámit je s oborovými databázemi a databázemi shromažďujícími odkazy na původní články. K tomuto účelu se mobilní počítačová učebna mimořádně hodí, neboť celé studijní skupině umožňuje, díky připojení na internet prostřednictvím zařízení s fakultní IP adresou, získat přístup ke komerčním informačním databázím (např. Web of Science, Science Citation Index). Pro uvedený účel je mobilní počítačová učebna využívána v předmětech Diplomový seminář (v rozsahu dvou vyučovacích hodin týdně) a Chemická informatika (plánovaný rozsah 8 vyučovacích hodin týdně).



Obrázek 13 – Vyhledávání v databázích článků podle autora

Další možnosti začlenění ICT do výuky chemie nabízí software Mathematica, který je instalován na všech počítačích mobilní učebny. Svým výpočetním výkonem nachází uplatnění zejména v chemických disciplínách, které se opírají o matematický aparát. Aplikace však také obsahuje propojení na online zdroje „chemických“ informací. Pokud například studenta či vyučujícího zajímá strukturní vzorec kofeinu, stačí v prostředí Mathematica zadat „ChemicalData[„Caffeine“]“. Obdobně jednoduše je možné získat prostorový model, relativní molekulovou hmotnost, bod varu a řadu dalších vlastností dané sloučeniny. K dispozici jsou také informace o prvcích, izotopech a elementárních částicích [111].



Obrázek 14 – Molekulární dynamika a štěpení d-orbitalů v oktaedrickém poli

Zřejmě největší předností aplikace je možnost vytvářet interaktivní výstupy nejrůznějších výpočtů. Vyučující může vizualizovat i tak abstraktní objekty, jako jsou atomové orbitály, či

demonstrovat skupenské změny na částicové úrovni. Vytvořené výstupy je možné převádět do prezentací, které se po instalaci přehrávače, volně dostupného na stránkách firmy Wolfram, dají přehrávat na jakémkoli počítači. Řada již vytvořených vizualizací je k dispozici v rámci projektu Wolfram Demonstrations Project [109]. Tyto interaktivní prezentace jsou využity při výuce v základním kurzu obecné chemie pro první ročník bakalářského studia.

Realizace projektu je jedním z kroků, které vedou k efektivnímu využívání ICT v přípravě budoucích učitelů. Je ovšem potřeba zapojit do využívání technologií všechny kolegy, kteří se na přípravě budoucích učitelů podílejí, a současně najít vhodné způsoby využití moderních technologií i v dalších „počítačově neorientovaných“ předmětech.

4.1.3 Animace jako podpůrný prvek v elektronických učebnicích

Pro elektronickou část učebnice Základy chemie – Klíč k úspěšnému studiu [112] byly vytvořeny jednoduché animace, které doplňují výklad a umožňují snadnější proniknutí žáka do dané problematiky. Konkrétní využití našly například při demonstraci názvoslovných principů u jednoduchých anorganických sloučenin (názvy solí a kyslíkatých kyselin).

Protože ve vzorci musí být součet oxidačních čísel všech atomů roven nule a atomy halogenů mají v halogenidech oxidační číslo vždy -I, musí jich být právě tolik, jaká je hodnota oxidačního čísla atomu druhého prvku (to odvodíme ze zakončení přídatného jména).

bromid hlinitý
hliník -itý brom -id

$$\text{Al}^{\text{III}}_1\text{Br}_3^{-1}$$
$$\text{AlBr}_3$$

[další strana](#) →

Obrázek 15 – Animace odvození vzorce z názvu sloučeniny

V případě výkladu tvorby vzorce sloučeniny z jejího názvu je popsán postup demonstrován postupnou animací (viz obrázek 15), ve které jsou předváděny jednotlivé kroky: oddělení názvu prvků od zakončení, přiřazení značek názvům prvků, přiřazení oxidačních čísel

zakočením podstatného jména a přídavného jména v názvu a nakonec uplatnění křížového pravidla vedoucí k výslednému vzorci.

1. Zapišeme známá oxidační čísla (k atomům vodíku a kyslíku).
2. Určíme oxidační číslo kyselinotvorného prvku tak, aby součet všech oxidačních čísel byl roven nule. (Počet atomů kyslíku vynásobíme dvěma a odečteme počet vodíků.)
3. Vytvoříme název: kyselina + přídavné jméno z názvu kyselinotvorného prvku a zakončení odpovídajícího vypočtenému oxidačnímu číslu.

$\text{H}_3^{\text{I}}\text{As}^{\text{x}}\text{O}_4^{-\text{II}}$

$x = 2 \cdot 4 - 3 = 5$

kyselina trihydrogenarseničná

[další strana](#) →

Obrázek 16 – Animace odvození názvu ze vzorce sloučeniny

V případě odvozování názvu ze vzorce sloučeniny je opět animací vyjádřen slovně popsáný postup ve všech jeho krocích (Obrázek 13). V průběhu animace jsou barevně označeny části názvu, které jsou právě odvozovány, což umožňuje snadnější spojení předváděného postupu s jeho popisem. Oba typy animací jsou vytvořeny v prostředí Adobe Flash a integrovány do elektronické části učebnice, která je ve formě HTML stránek.

4.1.4 Editory chemických struktur ve výuce chemie

Kreslení chemických vzorců je nedílnou součástí práce chemika i učitele chemie. V současné době se pro tuto činnost téměř výhradně používá specializovaný software, v publikační činnosti dokonce redakce některých časopisů vyžadují dodání struktur vytvořených v konkrétním softwarovém produktu.

Na trhu existuje několik produktů, které umožňují nejen pouhé kreslení vzorců, ale mají i řadu dalších užitečných funkcí. Jedná se například o vytváření více či méně věrných prostorových modelů z nakreslených vzorců, práci s většími celky, jako jsou chemické rovnice či schémata komplikovaných chemických dějů. Objevují se zde i možnosti kreslení chemických aparatur nebo biologických struktur. Dále uvedené editory jsou určeny pro vědeckou či průmyslovou chemii, většina z nich také podporuje napojení na rozsáhlé databáze chemických látek, takže je možné k nakreslené sloučenině nechat najít její fyzikální hodnoty, NMR spektra nebo ji

vyhledat v databázi organických preparací. Některé z editorů také podporují vytvoření názvu sloučeniny podle pravidel IUPAC.

Předchozí autorova práce [113] se podrobněji zaměřuje na šest celosvětově nejznámějších [114] editorů chemických vzorců: ISIS/Draw, Symyx Draw, CS/ChemDraw, ACD/ChemSketch, DrawIt, Chemistry 4-D Draw. Všechny pocházejí od renomovaných chemických či biochemických firem a využívají se v hojné míře i u nás, a to jak na akademické půdě, tak v laboratořích nejrůznějších podniků a institucí, které se chemií zabývají.

Jejich využití ve výuce chemie je poněkud limitováno neexistencí české lokalizace, na druhou stranu tento fakt může přispět k posílení interdisciplinárnímu propojení chemie a výuky cizích jazyků. Určité úskalí představuje tvorba chemických vzorců na interaktivní tabuli, protože ovládací prvky ani jednoho z editorů nejsou přizpůsobeny pro dotykové ovládání. Při výuce studentů učitelství chemie na PedF UK se ukazuje, že je velmi obtížné trefit se prstem (při použití tabule SmartBoard) na poměrně malou oblast vymezenou pro manipulaci s kreslenými strukturami. Poněkud lepší je situace při použití tabule ActivBoard, která používá přesnější metodu vstupu – pero.

4.2 Inovace metod a prostředků výuky

Počítačová grafika se značnou měrou podílí na přípravě učitelů chemie na výuku i přímo při realizaci výuky. Učitel tvoří nebo používá výukové materiály, které obsahují prvky počítačové grafiky, využívá prezentace, promítá videonahrávky z počítače, či používá interaktivní učebnice. Volba metod výuky a částečně i obsahu je tak ovlivněna dostupností materiálů (zakoupených školou, stažených z internetu) a samozřejmě také tím, co má učitel k dispozici za hardwarové prostředky (PC, projektor, interaktivní tabuli). Tato část práce je zaměřena právě na metody výuky a změny v obsahu výuky umožněné nebo usnadněné prostředky počítačové grafiky.

4.2.1 Rozhodování učitele při výběru učebnice

V současnosti se na trhu vyskytuje řada učebnic pro základní školu. Učitel každého předmětu, případně vedoucí příslušné předmětové komise je pak postaven před problém, kterou z nabízených učebnic pro svůj předmět a své žáky zvolit. Výběr by měl být schopen obhájit, pokud možno na základě co nejobektivnějších kritérií. Před ředitelem školy či dokonce před inspekcí jen těžko ob stojí argumenty typu „Učebnice se mi líbí“, „Učebnice se mi zdá

nejlepší.“ nebo „Je moderní, má hodně obrázků.“ Následující odstavce představují relativně jednoduchou metodu pro hodnocení učebnic [115].

Možnosti a meze hodnocení učebnic

K hodnocení učebnic můžeme přistupovat z různých hledisek. Jedním z nich je stanovení obtížnosti výkladového textu. Ta je pochopitelně důležitá pro použitelnost učebnice při výuce i samostudiu žáků. Při čtení učebnice intuitivně cítíme, zda nám text působí obtížně, či nikoli. Existují však také objektivní metody, které umožňují obtížnost didaktického textu vyčíslit.

Tímto problémem se u nás zabývá J. Průcha [116], který ve své práci navazuje na německou psycholožku K. Nestler a její metodu dále rozšiřuje. Průcha k posuzování obtížnosti textu používá dva parametry odrážející syntaktickou složitost textu a osm parametrů vyjadřujících sémantickou složitost textu. Průchova metoda byla dále inovována Pluskalem [117], který ještě přidává dva parametry pro sémantickou obtížnost textu. Výsledkem je pak modifikovaná metoda pro určování obtížnosti textu označovaná jako metoda Nestler–Průcha–Pluskal [25]. Pro hodnocení učebnic přírodovědných předmětů byla Průchova metoda aplikována například na učebnice přírodopisu [118].

Výše uvedená metoda je objektivním nástrojem k posouzení vhodnosti učebnice z hlediska obtížnosti jejích výkladových částí, pro použití jednotlivými učiteli je však podle našeho názoru příliš složitá. Řada současných učebnic pro přírodovědné předměty také obsahuje méně souvislého výkladového textu, takže není prakticky možné vybrat z učebnice vzorek, na který by se výpočet mohl uplatnit. Připomeňme, že také existují objektivní metody posuzující obsah učebnic a jeho dostatečnost [119], [25], které analyzují učebnice na základě frekvence zastoupení jednotlivých komponent (např. verbální, obrazové, řídicí učení, grafické, technické).

Semikvantitativní metoda

Z předchozího vyplývá, že by bylo vhodné nabídnout učitelům alternativní nástroj, který by jim umožnil efektivní výběr z nabídky učebnic. Metoda vytvořená v rámci práce a publikovaná v [115] vychází z potřeby objektivizovat do značné míry subjektivní hodnocení učebnice učitelem a zároveň ho nezatížit složitým matematickým aparátem či pracnými postupy. Prvním předpokladem pro jakékoli hodnocení je výběr kritérií. Následující soubor vznikl použitím metody brainstormingu ve spolupráci se studenty učitelství pro SŠ a 2. stupeň ZŠ na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Předpokládáme, že každý učitel si jej

upraví podle svých požadavků a zkušeností se svými žáky, případně podle požadavků a místních zvyklostí školy.

Základní soubor kritérií pro hodnocení učebnic

- doložka MŠMT,
- cenová dostupnost
- vhodný formát, kvalita papíru,
- odborná správnost,
- dostatečná motivace žáků,
- přehlednost učebnice,
- přiměřený obsah a rozsah učiva,
- přiměřenost a srozumitelnost výkladových textů,
- srozumitelnost a pestrost úloh,
- dostatečné zastoupení problémových úloh,
- dostatečné zastoupení úloh pro nadané žáky,
- různorodost a přiměřenost experimentálních úloh,
- shoda se školním vzdělávacím programem,
- zařazení podnětů k diskusi a k zamyšlení,
- vazba na učivo dalších předmětů,
- vazba na reálný život,
- funkčnost, názornost a motivační charakter obrázků,
- existence rejstříku,
- existence obsahu,
- existence slovníku odborných pojmů,
- existence metodické příručky,
- existence pracovních sešitů.

Pro úsporu času a vyloučení učebnic zcela nevyhovujících je vhodné vybrat několik kritérií, které posuzované učebnice musí splňovat. Obvykle se bude jednat o kritéria těžko kvantifikovatelná (např. přítomnost či nepřítomnost nějaké komponenty). Jeden z možných výběrů zde nabízíme.

Volba kritérií, která učebnice musí splňovat

- Doložka MŠMT

- Cenová dostupnost
- Existence rejstříku.
- Existence obsahu.

Pokud některá z učebnic výše uvedená kritéria nesplňuje, vyloučíme ji a dále se jí nebudeme zabývat. U každého zbývajících kritéria si stanovíme jeho váhu (důležitost) a ohodnotíme ji jedním až třemi body (1 bod = malá důležitost, 3 body = velká důležitost). Tento výběr je opět individuální a závisí na osobě učitele, jeho vyučovacímu stylu a možnostech. Je samozřejmě možné a žádoucí stanovovat kritéria a jejich důležitost ve spolupráci s kolegy.

Na základě stanovených kritérií pak učitel projde zkoumané učebnice a u každého kritéria zaznamená míru jeho splnění. Stupnici je možno opět upravit, téměř sama se nabízí klasická škála od jednoho do pěti bodů. Při hodnocení je třeba mít na paměti, že vyšší bodová hodnota vyjadřuje větší míru splnění kritéria. Pokud některé z kritérií nelze kvantifikovat, můžeme pro jeho nesplnění použít hodnotu 1 a pro splnění hodnotu 5. Jedním z přehledných způsobů zápisu kritérií, jejich vah a příslušných bodových hodnot, je klasická „papírová“ tabulka, či aktivní tabulka v některém z tabulkových procesorů (MS Excel, OpenOffice.org Calc atp.).

Celkové bodové hodnocení konkrétní učebnice spočítáme jako vážený průměr bodových hodnocení jednotlivých kritérií s jejich váhami. Vážený průměr je definován následujícím vztahem:

$$\bar{x} = \frac{h_1v_1 + h_2v_2 + h_3v_3 + \dots + h_nv_n}{v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_n},$$

kde h označuje bodové hodnocení a v váhu příslušného kritéria. Pokud při hodnocení nepoužíváme prostředky výpočetní techniky, vytvoříme pro každou učebnici pomocný sloupec, kam zapisujeme součiny bodového hodnocení a váhy kritéria. Hodnotu váženého průměru pak vypočítáme jako podíl součtu hodnot v tomto pomocném sloupci a součtu hodnot v ve sloupci s váhami kritérií. Protože však v tabulkovém procesoru můžeme téhož dosáhnout jediným vzorcem (viz níže), předpokládáme, že většina učitelů využije raději technické řešení.

Na základě vypočtených bodových hodnocení jednotlivých učebnic se pak učitel může rozhodnout, kterou z nich k výuce zvolí a má zároveň přehledně zpracovaný podklad pro

zdůvodnění svého rozhodnutí před ostatními. Pro názornost jsme připravili srovnání dvou učebnic chemie pro základní školu, z pochopitelných důvodů zde neuvádíme jejich názvy.

popis	kritéria	učebnice A			učebnice B	
		důležitost	body	součin	body	součin
Odborná správnost		3	4	12	4	12
Dostatečná motivace žáků		3	5	15	2	6
Přehlednost učebnice		3	5	15	3	9
Přiměřený obsah a rozsah učiva		2	5	10	4	8
Přiměřenost a srozumitelnost výkladových textů		2	4	8	5	10
Srozumitelnost a pestrost úloh		3	4	12	3	9
Dostatečné zastoupení problémových úloh		3	2	6	3	9
Dostatečné zastoupení úloh pro nadané žáky		2	4	8	4	8
Různorodost a přiměřenost experimentálních úloh		2	4	8	4	8
Shoda se školním vzdělávacím programem		3	5	15	4	12
Zařazení podnětů k diskusi a k zamyšlení		1	5	5	5	5
Vazba na učivo dalších předmětů		3	3	9	2	6
Vazba na reálný život		3	5	15	1	3
Funkčnost, názornost a motivační charakter obrázků		3	4	12	4	12
Existence obsahu		3	5	15	5	15
Existence slovníku odborných pojmů		1	1	1	5	5
Existence metodické příručky		1	5	5	5	5
součty		(V=) 40		(H _A =) 171		(H _B =) 142
celkové hodnocení (H/ V)				4,17	3,46	

Tabulka 4 – hodnocení vybraných dvou učebnic (A a B)

Podle našich kritérií se jeví vzorová učebnice A jako lepší (má vyšší celkové hodnocení) než učebnice B.

Tabulka vytvořená v některém z tabulkových procesorů je ještě úspornější – nepotřebujeme v ní sloupeček se součiny a celkové hodnocení vypočítáme použitím jediného vzorce. V případě MS Excelu použijeme funkci „SOUČIN.SKALÁRNÍ“, která umí vynásobit odpovídající si políčka ve dvou sloupcích a vypočítat součet těchto součinů. Obdobná funkce v produktu OpenOffice.org Calc se jmenuje „SUMPRODUCT“. Příklad vytvořené tabulky včetně výpočtových vzorců uvádíme níže.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	kritéria		učebnice A	učebnice B					
2	popis	důležitost	body	body					
3	Odborná správnost	3	4	4					
4	Dostatečná motivace žáků	3	5	2					
5	Přehlednost učebnice	3	5	3					
6	Průměrný obsah a rozsah učiva	2	5	4					
7	Průměrnost a srozumitelnost výkladových textů	2	4	5					
8	Srozumitelnost a pestrost úloh	3	4	3					
9	Dostatečné zastoupení problémových úloh	3	2	3					
10	Dostatečné zastoupení úloh pro nadané žáky	2	4	4					
11	Různorodost a průměrnost experimentálních úloh	2	4	4					
12	Shoda se školním vzdělávacím programem	3	5	4					
13	Zařazení podnětů k diskusi a k zamýšlení	1	5	5					
14	Vazba na učivo dalších předmětů	3	3	2					
15	Vazba na reálný život	3	5	1					
16	Funkčnost, názornost a motivační charakter obrázků	3	4	4					
17	Existence obsahu	3	5	5					
18	Existence slovníku odborných pojmů	1	1	5					
19	Existence metodické příručky	1	5	5					
20	celkové hodnocení		4,17	3,46					
21									

Callout for cell C20: vzorec =SOUČIN.SKALÁRNÍ(\$B3:\$B19;C3:C19)/SUMA(\$B3:\$B19)

Callout for cell D20: vzorec =SOUČIN.SKALÁRNÍ(\$B3:\$B19;D3:D19)/SUMA(\$B3:\$B19)

Obrázek 17 – Ukázka implementace metody hodnocení učebnic v MS Excel

List v Excelu bude tvořen tabulkou o 4 sloupcích (A–D) a 20 řádcích (první dva pro záhlaví, poslední pro celkové hodnocení). Ve sloupci A bude popis kritérií, ve sloupci B jejich důležitost, ve sloupcích C a D body, které získala každá z učebnic. Buňka C20 pak bude obsahovat vzorec „=SOUČIN.SKALÁRNÍ(\$B3:\$B19;C3:C19)/SUMA(\$B3:\$B19)“, který počítá hodnocení pro učebnici A. Buňka D20 bude obsahovat vzorec analogický, jen místo sloupce C zapíšeme sloupec D (můžeme použít i funkci vyplnění).

V současnosti používané metody pro hodnocení učebnic se zdají být pro jejich výběr učitelem příliš komplikované a časově náročné. Naše metoda nabízí podstatné zjednodušení postupu při výběru učebnice a současně zachovává dostatečnou míru objektivitu. Navržená tabulka může být použita i při tvorbě ŠVP jako podklad pro zařazení konkrétních učebnic do výuky.

4.2.2 Chemie pro opomíjenou skupinu žáků

Výuka učiva chemické povahy všeobecně vzdělávacího zaměření na SOŠ a SOU není v současné době buď realizována vůbec, nebo je součástí integrovaného vyučovacího předmětu Přírodověda, nebo se realizuje ve zvláštním vyučovacím předmětu (obvykle v prvním, zcela výjimečně i ve druhém ročníku). Podle nových rámcových vzdělávacích programů těchto škol, kde je posíleno všeobecné vzdělávání, je však učivo chemické povahy (alespoň v rozsahu varianty B) závazné pro všechny typy těchto škol. Může se sice realizovat opět v integrovaném předmětu, nebo v předmětu samostatném, ale obsah a rozsah poznatků, získávaných dovedností, hodnotových orientací a postojů vyplývajících z požadavků na učivo chemického zaměření není zanedbatelný. Z tohoto důvodu byla pro studenty těchto škol připravena nová učebnice [120], protože stávající učebnice [121], [122] byly tvořeny podle jiných učebních osnov, a také v nich autoři sledovali poněkud odlišné výchovně vzdělávací cíle. Uvedená učebnice byla představena na mezinárodní konferenci [123].

Pedagogické a marketingové cíle při tvorbě učebnice

Naším hlavním cílem bylo vytvořit cenově dostupnou učebnici chemie pro žáky SOŠ a SOU, kde přírodovědné vzdělávání tvoří jen doplňkovou součást jejich všeobecného vzdělání. Chceme tak zajistit, aby tito žáci mohli vůbec nějakou učebnici používat, a to jak v samostatném předmětu chemie, tak případně v integrovaném přírodovědném předmětu.

Při vytváření koncepce učebnice jsme se drželi naší vize – vytvořit ji takovou, aby s ní bylo možné zajistit realizaci jak nejjednodušší varianty B v rámcových vzdělávacích programech, zároveň však ponechat učitelům možnost vést podle učebnice výuku po prakticky nekonečném množství vzdělávacích cest vymezených na jedné straně jednoduchou variantou B a na druhé straně náročnější variantou A.

Z hlediska obsahu bylo naším cílem nabídnout učitelům možnost vyučovat a žákům učit se převážně takové poznatky z chemie, které mají zřejmý vztah k běžnému životu, a zároveň vytvořit prostředí pro rozvíjení klíčových kompetencí i pro realizaci průřezových témat specifikovaných v rámcových vzdělávacích programech.

Pro splnění nezbytného cíle motivovat žáky (jejichž školní prospěch není z nejlepších) k práci s učebnicí jsme se rozhodli zvolit jak tradiční prostředky – obrázky, zajímavé úlohy, tak prostředky moderní – práci s výpočetní technikou při výuce i samostudiu a jednoduché počítačové hry s chemickou tematikou.

Jedním z dílčích cílů bylo také vytvořit pro učitele chemie podklad pro tvorbu učebních osnov do školních vzdělávacích programů, aby je mohli tvořit snadno, rychle a přitom na profesionální úrovni.

V neposlední řadě jsme také chtěli vyzkoušet, zda budou studenti ve větší míře používat a vyučující přehlížet nelegálně pořízené kopie tištěné i elektronické části učebnice, i přes důrazné varování o nelegálnosti takového počínání.

Co v učebnici nalezneme a jak s ní můžeme pracovat

Učebnice je zpracována v souladu s rámcovými vzdělávacími programy SOŠ a SOU, kde chemie nepatří mezi hlavní předměty. Skládá se z tištěné a elektronické části. V tištěné části, která má rozsah 48 stran formátu B5, je výklad a zadání úloh pro elementární úroveň výuky chemie. Tak, jak to odpovídá variantě B v rámcových vzdělávacích programech.

Přiložené CD pak obsahuje druhou část publikace ve formátu PDF v rozsahu 221 stran formátu A5. Elektronická kniha je dále rozčleněna do následujících osmi částí: Rozšiřující text, Pokusy, obrázky a videa, Základní úlohy, Rozšiřující úlohy, Komplexní úlohy, Slovníček pojmů, Hry, Slovo pro učitele.

První čtyři části elektronické publikace jsou rozděleny do kapitol stejným způsobem jako tištěná část. Tím je přehledným způsobem umožněno přecházet od tištěné verze k elektronické a naopak. Texty na CD je pak potřeba chápat jako rozšíření kapitol v tištěné verzi učebnice. Specifický způsob zpracování rozšiřujícího textu a rozšiřujících úloh a možné propojování s tištěnou částí učebnice umožňuje vyučujícím vytvářet variabilní vzdělávací cesty podle cílů vzdělávání na různých SOŠ a SOU.

Pro snazší orientaci jsou na okraji stránek v tištěné i elektronické části učebnice uvedeny ikony dvojího typu. První z nich představuje výstražné symboly označující nebezpečnost látky, která je v daném úseku textu uvedena. Přehled těchto symbolů je součástí druhé kapitoly. Pokud má daná látka koncentrační limity, ikony platí pro ten nejvyšší. Druhý typ ikon pak představuje odkazy na multimediální obsah uložený na CD. Tyto ikony mají podobu fotoaparátu (odkaz na obraz) nebo baňky (odkaz na pokus, případně videopokus) a je u nich uveden číselný kód – číslo kapitoly a číslo obrázku, videa nebo pokusu. V elektronické části publikace tyto ikony fungují jako hypertextové odkazy a zavedou studenty či učitele přímo k příslušnému obsahu.

Nedílnou součástí učebnice jsou úlohy. Jejich kompletní sada je součástí textu v elektronické podobě, vybrané úlohy jsou pak uvedeny u každé kapitoly v tištěné části. Ke všem úlohám, které nevyžadují vyjádření vlastního názoru žáka, nabízíme netradičně zpracované autorské řešení (na CD). Zadání je totiž koncipováno jako pracovní listy, do kterých se po kliknutí na ikonu otazníku autorská odpověď automaticky doplní. Práce s úlohami tak může mít různé podoby – učitel může zadání vytisknout a nechat žáky přímo do listů psát odpovědi, sám si řešení může nechat zapnuté a pro kontrolu také vytisknout. Jinou možností je promítání zadání úloh přímo v hodině – pokud škola disponuje interaktivní tabulí, mohou žáci své odpovědi opět zapisovat přímo do určených míst v zadání a učitel může opět pro kontrolu nechat zobrazit autorské řešení.

Části učebnice, která je určena hlavně žákům při samostudiu, je slovníček pojmů. Objevují se v něm pojmy použité při výkladu v tištěné části učebnice i pojmy z rozšířeného textu na CD. Slovníček obsahuje křížové odkazy mezi pojmy. Může se tak snadno přecházet mezi těmi, které spolu souvisejí.

Na CD jsou dále k většině kapitol zařazeny ilustrační fotografie a motivační pokusy. K vybraným pokusům je pak k dispozici krátký videozáznam s mluveným komentářem. Jejich využití je opět na učiteli, vzhledem ke své délce jsou vhodné k zařazení do vyučovací hodiny. Pro plné využití elektronické části je zapotřebí volně dostupný Adobe Reader verze 8.0 nebo vyšší a Adobe Flash Player verze 9.0 nebo vyšší.

Výsledkem týmové práce bylo vytvoření moderní učebnice nového typu – tištěná část je minimalizována při zachování účelnosti a atraktivity, hlavní objem informací je v elektronické podobě. Oslovujeme žáky dosud neoslovené, nabízíme učebnici jim „šitou na míru“, dostupnou jak cenově, tak bez přehnaných požadavků na techniku při používání elektronické části. Její nasazení na trh však teprve ukáže, jestli takováto učebnice bude školské veřejnosti vyhovovat svým zpracováním i obsahem a jestli její hodnota nebude snižována kopírováním zejména elektronické části.

4.2.3 Tvorba interaktivních a počítačově podpořených učebnic

Při tvorbě učebnic chemie pro základní a střední školu [120] a [124] byly použity prvky počítačové grafiky podporující aktivitu žáků: interaktivní testové úlohy, videosekvence a obrazy doprovázející výklad. Z hlediska obsahu bylo učivo rozděleno na základní úroveň (podle požadavků RVP pro střední školy s nižším rozsahem výuky chemie) a na úroveň vyšší.

Základní úroveň učiva je přitom v tradiční, tištěné formě, rozšiřující učivo je pak obsaženo na příloženém CD. Ukázky interaktivních prvků jsou uvedeny v příloze.

4.2.4 Optimalizace školního chemického experimentu

Jak již bylo řečeno v úvodu, při výuce chemie se k vyvolání zájmu žáků dají velice dobře využít experimenty prováděné učitelem či žáky, na druhou stranu existuje trend tyto experimenty do výuky zařazovat méně a méně. Jedním z důvodů nižšího podílu experimentů na výuce chemie je náročnost přípravy. V dostupné literatuře sice existuje velký výběr návodu, ale řada z nich jen reprodukuje návody staré, které nemusí současnému výukovému záměru učitele vyhovovat, nehledě na to, že hledání nových způsobů provedení dané reakce je chemii jako vědnímu oboru vlastní a mělo by mít své místo i při výuce chemie. [125] U řady experimentů je jejich úprava podle požadavků učitele snadná, jsou však také takové, kde dosáhnout cílené změny znamená dlouhé experimentování. Velkou oblastí chemie, ve které se prakticky průběh pokusu nedá předpovědět, takže je potřeba návod beze zbytku dodržet a dosáhnout tak již dosaženého výsledku, je reakční kinetika. Na tuto oblast se proto práce zaměřuje.

Modelový experiment v reakční kinetice

Aby učitel mohl pomocí experimentu žákům přiblížit zvolený princip reakční kinetiky (např. závislost rychlosti reakce na koncentraci výchozích látek nebo na teplotě), musí si vybrat některou dostatečně známou reakci s prozkoumaným průběhem. Pokud mají provádět pokus sami žáci, je potřeba, aby netrval příliš dlouho a aby spotřeba výchozích látek nebyla příliš vysoká – je rozdíl, jestli pokus provede jednou učitel nebo skupina 20 studentů. Jak již bylo zmíněno, dostupné návody příliš variability nenabízejí. Byl proto navržen postup [37], kterým je možné upravit výchozí podmínky experimentu tak, aby co nejlépe vyhovoval zvoleným kritériím (minimální spotřeba látek, dosažení určitého časového průběhu experimentu atp.). Tento postup byl vylepšen a upraven pro použití na konkrétní chemické reakci [18].

Jako příklad využití navrhované optimalizace je uvedeno nalezení nejvýhodnějších podmínek pro efektní školní chemický pokus demonstrující vliv koncentrace výchozích látek na rychlost chemické reakce. [126] Motivační efekt pokusu spočívá v tom, že při vhodném složení bezbarvé reakční směsi při dané teplotě dochází postupně ke vzniku intenzivního modrého zabarvení. Pokus se také často označuje jako „chemikovy hodiny“. Tento pokus byl uveden již v roce 1973 [127] a pozdější prameny jej většinou reprodukují v nezměněném znění.

Chemický princip „chemikových hodin“

Je smíseno nadbytečné množství jodičnanu draselného s okyseleným vodným roztokem hydrogensířičitanu sodného a roztokem škrobu (indikátoru vznikajícího jodu). Postupně probíhají tři chemické reakce různou rychlostí

1. Reakcí jodičnanu s hydrogensířičitanem vzniká jodid (rychlá reakce):
$$\text{IO}_3^- + 3 \text{HSO}_3^- \rightarrow \text{I}^- + 3 \text{HSO}_4^-$$
2. Reakcí jodidu s jodičnanem v kyselém prostředí vzniká jod (pomalejší reakce):
$$5 \text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$$
3. Přebytečný hydrogensířičitan reaguje se vznikajícím jodem (rychlá reakce):
$$\text{I}_2 + \text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{HSO}_4^- + 2 \text{H}^+$$

Jakmile zreaguje veškerý hydrogensířičitan obsažený v roztoku, jod vznikající reakcí č. 2 již není spotřebováván a jeho přítomnost v reakční směsi se projeví modrým zbarvením škrobu.

Postup optimalizace

Metoda optimalizace vychází z algoritmu hledání maxima funkce více proměnných sekvenčním postupem. Při tomto postupu je na základě předchozích výsledků plánován další pokus tak dlouho, až se optimalizační kritérium dostatečně přiblíží optimální hodnotě. Krok algoritmu lze popsat následujícím vztahem [37]:

$$\vec{x}^{k+1} = \vec{x}^k + \rho^k \frac{\sum_{i=1}^n [f(x_1^k, \dots, x_i^k + \alpha^k, \dots, x_n^k) - f(\vec{x}^k)] \vec{e}_i}{\max_{i=1 \dots n} |f(x_1^k, \dots, x_i^k + \alpha^k, \dots, x_n^k) - f(\vec{x}^k)|}$$

kde je \vec{x}^k odhad polohy maxima funkce v k-tém kroku,
 ρ^k velikost k-tého kroku $\rho^k = 0,2(k+1)^{-1}$,
 α^k velikost k-té diference $\alpha^k = 0,2(k+1)^{-0,4}$,
 f zvolená funkce zatížená chybou, jejíž maximum je hledáno,
 \vec{e}_i i -tý jednotkový vektor,
 n počet optimalizovaných proměnných.

Počáteční hodnoty optimalizovaných proměnných je vhodné volit blízko středu zkoumané oblasti $\vec{x}^0 = (\frac{1}{2}, \dots, \frac{1}{2})$. [128] Takto nastavená metoda používá hodnoty proměnných x_i v intervalu od 0 do 1. Pro použití se skutečnými fyzikálními veličinami je ještě potřeba tyto hodnoty transformovat, jak je uvedeno dále.

Příklad optimalizace na zvolené reakci

U uvedené reakce bylo za cíl optimalizace zvoleno dosažení určitého času trvání reakce – 30 s (od smísení roztoků do první výrazné změny barvy), a minimalizace spotřeby výchozích látek (koncentrace látek v mísených roztocích). Protože algoritmus je vytvořen na hledání maxima funkce, je funkční hodnota dána vztahy:

$$f(x_1, x_2) = x_1 + x_2 - (t - 30)^2$$

$$x_i = \frac{\log c_{max} - \log c_i}{\log c_{max} - \log c_{min}}$$

kde je c_1 koncentrace jodičnanu v roztoku A v mol dm⁻³,
 c_2 koncentrace hydrogensířičitanu v roztoku B v mol dm⁻³,
 c_{min} minimální uvažovaná koncentrace 10^{-2,4} mol dm⁻³,
 c_{max} maximální uvažovaná koncentrace 10^{-1,6} mol dm⁻³,
 t čas do prvního výrazného zbarvení roztoku v s.

Pokus jsem prováděl tak, že jsem vodný roztok jodičnanu (A) o koncentraci $c = 0,1$ mol dm⁻³ a vodný roztok hydrogensířičitanu (B) o koncentraci $c = 0,1$ mol dm⁻³ s přidavkem několika kapek kyseliny sírové a škrobu nejprve naředit na vypočítanou koncentraci a poté smísil. U každé dvojice koncentrací byl třikrát měřen čas od smísení roztoků do vzniku výrazného modrého zbarvení s přesností na sekundy. Každý krok má tři fáze (pro dvě proměnné): nejprve se zjišťuje hodnota $f(x^k)$, potom hodnota $f(x_1 + \alpha^k, x_2)$ a nakonec $f(x_1, x_2 + \alpha^k)$. Z těchto tří hodnot se vypočítá hodnota x^{k+1} . Naměřené hodnoty jsou uvedeny níže (viz tabulka 5).

k	c_1 (mol dm ⁻³)	c_2 (mol dm ⁻³)	t (s)	$f(x^k)$
0	0,0093	0,0066	18	-142,74
	0,0064	0,0066	19	-119,54
	0,0093	0,0046	29	0,46
1	0,0064	0,0062	25	-23,50
	0,0049	0,0062	28	-2,35
	0,0064	0,0047	36	-34,35
2	0,0071	0,0052	31	0,55

Tabulka 5 – Průběh optimalizace zvolené reakce

Z naměřených hodnot vyplývá, že algoritmus můžeme po druhém kroku zastavit, protože jsme dosáhli cílového času s rozdílem 1 s, což je ve zvolených mezích dostačující. V uvedeném případě bylo potřeba třikrát vypočítat hodnotu optimalizační funkce a čtrnáctkrát převést koncentrace pomocí převodního vztahu. Protože jde o neustále se opakující výpočty, byl k této metodě již v minulosti vytvořen počítačový program [128].

Alternativní realizace metody

Pokud uvedený program nemá případný zájemce k dispozici, je možné pro výpočty v jednotlivých krocích využít specializovaný matematický software (např. Wolfram Mathematica, Texas Instruments Derive) [18]. V případě nedostupnosti takového software jde uvedený optimalizační algoritmus implementovat i v prostém tabulkovém procesoru (např. Microsoft Excel či OpenOffice Calc). Protože některý z tabulkových procesorů bude zřejmě nejednodušší variantou, je postup optimalizace také proveden v tabulkách vytvořených v Microsoft Excel [126].

c_{\min} (SO_3^{2-})	c_{\max} (SO_3^{2-})	c_{\min} (IO_3^-)	c_{\max} (IO_3^-)
1,6	2,4	1,6	2,4

Tabulka 6 – Zvolený rozsah koncentrací (mol dm^{-3})

k	c (SO_3^{2-})	c (IO_3^-)	V (SO_3^{2-})	V (IO_3^-)	V (H_2O)	t	x_1	x_2	f	a	r
0	0,0066	0,0093	25,0	25,0	0,0	18	0,726	0,539	-142,74	0,20	0,20
1	0,0062	0,0064	23,5	17,2	9,3	25	0,758	0,739	-23,50	0,15	0,10
2	0,0052	0,0071	19,7	19,1	11,2	31	0,858	0,688	0,55	0,13	0,07
3	0,0058	0,0071	22,0	19,1	8,9	30	0,791	0,689	1,48	0,11	0,05

Tabulka 7 – Hodnoty veličin v jednotlivých krocích (mol dm^{-3} , ml, s)

k	$x_1\#$	$x_2\#$	$c\#$ (SO_3^{2-})	$c\#$ (IO_3^-)	$V\#$ (SO_3^{2-})	$V\#$ (IO_3^-)	$V\#$ (H_2O)	$t\#$	$f\#$
0	0,926	0,739	0,0046	0,0064	17,4	17,2	15,4	36	-34,34
	0,726	0,739	0,0066	0,0064	25,0	17,2	7,8	19	-119,54
	0,926	0,539	0,0046	0,0093	17,4	25,0	7,6	29	0,46
1	0,910	0,891	0,0047	0,0049	17,8	13,2	19,0		-898,20
	0,758	0,891	0,0062	0,0049	23,5	13,2	13,3	28	-2,35
	0,910	0,739	0,0047	0,0064	17,8	17,2	15,0	36	-34,35
2	0,987	0,817	0,0041	0,0056	15,5	15,1	19,4		-898,20
	0,858	0,817	0,0052	0,0056	19,7	15,1	15,2	33	-7,33
	0,987	0,688	0,0041	0,0071	15,5	19,1	15,4	29	0,67

Tabulka 8 – Pomocné výpočty v jednotlivých krocích (mol dm^{-3} , ml, s)

- k číslo kroku
- c koncentrace činidel
- V objemy činidel
- t naměřený čas reakce
- x_1, x_2 normované hodnoty koncentrací
- f hodnota optimalizační funkce
- a velikost difference
- r velikost kroku

V tabulkách jsou pro zjednodušení provádění optimalizace vypočítány objemy jednotlivých činidel (sloupce V a $V\#$). Hodnoty v tabulce 7 slouží k určení parametrů (koncentrací, objemů) dalšího kroku optimalizace. Jedinými nepočítanými hodnotami jsou výchozí hodnoty koncentrací (Tabulka 6, krok 0) a časy naměřené pro jednotlivá provedení experimentu (všechny hodnoty t a $t\#$).

4.2.5 Využití pokusu ve výuce chemie

O tom, že experiment ve výuce chemie má své nezastupitelné místo, snad nikdo nepochybuje. Mohou se vést polemiky, zda mají pokusy provádět žáci, učitel, nebo se mají jen promítat, či dokonce simulovat. Jistou překážkou v provádění zajímavých pokusů může být nepřehledná

legislativa a obavy učitele, zda tím, že nechá pracovat žáky s některými látkami, neporušuje zákon. Naproti tomu se v médiích čím dál tím více objevují experimenty s běžně dostupnými látkami, které si případný zájemce může provést bezpečně i doma [11]. Výrazným prvkem těchto pokusů je jejich zajímavost a jednoduchost, i když ta může být leckdy dosažena pouze obratným střihem. Co však těmto pokusům chybí a co by učitelé jistě ocenili, je způsob, jak pokus zařadit do výuky. Následující text ukazuje na jednom atraktivním, avšak ne úplně známém pokusu ukázat, jak může souviset s rozvíjením klíčových kompetencí a naplňováním očekávaných výstupů z několika oblastí RVP pro základní vzdělávání.

Jak si doma připravit „horký led“

V pořadu PORT⁴ vysílaném na stanici ČT 2 mohli učitelé chemie i žáci zaznamenat experiment, při kterém moderátor z podchlazeného nasyceného roztoku octanu sodného litím vytváří pohledné sloupce „ledu“. Octan si připraví smícháním octa a prášku do pečiva, což také ukazuje. Potom se ovšem nenápadně zmíní, že si octan překrystalizuje, aby byl čistý, a předvede čistě bílý prášek. Ten pak rozpustí v horké vodě a roztok vloží do lednice. Následuje střih a moderátor po chvíli vyléváním roztoku modeluje „ledový“ sloup.

V tomto postupu se však vyskytují dvě zásadní úskalí – jednak prášek do pečiva neobsahuje jen hydrogenuhličitan sodný, ale také (di)hydrogenfosforečnany, které ve směsi zůstanou, jednak provést onu rekrystalizaci a získat čistý bílý octan je v domácích podmínkách prakticky nemožné.

Z výše uvedených důvodů jsme postup upravili a dále ho popisujeme. Pracujeme jen s „jedlými“ látkami, použité nádobí po opláchnutí může opět sloužit svému původnímu účelu.

Pomůcky a chemikálie:

100 g jedlé sody (2 balení),

1 l kvasného octa,

chomáč vaty,

2 větší nerezové kastroly (cca 5 l),

lžíci na míchání,

sklenice (cca 250 ml),

talířek na zakrytí sklenice,

⁴ Pořad je dostupný v archivu České televize [164]

nálevka,
sporák nebo vaříč

Pracovní postup

Do kastrolu nasypeme jedlou sodu a opatrně přiléváme ocet. Zde je třeba počínat si *opatrně*, reakce probíhá velice bouřlivě a mohlo by se stát, že celý obsah vzkypí a z kastrolu vyteče. Po přidání celého objemu octa necháme reakci doběhnout (neměly by se již uvolňovat bublinky) a směs přefiltrujeme přes vatku do druhého kastrolu. Ten pak umístíme na vaříč a zahříváme.

Protože potřebujeme připravit nasycený roztok, nezbyvá nám nic jiného, než se zbavit přebytečné vody a roztok tak zahustit.

Když se odpaří asi 9/10 objemu roztoku, je směs hotová. Pokud se již za horka začnou na hladině vytvářet krystaly, přidáme opatrně malé množství vody, dokud se zase nerozpustí. Čirou tekutinu opatrně přelijeme do sklenice a zakryjeme talířkem. Sklenici necháme vychladnout na pokojovou teplotu a pak ji ještě dáme do lednice, až se zchladí na cca 15 °C.

Pokud jsme pracovali pečlivě, směs ani v lednici neztuhne a můžeme ji ze sklenice vylévat na talířek nebo do misky, kde po chvílce začne tuhnout. Další tekutina pak na vzniklých krystalech tuhne okamžitě, čehož můžeme využít k vytváření „ledových“ útvarů v reálném čase (viz foto). Vznikající krystaly jsou obarveny karamellem, který je obsažen v octu.

Co se stalo a jak to využít?

Chemická podstata uvedeného děje je jednoduchá – smíchali jsme roztok kyseliny octové (zhruba 8%) s pevným hydrogenuhličitanem sodným. Výsledkem byla bouřlivá reakce, při níž došlo k uvolnění oxidu uhličitého a v roztoku zůstaly sodné a octanové ionty, tj. rozpuštěný octan sodný (samozřejmě také další látky, které jsou v octu v malém množství obsaženy, např. karamel použitý jako barvivo, ty ale provedení našeho pokusu nebrání). Pokud chceme dosáhnout čistě bílých, až průsvitných výsledných útvarů, můžeme sáhnout po komerčním octanu (dodává se jako trihydrát). Tím ovšem pomine ono kouzlo dostupnosti použitých látek, podstatně však zkrátíme dobu přípravy.

Při provádění pokusu si jistě všimnete, že vzniklá pevná látka má podstatně vyšší teplotu než roztok, ze kterého vzniká. Krystalizace trihydrátu octanu sodného je totiž exotermický děj. Toho se využívá v běžně dostupných ohřívacích polštářcích, které ve výchozím stavu obsahují čirý roztok octanu a iniciační tělíčko (plíšek). Podobně, jako v našem pokusu, se nic neděje,

pokud je kapalina v klidu. Jakmile ji ovšem vystavíme mechanickému impulzu (zlomení plíšku uvnitř roztoku v komerčním ohříváčku nebo náraz na talířek v našem pokusu), začne lavinovitě běžet krystalizace, při níž se uvolňuje teplo. Octan patří mezi tzv. *reverzibilní ohříváče*, lze jej tedy znovu (zahřátím a následným opatrným ochlazením) převést do původního stavu a znovu použít, což můžeme s výhodou uplatnit i při našem pokusu.

Abychom začlenění pokusu do výuky usnadnili, připravili jsme k němu několik vzorových úloh, které by měly po jeho provedení následovat.

Ověřme si, co si žáci „odnesli“ (ptáme se a odpovídáme)

Úloha 1 (pozorování)

a) Které dvě látky spolu reagovaly a jaké bylo jejich původní skupenství?

hydrogenuhlíčan sodný (jedlá soda) – pevná látka, roztok kyseliny octové – kapalina

b) Které dvě látky při reakci vznikly a v jakém skupenství?

roztok octanu sodného – kapalina, oxid uhličitý – plyn

Úloha 2 (vyvozování závěrů)

Jak by se změnil průběh reakce, kdybychom použili komerční kyselinu octovou (50% roztok) místo octa?

Reakce by probíhala ještě bouřlivěji, protože s rostoucí koncentrací výchozích látek roste i rychlost reakce.

Úloha 3 (širší souvislosti)

Výsledná krystalická látka měla znatelně vyšší teplotu. Vyhledej na internetu, k čemu se výrobky obsahující roztok octanu sodného používají.

Například kapesní ohřívací polštářky.

Výše uvedené úlohy by měly sloužit jako inspirace, rozhodně nepředstavují žádné dogma. Považujeme však za vhodné, aby v úlohách, které si sami sestavíte, byly zastoupeny všechny tři zmíněné typy, tj. úlohy, které žák může zodpovědět pouze na základě pozorování, dále úlohy, při jejichž řešení již musí z pozorování a již získaných znalostí vyvodit logický závěr, a

nakonec úlohy, které problém začleňují do širších souvislostí a propojují tak školní výuku s běžným životem.

Jak to souvisí s RVP ZV?

Pro snazší orientaci v jednotlivých specifikacích klíčových kompetencí, tematických okruzích průřezových témat a očekávaných výstupech, jsme jednotlivým položkám přiřadili číselné kódy podle pořadí, ve kterém jsou v RVP [8] uvedeny. Číslování je dvouúrovňové, první číslice označuje pořadí kategorie (kompetence, průřezového tématu, očekávaného výstupu), druhá pak číslo specifikace v rámci kategorie [129]. Takto okódované klíčové kompetence a okruhy průřezových témat jsou dostupné v elektronické podobě na www stránkách nakladatelství Fortuna (www.foruna.cz), očekávané výstupy vzdělávacího oboru chemie pak např. v metodické příručce k řadě učebnic Základy praktické chemie [130]. Pro větší přehlednost však související klíčové kompetence a očekávané výstupy z RVP ZV uvádíme v plném znění.

Klíčové kompetence

1 Kompetence k učení

Žák:

- 1.3 operuje s obecně užívanými termíny, znaky a symboly, uvádí věci do souvislostí, propojuje do širších celků poznatky z různých vzdělávacích oblastí a na základě toho si vytváří komplexnější pohled na matematické, přírodní, společenské a kulturní jevy
- 1.4 samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti

2 Kompetence k řešení problémů

Žák:

- 2.2 vyhledá informace vhodné k řešení problému, nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky, využívá získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant řešení, nenechá se odradit případným nezdarem a vytrvale hledá konečné řešení problému

6 Kompetence pracovní

Žák:

- 6.1 používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky

- 6.2 přistupuje k výsledkům pracovní činnosti nejen z hlediska kvality, funkčnosti, hospodárnosti a společenského významu, ale i z hlediska ochrany svého zdraví i zdraví druhých, ochrany životního prostředí i ochrany kulturních a společenských hodnot

Očekávané výstupy vzdělávacího oboru chemie

1 Pozorování, pokus a bezpečnost práce

Žák:

- 1-1 určí společné a rozdílné vlastnosti látek
- 2-1 rozlišuje směsi a chemické látky

2 Směsi

Žák:

- 2-4 navrhne postupy a prakticky provede oddělování složek směsí o známém složení; uvede příklady oddělování složek v praxi

4 Chemické reakce

Žák:

- 4-1 rozliší výchozí látky a produkty chemických reakcí, uvede příklady prakticky důležitých chemických reakcí, provede jejich klasifikaci a zhodnotí jejich využívání
- 4-3 aplikuje poznatky o faktorech ovlivňujících průběh chemických reakcí v praxi a při předcházení jejich nebezpečnému průběhu

Očekávané výstupy vzdělávacího oboru fyzika

4 Energie

Žák:

- 4-3 využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů a úloh

4.3 Didaktická transformace s ohledem na školskou reformu

Jak již bylo uvedeno dříve, počítačová grafika ovlivňuje i obsah vzdělávání. Takto vyvolané změny však nemohou být zcela nahodilé a měly by respektovat určité zákonitosti. Jedním z vnějších zdrojů takových pravidel jsou legislativní změny, které probíhají v rámci současné školské reformy. Se vznikem rámcových vzdělávacích programů a nutností vytvářet školní vzdělávací programy se učitelům, na které byla tato činnost delegována, naskýtá nebyvalá svoboda ve volbě obsahu výuky chemie. Tato část práce se zaměřuje na podmínky a možnosti úprav kurikula a začlenění nových poznatků do výuky chemie.

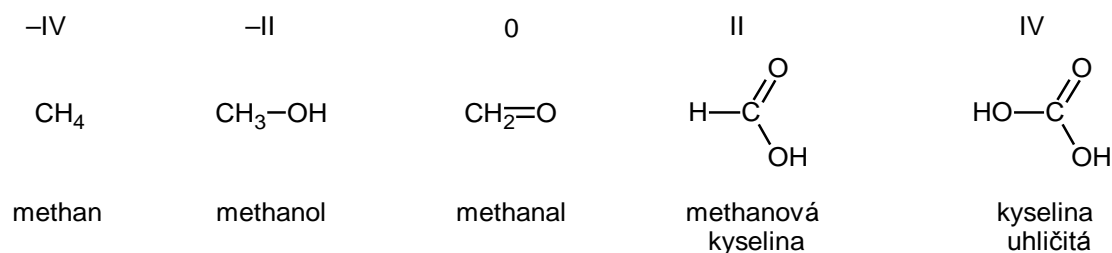
4.3.1 Kyselina uhličitá jako model transformovaného učiva

Součástí práce učitele chemie je, nebo by mělo být, neustálé sebevzdělávání. Chemie jako vědecká disciplína přináší neustále nové poznatky a postupem času i mění a dovytváří své teorie. Úspěšný učitel chemie nemůže tyto změny nechat bez povšimnutí, i když pochopitelně není možné všechny okamžitě zaregistrovat a zařadit do výuky. Přesto se čas od času objeví převratné informace, které stojí za povšimnutí, třeba i s určitým časovým zpožděním. Pokud k žádným aktualizacím ve výkladu chemie nedojde, snadno se může stát, že takováto chemie získá u žáků punc něčeho archaického, co se současným světem nijak nespojuje, a proto není potřeba se jí zabývat. Jedním z objevů poslední doby je izolace ve vodném prostředí vysoce nestabilní kyseliny uhličitě v čistém stavu, o níž bude pojednáno dále. [131]

Problém stability kyseliny uhličitě

Kyselina uhličitá je tradičně pokládána za typickou „anorganickou“ a téměř hypotetickou sloučeninu. Učebnice přes všechny stupně vzdělávání, od základní školy, přes gymnázia až po vysoké školy ji jako takovou uvádějí dodnes. Např. v současné učebnici chemie (z roku 2006) pro 8. ročník základní školy je uvedeno doslova: „Jednou z nejslabších kyselin je kyselina uhličitá (H_2CO_3). Existuje pouze ve vodném roztoku. Vzniká při rozpuštění oxidu uhličitého ve vodě. Roztok kyseliny uhličitě obsahují spolu s vodným roztokem uhličitým např. sodovka, perlivá voda, sycené limonády atd.“ [132] Učebnice pro gymnázia věnuje kyselině uhličitě jedinou větu „Při rozpouštění oxidu uhličitého ve vodě nepatrná část jeho molekul reaguje s molekulami vody za vzniku velmi slabé kyseliny uhličitě H_2CO_3 “ [133]. Jedna z vysokoškolských učebnic uvádí „Přestože kyselina uhličitá ve volném stavu neexistuje, jsou známy její soli a deriváty...“ [134].

Kyselina uhličitá je poslední sloučeninou s nejvyšším oxidačním stupněm v oxidačně-redukční hierarchii organických sloučenin. [135] Vycházíme-li z methanu (oxidační číslo atomu uhlíku -IV), pak postupnou dvouelektronovou oxidací jednotlivých C-H vazeb postupně dospějeme k methanolu (-II), methanal (0), methanové kyselině (II) a nakonec ke kyselině uhličitě (IV).

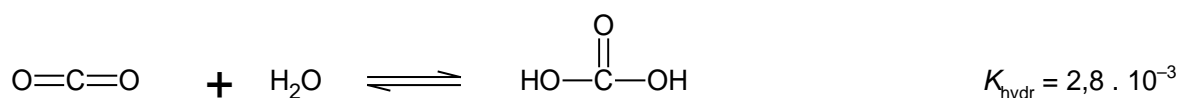


Kyselina uhličitá je ve skutečnosti „difunkční“ monokarboxylová kyselina a lze od ní odvozovat monofunkční deriváty (halogenidy, estery, amidy, nitrily) podobně jako od alkanových a arenkarboxylových kyselin náhradou hydroxylové skupiny v karboxylu atomem halogenu, akoxylem, aminoskupinou apod. [136]

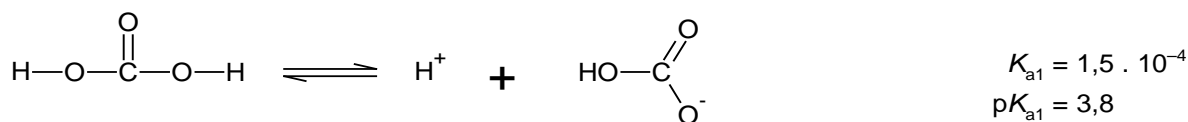
Kyselina uhličitá je nestálá a rozkládá se na oxid uhličitý a vodu. Stejnou nestabilitu vykazují i její monofunkční deriváty, které se rozkládají rovněž na oxid uhličitý a příslušný halogenovodík, alkohol či amoniak (amin). Na rozdíl od monofunkčních derivátů jsou difunkční deriváty kyseliny uhličitě sloučeniny stálé a jsou důležitými meziprodukty ve výzkumu i ve výrobě.

Ve starších učebnicích organické chemie jsou derivátům kyseliny uhličitě věnovány samostatné kapitoly [137], [138]. V novějších učebnicích jsou tetrasubstituované deriváty až na ojedinělé výjimky „rozpuštěny“ v kapitolách o funkčních derivátech kyselin, případně některé ze synteticky potřebných derivátů jsou přímo aplikovány při reakcích probíraných v jiných kapitolách [136].

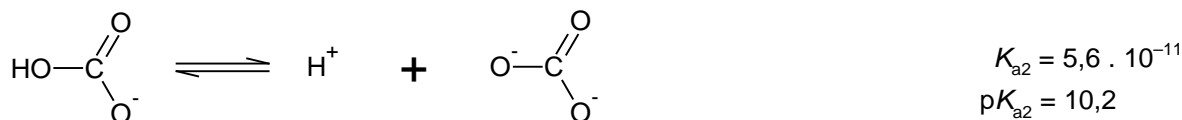
Kyselina uhličitá vzniká hydratací oxidu uhličitého



Disociací do prvního stupně poskytuje hydrogenuhlíčitanový (bikarbonátový) anion,

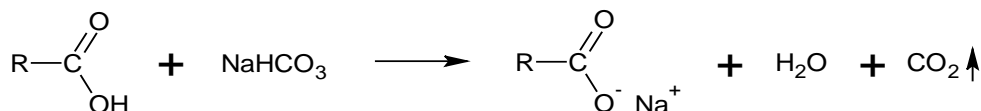


disociací do druhého stupně vzniká anion uhličitanový.



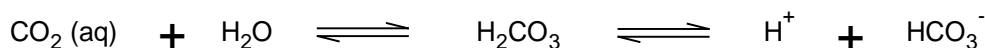
Proto známe dvě řady solí – hydrogenuhličitanů (bikarbonátů) a uhličitanů např. alkalických kovů a kovů alkalických zemin.

V učebnicích anorganické chemie a biochemie se však vyskytuje další, tzv. pozorovaná (observed) konstanta $K_{\text{obs}} = 4,45 \cdot 10^{-7}$ ($pK_{\text{obs}} = 6,35$) [139], která je nejčastěji uváděna jako pK_1 , méně často jako pK_2 [134]. Na základě této hodnoty by měla být kyselina uhličitá slabší kyselinou nežli kyselina octová ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $pK_a = 4,7$). Tomu by odpovídala i ta skutečnost, že je „slabší“ kyselina uhličitá uvolňována z vodných roztoků hydrogenuhličitanů „silnějšími“ karboxylovými kyselinami. Tato reakce slouží dokonce jako kvalitativní test na přítomnost karboxylové skupiny [140].



Jaká je příčina této zdánlivé nesrovnalosti?

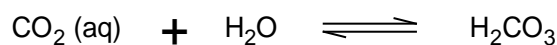
Hodnota $K_{\text{obs}} = 4,45 \cdot 10^{-7}$ ($pK_{\text{obs}} = 6,35$) se získává měřením pH vodných roztoků známého množství oxidu uhličitého ve vodě.



Je tedy vyjádřena vztahem

$$K_{\text{obs}} = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{CO}_2(\text{aq})]} = 4,35 \cdot 10^{-7}; pK_{\text{obs}} = 6,35$$

Maximální rozpustnost oxidu uhličitého ve vodě je cca $0,034 \text{ mol dm}^{-3}$ a stupeň hydratace oxidu uhličitého vyjadřuje K_{hydr} .

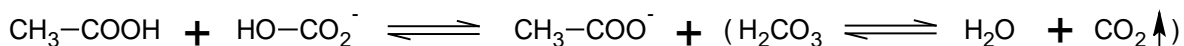


$$K_{\text{hydr}} = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{CO}_2 \text{ aq}]} = 2,8 \cdot 10^{-3}$$

Dosadíme-li do vztahu pro disociační konstantu kyseliny uhličité do prvního stupně K_{a1} hodnoty z předcházejících vztahů, získáme „pravou“ hodnotu $K_{a1} = 1,55 \cdot 10^{-4}$, $\text{p}K_{a1} = 3,81$.

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = \frac{4,35 \cdot 10^{-7} [\text{CO}_2 \text{ aq}]}{2,8 \cdot 10^{-3} [\text{CO}_2 \text{ aq}]} = 1,55 \cdot 10^{-4}$$

Kyselina uhličitá je tedy silnější kyselinou nežli kyselina octová. Skutečnost, že je uvolňována z roztoků hydrogenuhličitanů karboxylovými kyselinami je dána její rozpustností ve vodě. Jakmile její koncentrace ve vodě dosáhne maxima (tj. $[\text{H}_2\text{CO}_3] = 2,8 \cdot 10^{-3}$. $[\text{CO}_2] = 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,034 = 9,52 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$), začne se z roztoku uvolňovat oxid uhličitý.



Z disociační konstanty do druhého stupně $\text{p}K_2 = 10,2$ plyne, že bikarbonátový anion je slabší kyselinou nežli karboxylové kyseliny, avšak silnější kyselinou nežli voda a alkoholy.

Systém $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ je klíčový pro udržování pH krevní plazmy [141]. Nekatalyzovaná hydratace CO_2 „v baňce“ je příliš pomalá, než aby byla účinná při transportu CO_2 z tkání do plic, a tak je tato reakce v živých organismech katalyzována enzymem karbonáthydrolasou, jehož jedna molekula může katalyzovat hydrataci až $36 \cdot 10^6$ molekul CO_2 za minutu .

Hodnoty K_{a1} případně $\text{p}K_{a1}$ se pohybují v rozmezí $1,9 \cdot 10^{-4}$ až $3,4 \cdot 10^{-4}$ ($\text{p}K_{a1}$ v rozmezí 3,72–3,47) v závislosti na zvolené metodě a teplotě měření (viz .tabulka 9).

autor	$K_{a1} \cdot 10^4$	pK_{a1}	teplota
Thiel (1914)	1,9	3,72	4 °C
Faurholt (1924)	2	3,70	0 °C
Saal (1928)	3,1	3,50	13 °C
Brinkman (1933)	2,4	3,62	15 °C
Roughton (1941)	2,5 – 3,4	3,60 – 3,47	0 °C – 38 °C
Wissbrun (1954)	1,56 – 1,76 – 1,60	3,80 – 3,75 – 3,79	5 °C – 17 °C – 45 °C
Schwarzenbach (1957)	1,7	3,77	20 °C
Schuerer (1958)	1,8 – 1,3	3,74 – 3,89	25 °C – 35 °C

Tabulka 9 – Hodnoty K_a kyseliny uhličitě

Z novějších prací lze uvést spektrofotometrické stanovení teplotní závislosti pK_{celk} v rozmezí teplot 25–175 °C [142].

$$pK_{celk} = -1234,4 + 68608/T + 193,37 \ln T - 0,1643 T - 374680 / T^2$$

$$pK_{celk} = 6,33 (25 \text{ °C})$$

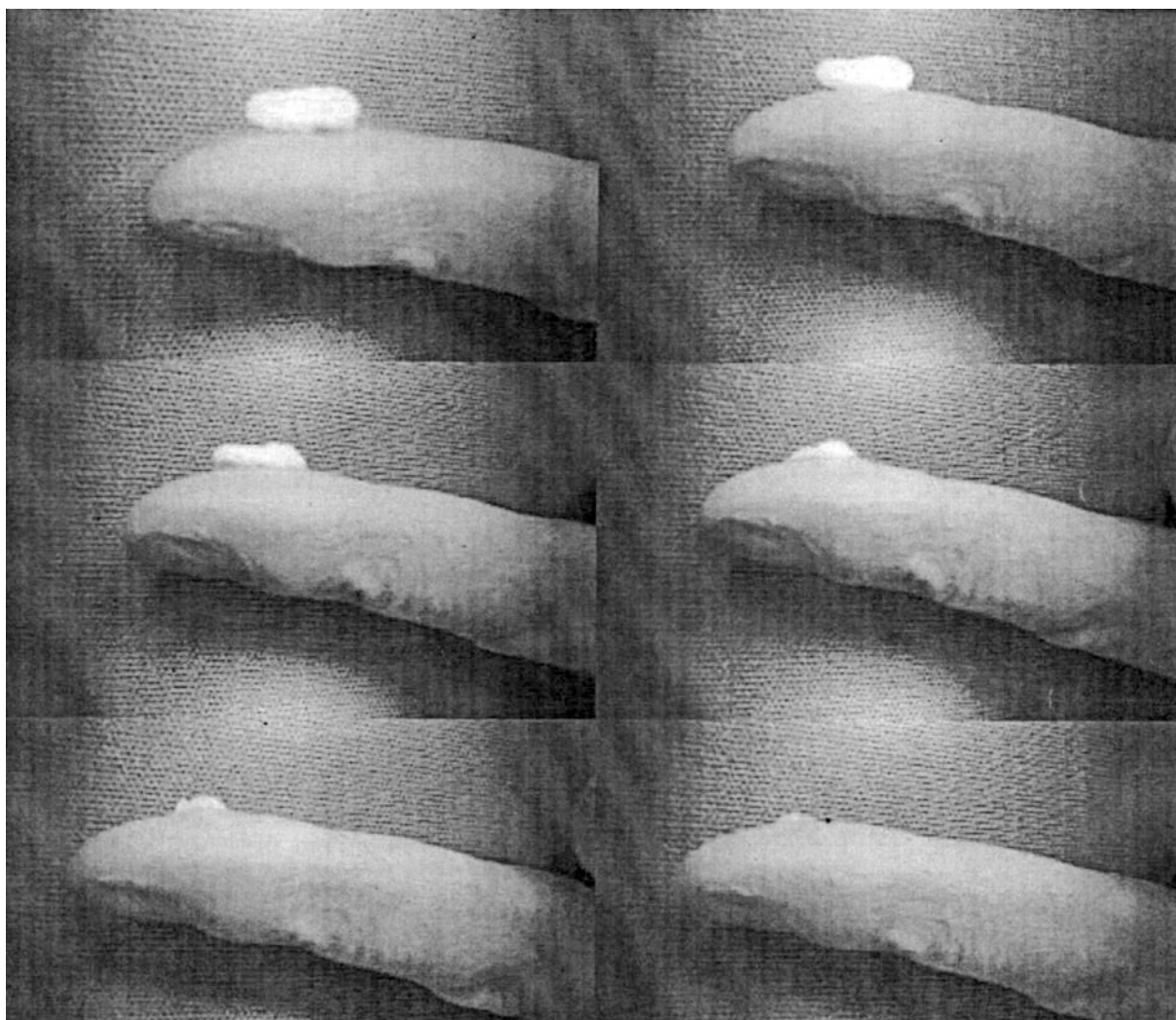
S uvedenými hodnotami pK_{celk} (6,4) i pK_{a1} (3,8–2,2) korespondují odpovídající hodnoty vypočtené kvantověmechanickými postupy (ab initio studie struktury) [143].

Hodnota pK_{a2} byla stanovována na zředěných roztocích HCO_3^- a CO_3^{2-} pomocí Ramanových spekter a hodnota 10,35 (25 °C) je v dobrém souladu s publikovanými termodynamickými hodnotami [144].

Skutečnost, že kyselina uhličitá zůstávala pro chemiky stále neuchopitelnou sloučeninou, kterou nebylo možné přímo izolovat ani pozorovat nějakou spektroskopickou metodou, provokovala experimentální chemiky k hledání metod její přípravy v čistém stavu nebo aspoň ve stavu, který by umožnil získat spektroskopické údaje (IR, NMR, MS), které by bylo možné využít např. pro pozorování jejího výskytu v atmosféře planet. Naproti tomu teoretičtí chemici

hledali způsob, jak vysvětlit extrémní nestabilitu kyseliny uhličitě. Výsledkem všech těchto snah jsou dvě publikace v jednom ročníku časopisu *Angewandte Chemie* z roku 2000.

Tou první je „On the Surprising Kinetic Stability of Carbonic Acid (H_2CO_3)“ [145] s fotografickým záznamem rozpadu krystalické kyseliny uhličitě v ledové matici při postupném ohřevu od teploty kapalného dusíku (77 K), předváděném na ukazováčku jedné spoluautorky. Druhá publikace nese název „In Spite of the Chemist’s Belief: Carbonic Acid Is Surprisingly Stable“ [146].



Obrázek 18 – Ukázka pevné kyseliny uhličitě z publikace *On the Surprising Kinetic Stability of Carbonic Acid*

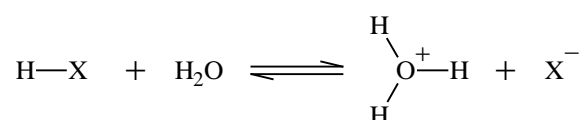
Při (chybném) použití pozorované disociační konstanty bývá kyselinu uhličitá uváděna jako výjimka v pravidle pro orientační určení síly kyseliny (rozdíl mezi počtem atomů kyslíku a počtem atomů vodíku v souhrnném vzorci), které se učí už na základní škole [147].

Kvalitativní předpověď relativní síly oxokyselin z jejich souhrnných vzorců

Chemici vyjadřují sílu kyselin, tj. snadnost odštěpení protonu (H^+) při jejich disociaci ve vodě, pomocí tzv. konstant kyselosti K_a nebo ještě častěji užívají záporně vzaté logaritmy těchto konstant, které se označují $\text{p}K_a$ (pondus, váha K_a). [136]

$$\text{p}K_a = -\log K_a$$

Konstanty kyselosti se odvozují z rovnovážných konstant disociace kyselin ve vodě K měřených zpravidla při 25 °C. Při disociaci se proton váže na molekulu vody za vzniku hydroxoniového iontu a příslušného aniontu (konjugované báze kyseliny).

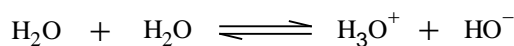


Protože ve zředěných roztocích je molární koncentrace vody konstantní a její hodnota se rovná $55,6 \text{ mol l}^{-1}$, lze rovnovážnou konstantu K spolu s molární koncentrací vody $[\text{H}_2\text{O}]$ zahrnout do nové konstanty označované jako konstanta kyselosti K_a .

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{X}^-]}{[\text{HX}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}; K_a = K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{X}^-]}{[\text{HX}]}$$

Obecně je rozmezí hodnot K_a resp. $\text{p}K_a$ značně široké od nejsilnějších kyselin ($K_a \sim 10^{15}$, $\text{p}K_a \sim -15$) až po kyseliny nejslabší ($K_a \sim 10^{-50}$, $\text{p}K_a \sim 50$), jak je zřejmé z tabulky 9. Znamená to, že čím vyšší je hodnota $\text{p}K_a$, tím slabší je kyselina, a obráceně, čím je kyselina silnější, tím je hodnota $\text{p}K_a$ nižší. [148]

Naprosto spolehlivé hodnoty uvedených konstant leží v rozmezí hodnot odpovídajících rovnováze autoprotolýzy vody, $K_a(\text{H}_2\text{O}) = 1,80 \cdot 10^{-16}$ a $\text{p}K_a(\text{H}_2\text{O}) = 15,74$

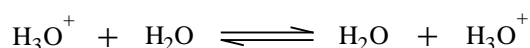


$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HO}^-]}{[\text{H}_2\text{O}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}; K_a = K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HO}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{55,6} = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

a rovnováze pro disociaci hydroxoniového iontu ve vodě, $K_a(\text{H}_3\text{O}^+) = [\text{H}_2\text{O}] = 55,6$ a $\text{p}K_a(\text{H}_3\text{O}^+) = -1,75$.

Kyselina	K_a	pK_a	konjug. báze
CF₃SO₃H	$\sim 10^{14}$	~ -14	CF ₃ SO ₃ ⁻
HClO₄	$\sim 10^{10}$	~ -10	ClO ₄ ⁻
HI	$\sim 10^{10}$	~ -10	I ⁻
HBr	$\sim 10^9$	~ -9	Br ⁻
HCl	$\sim 10^8$	~ -8	Cl ⁻
H₂SO₄	$\sim 10^3$	~ -3	HSO ₄ ⁻
HMnO₄	$1,78 \cdot 10^3$	-2,25	MnO ₄ ⁻
H₃O⁺	$5,56 \cdot 10^2$	-1,75	H ₂ O
HNO₃	$2,0 \cdot 10^2$	-1,3	NO ₃ ⁻
HClO₃	$1,0 \cdot 10^1$	-1,0	ClO ₃ ⁻
H₂CrO₄	9,5	-0,98	HCrO ₄ ⁻
H₂SO₃	$1,3 \cdot 10^{-2}$	1,9	HSO ₃ ⁻
H₃PO₄	$7,59 \cdot 10^{-3}$	2,12	H ₂ PO ₄ ⁻
HClO₂	$7,59 \cdot 10^{-3}$	2,12	ClO ₂ ⁻
HF	$6,8 \cdot 10^{-4}$	3,18	F ⁻
HNO₂	$5,13 \cdot 10^{-4}$	3,29	NO ₂ ⁻
H₂CO₃	$2,63 \cdot 10^{-4}$	3,58	HCO ₃ ⁻
HOCl	$2,95 \cdot 10^{-5}$	4,53	ClO ⁻
CH₃COOH	$1,74 \cdot 10^{-5}$	4,76	CH ₃ COO ⁻
HCN	$7,9 \cdot 10^{-10}$	9,1	CN ⁻
NH₄⁺	$4,3 \cdot 10^{-10}$	9,3	NH ₃
CH₃OH	$6,31 \cdot 10^{-16}$	15,2	CH ₃ O ⁻
H₂O	$1,80 \cdot 10^{-16}$	15,74	HO ⁻
NH₃	$\sim 10^{-38}$	~ 38	NH ₂ ⁻
CH₃CH₃	$\sim 10^{-50}$	~ 50	CH ₃ CH ₂ ⁻

Tabulka 10 – Konstanty kyselosti různých kyselin při 25 °C [149], [150]



Znamená to, že nejsilnější kyselinou, která může existovat ve vodném roztoku je hydroxoniový ion.

Hodnoty $\text{p}K_{\text{a}} < -1,7$ a $\text{p}K_{\text{a}} > 15,7$ se stanovují extrapolací z měření v nevodných rozpouštědlech. Tyto hodnoty jsou poměrně spolehlivé, pokud jsou jen lehce menší nebo lehce větší než uvedené hodnoty. Nejhuře extrapolovatelné jsou hodnoty velmi silných kyselin, $\text{p}K_{\text{a}} < -3$ a velmi slabých kyselin $\text{p}K_{\text{a}} > 25$, které se mohou lišit i o několik jednotek $\text{p}K_{\text{a}}$ [148].

V chemické komunikaci se vyjadřuje síla kyselin běžně pojmy jako např. slabé či silné kyseliny. Pauling přiřadil jednotlivým pojům řádové hodnoty konstant kyselosti při jejich disociaci do prvního stupně, $K_{\text{a}1}$ (viz tabulka 11). [151]

Pauling	$K_{\text{a}1}$	$\text{p}K_{\text{a}1}$	kyselina	RSK	počet mezomerních struktur aniontů
velmi silné	10^8	-8	HClO ₄	3	4
silné	10^3	-3	H ₂ SO ₄ , HClO ₃	2	3
slabé	10^{-2}	2	H ₃ PO ₄ , H ₂ CO ₃	1	2
velmi slabé	10^{-7}	7	H ₃ BO ₃ , HClO	0	1

Tabulka 11 – Paulingovo rozdělení síly kyselin

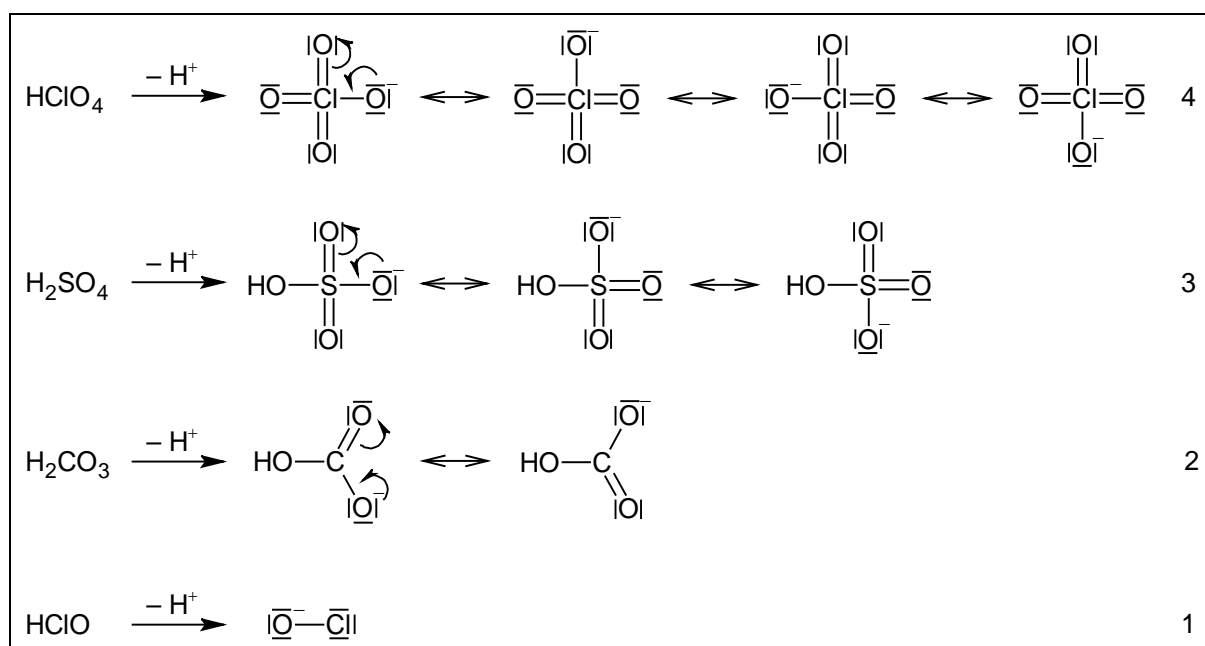
S pojmy slabé a silné kyseliny se ovšem setkávají i žáci na nižších stupních škol, kteří ještě neznají logaritmy a neabsolvovali kurz obecné chemie. Ovládají však základní početní úkony a už dokážou sestavit souhrnný vzorec ternární kyseliny. Těm lze doporučit postup pro kvalitativní předpověď relativní síly oxokyselin (RSO), který publikovali Monroe a Abrams [152].

Autoři vycházejí z molekulového (souhrnného) vzorce kyslíkaté kyseliny a počítají rozdíl mezi počtem atomů kyslíku a počtem atomů vodíku, který potom přiřazují již uvedenému Paulingovu rozdělení.

Popsaný způsob kvalitativní předpovědi relativní síly oxokyselin z jejich souhrnných vzorců mohou žáci používat nejprve jako mnemotechnickou pomůcku. Zvídavějším žákům nebo studentům ve vyšších ročnících lze odhalit i její racionální základ: vypočítané hodnoty (rozdíly) korelují s počtem shodných mezomerních struktur vzniklých konjugovaných bází (aniontů) [153]. Příklady shrnuje tabulka 11.

Proton se totiž z molekuly kyseliny odštěpuje tím snadněji, čím je vznikající anion (konjugovaná báze) termodynamicky stabilnější, a ten je tím stabilnější, čím více je záporný náboj rozprostřen (delokalizován) na „povrchu“ aniontu. Mírou této delokalizace (stabilizace) je rostoucí počet mezomerních struktur, jak je patrné z rezonančních struktur chloristanových (ClO_4^-), hydrogensíranových (HSO_4^-), hydrogenuhlíčitanových (HCO_3^-) a chlornanových (ClO_2^-) aniontů (viz obrázek 19).

Uvedený postup není jenom „mnemotechnickou“ pomůckou kvalitativního odhadu RSK, ale je také jedním z prvních příkladů vztahu mezi strukturou látky a jejími vlastnostmi.



Obrázek 19 – Mezomerní struktury vybraných aniontů kyselin

4.4 Hra jako didaktický prostředek ve výuce chemie

Jedním z prvních využití počítačové grafiky byla tvorba počítačových her. Ty mají oproti hrám s fyzickými předměty výhodu ve své „nehmotnosti“, v současné době je můžeme mít kdykoli s sebou (např. v mobilním telefonu), a v možnosti vytvářet neexistující (fantastické) prostředí. Tato část práce se zabývá uplatněním počítačových her při výuce chemie.

4.4.1 Chemické hry na interaktivní tabuli

Hru lze považovat za přirozený projev člověka, který ho provází od raného dětství až do vysokého stáří. Využití hry jako jedné z aktivizujících metod výuky vede, zároveň se zachováním individuálního tempa žáků, k rozvoji jejich tvořivosti a samostatnosti při řešení problémů. Zvyšuje zájem o předmět výuky a umožňuje bezděčné učení často náročných témat. Žáci získávají uspokojení z nalezení řešení problémů s využitím vlastních schopností. Uvedené pozitivní aspekty uplatnění metody ve výuce může významně podpořit využití informačních a komunikačních technologií (ICT) [154].

Možnosti ICT v souvislosti s uplatněním metody hry naplňují obecné cíle ve výuce v souladu s Rámcovými vzdělávacími programy a Školními vzdělávacími programy jednotlivých vzdělávacích oborů. Postupy s využitím ICT přispívají optimalizaci výuky zejména v oblasti:

- uplatnění aktivních metod učení,
- podpory spolupráce mezi vyučujícími a žáky,
- umožnění rychlé zpětné vazby o dosahovaných výsledcích výuky i učení,
- diferenciaci různých úrovní žáků,
- rozvoje tvořivého myšlení žáků,
- samostatného vstupu vyučujícího i žáka do průběhu výuky,
- časové úspory při zadávání řešení a vyhodnocování výuky.

V současnosti je stále více využívaným prostředkem ICT ve výuce interaktivní tabule. Má řadu předností, zejména v oblasti motivace, využití nástrojů kreslení a animace, komunikace mezi vyučujícím a žákem, rychlé zpětné vazby včetně hodnocení, možností průběžně dotvářet prezentaci ze strany učitele i žáků. Poskytuje vývojové prostředí pro vlastní tvorbu vyučujícího, které je možné využít do různé úrovně. Nejsnazší variantou, která je však také tou nejvíce omezující, je využití hotových interaktivních prezentací. Pro vyučujícího je nejnáročnější postup, kdy si sám prezentaci tvoří pouze ze základních prostředků. Méně náročnou možností je ta, kdy vyučující využívá již hotové objekty, sám je uspořádává

a dotváří. Interaktivní tabule tak poskytuje rozsáhlé možnosti, její aplikace s využitím her je však dosud málo prezentována. Předpokládané návrhy by měly přispět k vyplnění této mezery.

4.4.2 Začlenění tematiky interaktivních her do přípravy budoucích učitelů chemie

Práce s interaktivní tabulí dnes patří k základním dovednostem, kterými by měl být budoucí učitel po studiu na vysoké škole vybaven. Na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy je v učebním plánu zařazen předmět ICT ve výuce chemie, kde se posluchači seznamují jednak s technikou využitelnou pro výuku, a také zde mají možnost vyzkoušet si aplikaci výukových metod, se kterými se seznámili v přednáškách z didaktiky chemie. Jednou z těchto metod je hra.

Než učitel zahájí vlastní tvorbu prezentace, je potřeba, aby si stanovil cíle vzhledem ke školnímu vzdělávacímu programu, ať již jde o obsah výuky či vytváření kompetencí žáků. Je nutné brát v úvahu i fázi výuky, zda se jedná o výklad, upevňování učiva nebo ověřování získaných znalostí a dovedností. Na základě těchto požadavků jsou studentům zadávány samostatné práce, jejichž výsledek prezentují v simulovaném prostředí školní třídy vytvářené jejich studijní skupinou.

Studenti si volí, zda pro svůj výstup použijí již hotové interaktivní prezentace, či si vytvoří svoji prezentaci od základů, nebo zda ji sestaví z předpřipravených interaktivních objektů.

Varianta A: hotové prezentace

Tato varianta, která se z hlediska vynaložené práce studenta jeví jako nejsnazší, má v současné době určitá úskalí. Hotové hry, které by se při výuce daly použít, prakticky nejsou k dispozici, a pokud existují, jsou ve většině případů cizojazyčné.

V současnosti jsou na internetu bezplatně dostupné např. následující hry.

Chemistry [155] – tato hra má s chemií společný téměř jen název. Je založena na vizuální podobnosti chemických struktur se strukturami, jejichž sestavení je cílem.

Chemistry for Beginners [156] – principem hry je skládání „molekul“ z náhodně přicházejících „atomů“, přičemž je hráč postupně seznamován se složitějšími strukturami. Kdyby hra nepoužívala zcela smyšlené „atomy“, mohla by být hezkou pomůckou při seznamování žáků s jednoduchými strukturami např. v organické chemii.

WAtomic [157] – v této hře, která je klonem dnes již klasické hry Atomix, jde o skládání strukturních vzorců sloučenin podle vzoru. Úkol je ztížen omezenou ovladatelností jednotlivých atomů v jejich pohybu a klade značný nárok na úsudek hráče. Vzorce jsou doplněny názvy, takže hra by mohla být zařazena např. k výuce názvosloví.

Periodic table of Elements matching game [158] – jedná se o „pravé“ Pexeso, na jednotlivých kartách jsou zobrazeny značky prvků, jejich název, protonové číslo a relativní atomová hmotnost. Žáci se tak mohou zábavnou formou tyto údaje o prvcích dovědět, navíc zde existují mutace hry obsahující pouze určitou část tabulky.

Uvedené hry mají charakter spíše motivační, ale kromě poslední jmenované prakticky nemají vazbu na konkrétní učivo nebo fázi výuky chemie. V ČR jsou dostupné počítačové hry, které jsou součástí učebnic s udělenou doložkou MŠMT Základy chemie – klíč k úspěšnému studiu [112] a Základy přírodovědného vzdělávání [120]. Tyto hry (Chemix a Chemické pexeso) nemají pouze motivační funkci, ale mohou sloužit i k ověřování, upevňování a získávání poznatků při výuce chemie.

Varianta B: tvorba od základů

Součástí software dodávaného k interaktivním tabulím je také prostředí pro tvorbu prezentací, které umožňuje vkládání jednoduchých objektů (textu, čar, plošných geometrických útvarů, obrázků) a práci s nimi. I pomocí takto omezených prostředků je možné vytvořit jednoduché hry s chemickou tematikou, např. „chemické pexeso“, jehož ukázka je uvedena v další části.

Než se studenti začnou věnovat samostatné tvorbě, jsou seznámeni s postupy, kterými v prostředí interaktivní tabule mohou dosáhnout zvolených dílčích cílů. Studenti se při této činnosti také učí dodržovat pravidla a zásady pro tvorbu didaktických prezentací (adekvátní velikost písma, množství informací zobrazených na dané ploše atp.).

Varianta C: interaktivní objekty

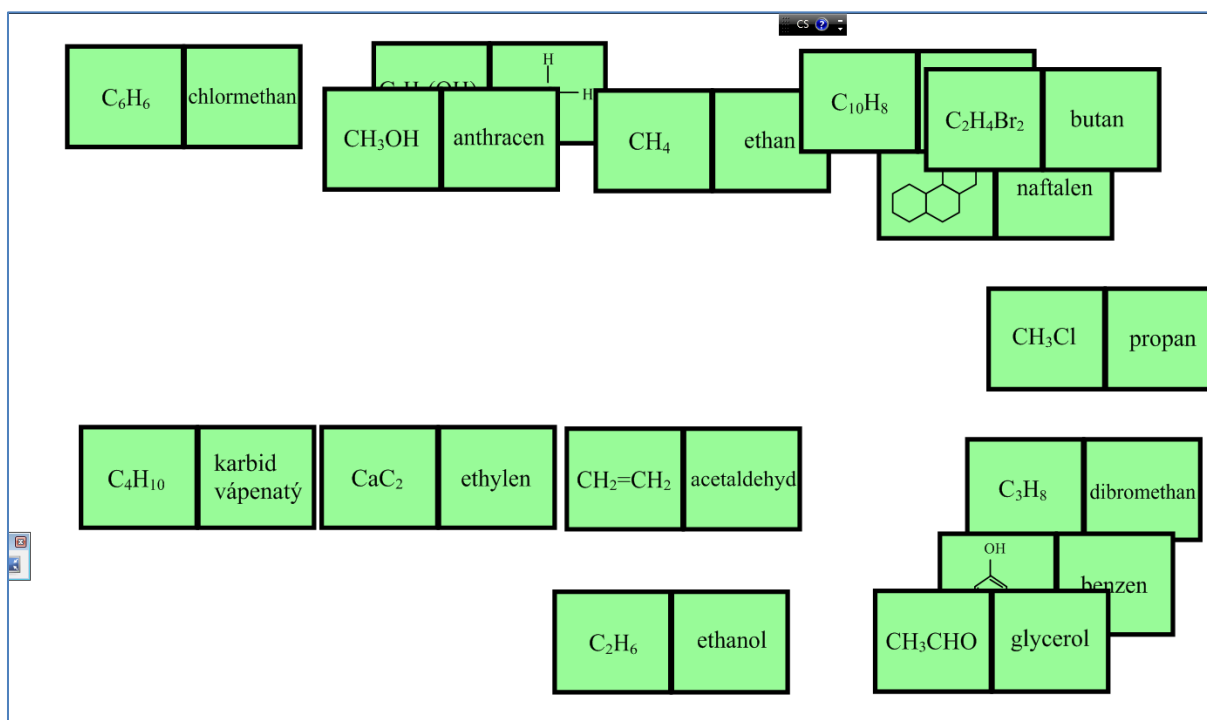
Na základě zkušeností studentů se ukazuje, že nejvýhodnější je k tvorbě vlastní prezentace využít již hotové objekty, které samy disponují určitou interaktivitou, ale dají se spolu s dalšími spojit do větších funkčních celků. Pokud se přidržíme ideje chemického pexesa, v jednoduché variantě máme k dispozici pouze čtverce se symboly (textem), které jsou nejprve skryty jinými, vybarvenými čtverci. Vlastní průběh hry, kdy hráč odkrývá jednotlivé karty tak, že z nich odsune krycí čtverec, sice zachovává princip stolní hry PEXESO, ale technické provedení působí neohrabaně. Kdybychom měli k dispozici objekt hrací karty, který

by se po kliknutí (dotyku) otočil, výrazně by to zjednodušilo jednak tvorbu celé hry a také zlepšilo vizuální dojem z ní. Proto byla vytvořena sada „otáčecích“ karet (objektů Adobe Flash) s názvy a značkami chemických prvků. Obdobné možnosti se nabízejí pro další typy her.

Příklady studentských prací

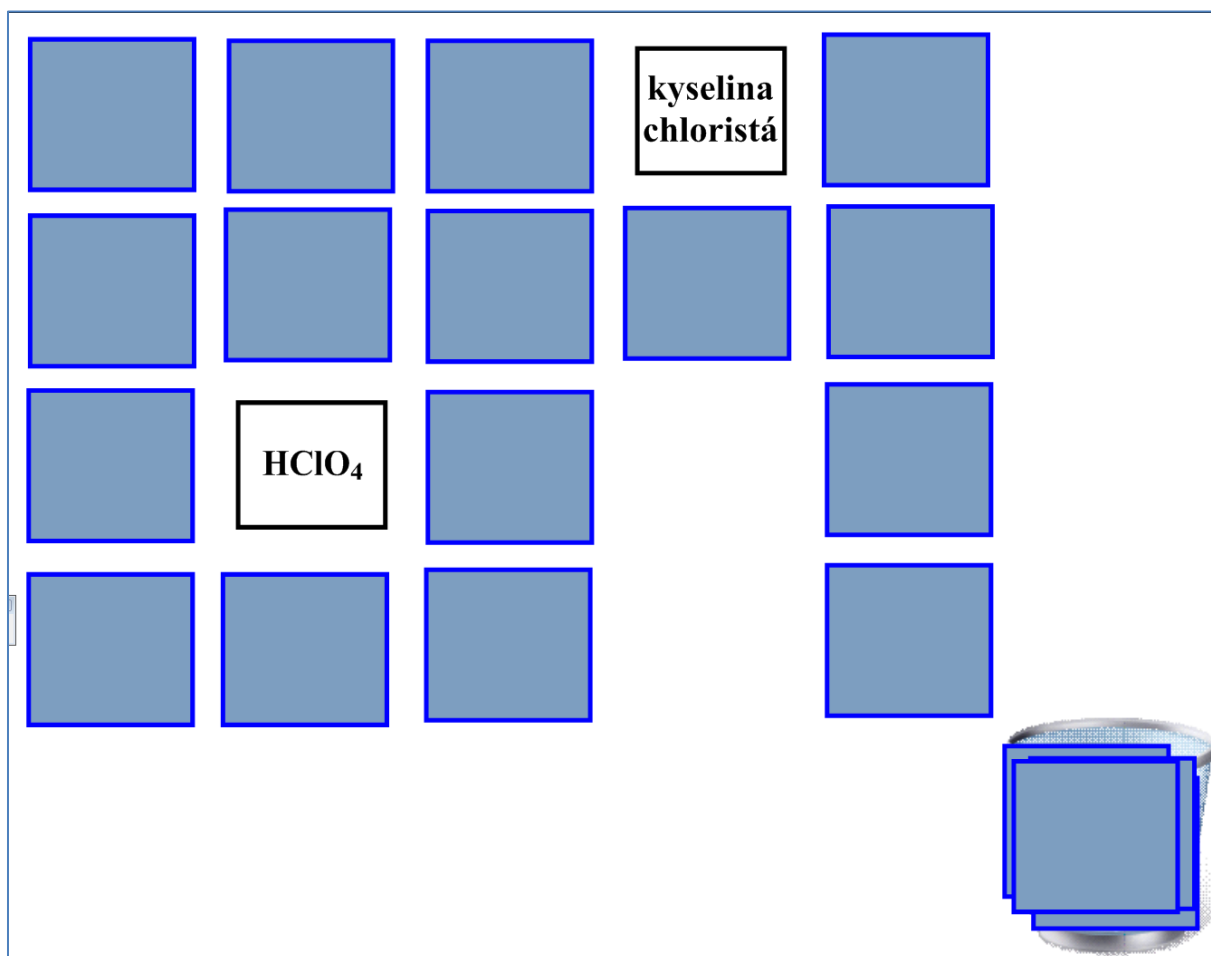
Chemické domino

Autor: P. Žídek, 5. ročník, Bi-CH



Obrázek 20 – Chemické domino (studentská práce)

Účelem hry je sestavit souvislý řetězec kostek, přičemž sousední kostky jsou „spojeny“ jednou chemickou látkou reprezentovanou jejím názvem a chemickým vzorcem. Zajímavou variantou by bylo zavedení další návaznosti (oproti klasickému dominu) uvnitř jednotlivých kostek – výsledkem by pak mohl být například řetězec průmyslové výroby sloučenin uhlíku (síry, dusíku).



Obrázek 21 – Chemické pexeso (studentská práce)

Účelem hry je odkrýt dvojice karet reprezentujících stejnou chemickou látku – jednu vyjádřenou názvem a podruhé chemickým vzorcem.

Zkušenosti z výuky

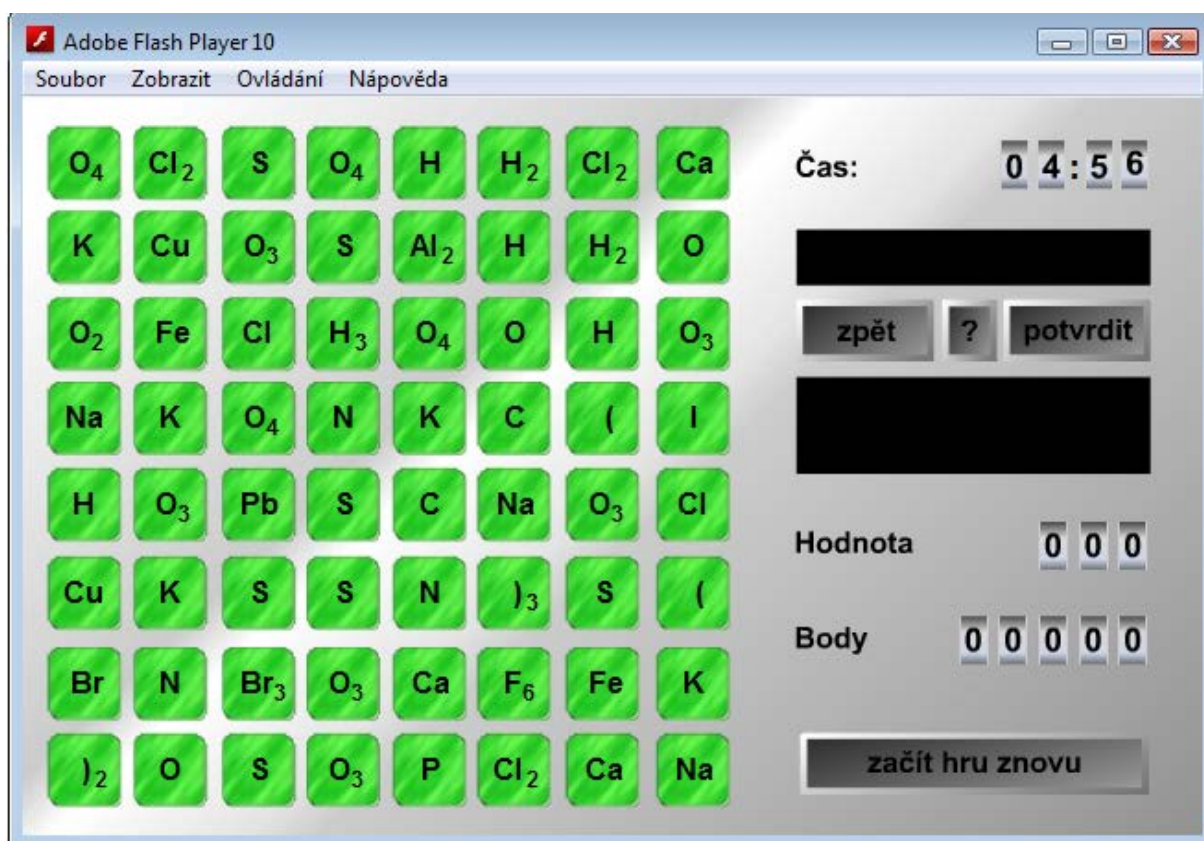
Použití interaktivní tabule ve výuce obecně spojuje výhody dvou protichůdných přístupů – individuální práci žáků na počítači a vizuální prezentace pomocí dataprojektoru. S tabulí může pracovat každý žák a přitom ho sleduje celá třída. Učitel má také přehled o činnosti žáků a může ji vhodnými zásahy regulovat podle svých představ.

Při využití citované učebnice během pedagogické praxe studentů se ukázalo, že hrou lze velice zatraktivnit i tak neoblíbené pasáže výuky chemie, jakou je chemické názvosloví.

Studenti během výuky prokázali, že jsou schopni vytvářet jednoduché hry s chemickou tematikou pro interaktivní tabuli i bez obširných znalostí z oblasti ICT a zároveň že tvorba těchto her je pro ně vysoce motivující. Z těchto důvodů lze uvedenou tematiku doporučit pro zařazení do přípravy budoucích učitelů chemie na vysokých školách.

4.4.3 Hry v učebnicích chemie

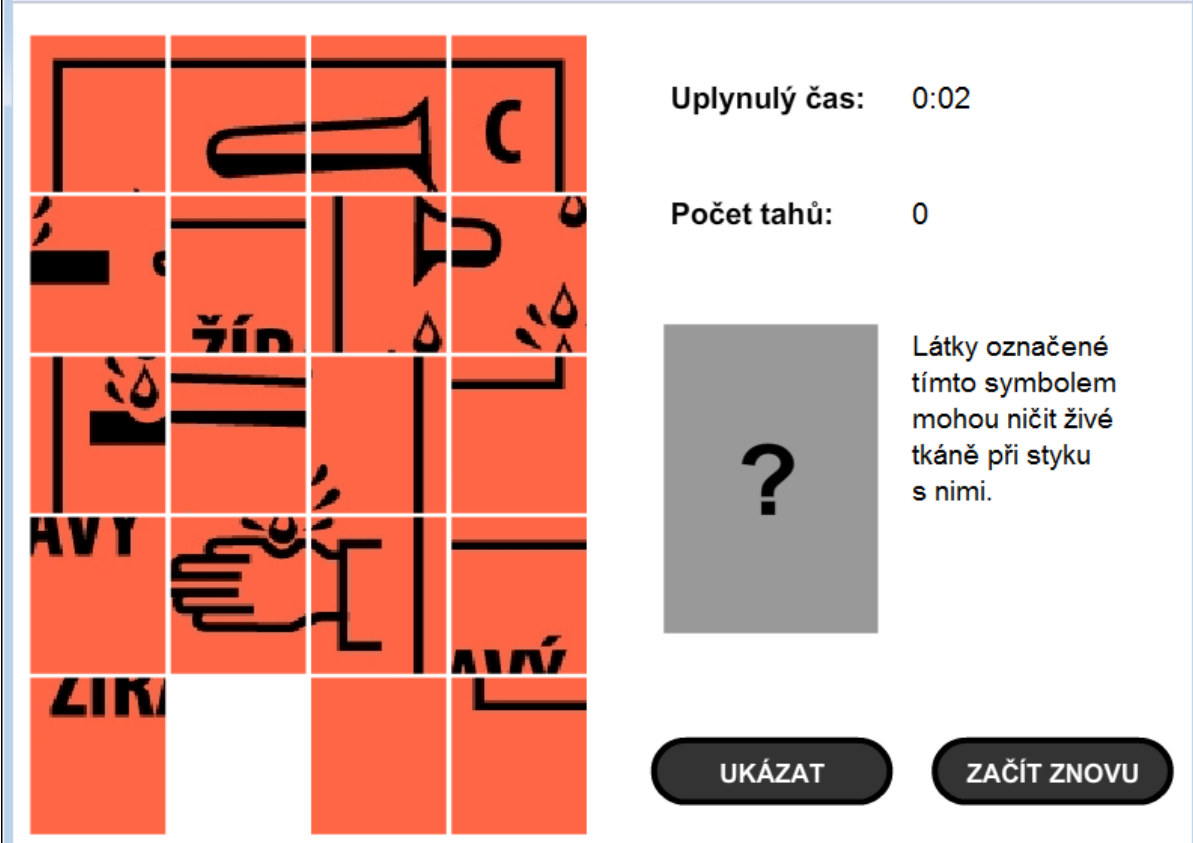
Tématika hry našla také uplatnění ve dvou učebnicích, které byly vytvořeny v autorském kolektivu Katedry chemie a didaktiky chemie PedF. V učebnici určené pro žáky základní školy [112] je na příloženém CD obsažena hra Chemix, ve které je úkolem hráče složit z nabízených písmen a symbolů vzorec anorganické sloučeniny. Pokud vzorec program rozpozná, je zobrazen také její název a je obodována. Systém bodování přitom motivuje hráče k vytváření složitějších názvů vyšším bodovým ohodnocením.



Obrázek 22 – Ukázky ze hry Chemix

Učebnice pro střední školy se sníženým rozsahem výuky chemie [120] obsahuje ve své elektronické části hru typu „patnáctka“, ve které jde o složení rozházeného obrazce posouváním jednotlivých dílků na volné místo ve čtvercové matici 4 × 4. V učebnici slouží jako skládané obrazy symboly nebezpečnosti látek, matrice je také kvůli tomu pozměněna na

rozměr 4 × 5 dílků. Hráč nemá nejprve k dispozici cílový vzhled symbolu, je pouze popsán slovně. Hra má v této podobě funkci spíše motivační, může ale sloužit i k upevnování učiva o označování chemických látek. V aktualizovaném vydání [124] jsou symboly aktualizovány podle nového systému GHS, což mělo za následek netradiční provedení hry v pootočené poloze – dílky se neposouvají ve vodorovném a svislém směru, ale šikmo, rovnoběžně s ohraničením symbolu (viz obrázek 23).



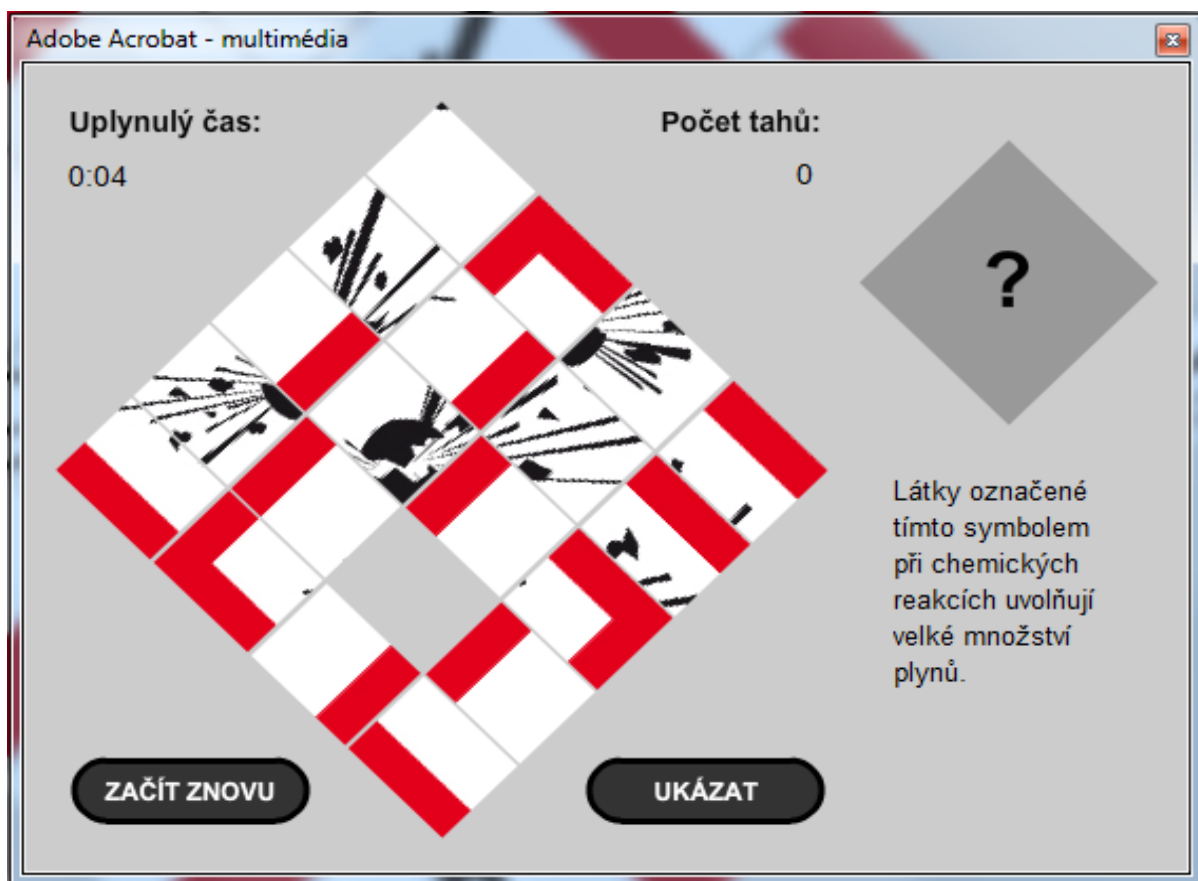
Uplynulý čas: 0:02

Počet tahů: 0

Látky označené tímto symbolem mohou ničit živé tkáně při styku s nimi.

UKÁZAT

ZAČÍT ZNOVU



Obrázek 23 – Ukázky ze dvou verzí hry Devatenáctka

Druhou hrou obsaženou v obou vydáních výše uvedené učebnice je pexeso. V tomto případě jde o modifikaci zaměřenou na názvosloví. Princip hry je stejný jako v běžném pexesu, jen se nesbírají dvojice totožných obrázků, ale je potřeba přiřadit název odpovídajícímu vzorci nebo naopak (viz obrázek 24). Všechny tři uvedené hry jsou vytvořeny v prostředí Adobe Flash, v novější z učebnic jsou integrovány do dokumentu PDF. Toto řešení umožňuje pohodlné použití bez nutnosti instalace dalších programů (za předpokladu, že uživatel má běžné, volně dostupné prohlížeče Adobe Reader a Adobe Flash Player). Oproti jiným řešením (např. kombinace HTML a Javascriptu) skýtá tento formát určité „autorské bezpečí“, protože není snadné zjistit, jak je hra naprogramována – tato vlastnost je obzvláště důležitá v jiné aplikaci interaktivity použitelné v elektronické učebnici, a to jsou testové úlohy.


Adobe Acrobat - multimédia

		MgSO ₄			
hydroxid vápenatý					

Uplynulý čas:
1:07

Dosažené skóre:
140

Zbývající karty:
34



ZAČÍT ZNOVU

Obrázek 24 – Ukázka ze hry Chemické pexeso

5. Diskuze a závěr

Cílem předkládané práce bylo (1) identifikovat některé aktuální problémy při výuce chemie, jak je vnímají učitelé chemie i studenti učitelství chemie a porovnat je s doposud zveřejněnými výzkumy, (2) na základě zjištěných problémů navrhnout možnosti jejich řešení, (3) ověřit možnost uplatnění nově navržených postupů ve školní praxi a v přípravě učitelů chemie.

Z dat získaných od vzorku učitelů chemie a studentů učitelství chemie vyplývá, že se při výuce chemie setkávají s podobnými problémy, které byly identifikovány v mezinárodních výzkumech TIMSS a PISA i ve výzkumech zabývajících se problémovými okruhy v didaktice chemie v kontextu současné kurikulární reformy. Společným prvkem je například nejasná struktura učiva obsaženého v kurikulárních dokumentech a absence aktuálních témat v dostupných učebních materiálech. Studenti poukazovali na nízkou míru používání aktivizujících metod vyučování učiteli na školách, kde navštěvovali pedagogickou praxi, což je ve shodě se zjištěními dosavadních výzkumů, kde čeští studenti měli největší obtíže při řešení atypických úloh vyžadujících aplikaci znalostí v nezvyklé formě. Z hlediska materiálního zabezpečení výuky je největším problémem vybavení školních laboratoří, pokud se na dané (základní) škole vůbec vyskytují. Učitelé chemie, kteří ještě nerezignovali na žákovské experimenty, hledají způsoby, jak co nejvíce omezit spotřebu nákladnějších chemikálií, nebo jak uzpůsobit pokusy, aby využívaly běžně dostupné chemikálie. Na základě zjištěných skutečností jsem se ve čtyřech vybraných oblastech soustředil na možné způsoby eliminace uvedených problémů.

5.1 Vizualizace

Ve výuce chemie je akcentována vizualizace na úrovni modelů, které umožňují zobrazení jinak neviditelných objektů (atom, molekula, chemická vazba). V současné době je široce využíván volně dostupný software, který umožňuje ze vzorce sloučeniny vykreslit její trojrozměrný model s možností otáčení a zvětšování (např. ACD/ChemSketch), tyto modely jsou však přibližné a neumožňují zobrazení rozložení elektronové hustoty, která je důležitá pro pochopení reaktivity. Některé školy používají komerční software, který umožňuje výpočty elektronové hustoty z termodynamických dat (Spartan) a úspěšně zařazují do výuky modely vytvořené na míru probíranému učivu. Při výuce připravující učitele chemie jsem prozkoumal možnosti využití běžně dostupného software pro kreslení chemických struktur ve

výuce podporované použitím interaktivní tabule se závěrem, že užití stávajících editorů je problematické – ovládání není uzpůsobeno pro dotykové ovládání (vyžaduje značnou přesnost) a žádný z běžných editorů nepodporuje vzorce „školního typu“ (strukturní či racionální vzorce s vazbami zakreslenými kolmo na sebe). Tyto zkušenosti byly potvrzeny i studenty, kteří se výuky zúčastnili. Nově jsem prozkoumal vizuální materiály pro výuku chemie vytvořené v prostředí Mathematica společnosti Wolfram Research publikované na portálu Wolfram Demonstration Project a vyhledávací portál WolframAlpha. Prostředí Mathematica nabízí neustále se rozšiřující možnosti vyhledávání a prezentace chemických dat – od vzorců a základních fyzikálních dat až po manipulovatelné trojrozměrné modely a vizualizace modelů kvantové chemie. Produkty společnosti Wolfram Research jsem představil na přednášce uspořádané v rámci Letní školy pro středoškolské učitele chemie [106], kde se setkala s pozitivními ohlasy od účastníků i od pořadatelů. Napojením na kontrolované zdroje totiž vytvářejí produkty Mathematica i WolframAlpha protiváhu k všeobecně používaným internetovým zdrojům (vyhledávač Google, Wikipedia) v oblasti získávání relevantních (nejen) chemických dat.

Jako podpůrné vizuální prvky jsem navrhl a vytvořil animace pro část obecné a anorganické chemie (názvosloví na úrovni ZŠ) jako součásti hybridní učebnice pro volitelný předmět na základní škole [112]. Učebnice má tištěnou část obsahující výklad a je doplněna CD s elektronickou částí ve formě provázaných HTML dokumentů. V elektronické verzi jsou pomocí animací vysvětleny základní principy názvosloví anorganických sloučenin (oxidy, halogenidy, kyslíkaté kyseliny). Učitelé chemie na základních školách – účastníci kurzů celoživotního vzdělávání na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy v Praze hodnotili tuto učebnici jako přínosnou, zejména pro využití ve výuce v druhém pololetí posledních ročníků. Naproti tomu studenti učitelství chemie preferovali spíše jiné učebnice.

5.2 Inovace metod a prostředků výuky

Podle nedávných studií naprostá většina učitelů přírodovědných předmětů preferuje komplexní, předem připravené materiály, které mohou rovnou použít při výuce [10]. Poptávka je také po nejrůznějších metodických příručkách [159] a v době tvorby školních vzdělávacích programů, se učitelé zajímali i o jejich vzorová vypracování [130]. Z učebnic jsou preferovány ty již zažité (na dané škole) nebo u nových učitelů učebnice, se kterými se setkali při svojí výuce, což někteří učitelé vysvětlují (často domnělým) nedostatkem na trhu nebo neochotou podrobněji se zabývat jejich výběrem.

V současnosti se na trhu vyskytuje řada učebnic chemie pro základní školu. Učitel je nucen mezi nimi vybírat a měl by být schopen svůj výběr obhájit, pokud možno na základě co nejobjektivnějších kritérií. Proto jsem ve spolupráci s kolegy na Katedře chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy navrhl účinný, a přesto jednoduchý, nástroj pro výběr jedné učebnice chemie z dostupné nabídky. Prostřednictvím brainstormingu studentů učitelství chemie a následného kritického zhodnocení jsme vybrali kritéria, kterými se může učitel při výběru učebnice řídit. K vyhodnocení jsme navrhli semikvantitativní metodu založenou na váženém průměru hodnocení podle jednotlivých kritérií. Součástí návrhu metody je také příklad její implementace v prostředí tabulkového procesoru. Uvedená metoda byla publikována v časopise určeném široké učitelské veřejnosti [115].

Výuka učiva chemické povahy všeobecně vzdělávacího zaměření na SOŠ a SOU není v současné době buď realizována vůbec, nebo je součástí integrovaného vyučovacího předmětu Přírodověda, nebo se realizuje ve zvláštním vyučovacím předmětu. Podle nových rámcových vzdělávacích programů těchto škol, kde je posíleno všeobecné vzdělávání, je však učivo chemické povahy (alespoň v rozsahu varianty B) závazné pro všechny typy těchto škol. Protože stávající učebnice neodpovídají nastávajícím změnám, vytvořili jsme v týmu složeném z pracovníků Katedry chemie a didaktiky chemie Univerzity Karlovy a dlouholeté učitelky chemie na střední škole novou učebnici využívající zkušenosti z předchozí tvorby autorského kolektivu. Učebnice je opět koncipována jako hybridní – v tištěné části je obsažen výklad k učivu odpovídající RVP ve variantě B, na příloženém CD, které nově zachovává strukturu tištěné části, je umístěno rozšiřující učivo a doprovodný obrazový materiál. Text jsem obohatil o interaktivní testové úlohy (s možností zobrazení autorského řešení), záznamy vybraných chemických pokusů a dvě hry s chemickou tematikou. Pro publikaci jsem nově zvolil kompaktní formát PDF, takže celá elektronická část učebnice je obsažena v jednom souboru. Učebnice byla vydána nakladatelstvím Fortuna a po rozebrání celého nákladu jsme po dvou letech přistoupili k vydání druhého vydání, kde jsme provedli aktualizaci značení nebezpečných látek s ohledem na nastupující systém GHS.

Úloha experimentu ve výuce chemie je dostatečně známa, a přesto dochází k útlumu praktikování reálných experimentů ve škole. Někteří autoři jdou cestou videopokusů doplněných dalšími didaktickými náležitostmi. Tento přístup je výhodný zejména pro distanční formu výuky a umožňuje představit studentům pokusy, které by nebyly ve školních podmínkách realizovatelné (nedostupné látky, nebezpečný průběh reakce). Aby reálný pokus ze škol nevymizel, navrhl jsem v předkládané práci experimenty s běžně dostupnými látkami

(a známé žákům z televizního pořadu PORT) upravené pro školní podmínky. Tyto experimenty byly publikovány v časopise zaměřeném na výuku přírodovědných předmětů na základních a středních školách. Také jsem je prezentoval v rámci kurzů celoživotního vzdělávání pořádaných Pedagogickou fakultou Univerzity Karlovy v Praze. Dále jsem inovoval postup, kterým je možné optimalizovat průběh experimentu podle úmyslu učitele a rozpracoval jej na příkladu optimalizace časového průběhu reakce známé pod názvem „chemikovy hodiny“. Uvedený postup jsem přednesl na konferenci určené pro doktorandy oboru Vzdělávání v chemii [160].

5.3 Didaktická transformace s ohledem na školskou reformu

V současné době probíhající kurikulární reforma zasáhla celou řadu učitelů, kteří na nový typ učebních dokumentů nejsou zvyklí a na jejich nově požadované spoluvytváření nebyli systematicky připravováni. Zároveň je vytvářen tlak ze strany veřejnosti na modernizaci vzdělávacího obsahu. S rozvojem informačních technologií a jejich masivnímu nasazení v běžném životě se zdá, že není možné se jejich použití ve výuce vyhnout. Zároveň narůstá počet nových poznatků v chemii a naskýtá se tak problém, co nového do výuky zařadit a co už nikoli. Vzhledem k pomalé aktualizaci učebních textů narůstá riziko, že ve výuce zůstávají určité poznatky „zakořeněny“ a je téměř nemožné je aktualizovat. Jako příklad překonaného poznatku byla vybrána kyselina uhličitá jako „typická anorganická“ a téměř „neexistující“ sloučenina. Předkládaná práce upozorňuje na vztah této sloučeniny k obrovské skupině organických sloučenin, vyvrací tvrzení o její neizolovatelnosti, a ukazuje jejím prostřednictvím metodu zkoumání vlastností látek z vizuální reprezentace jejich struktury. Příspěvek jsem přednesl na sjezdu českých a slovenských asociací chemických společností [131]. Podrobnější informace byly také publikovány v časopise zaměřeném na učitele přírodovědných předmětů [147]. Na tento článek jsem obdržel vesměs pozitivní ohlasy přímo od učitelů chemie na středních školách, které ukazují, že téma je skutečně chápáno některými učiteli chemie jako aktuální a přínosné.

5.4 Hra ve výuce jako motivační prvek

Hra je používána ve výuce na všech stupních vzdělávání, i když ne vždy se jedná o hru v pravém smyslu (např. chybí dobrovolnost nebo nepřítomnost odměny). Počítačové hry s chemickou tematikou ve výuce příliš nevyužívají a absentují i v učebnicích chemie. Na internetu jsou dostupné hry, které by se daly označit jako chemické, u řady však chybí jakákoli didaktická hodnota, u některých dokonce nejde o chemii (i když jsou jako chemické

deklarovány). Do dvou učebnic, které byly vytvořeny autorským kolektivem pracovníků Katedry chemie a didaktiky chemie, jsem vytvořil tři počítačové hry s chemickou tematikou – Chemix, což je obdoba hry Knihovník, pro procvičování tvorby vzorců jednoduchých anorganických sloučenin, Devatenáctku, která využívá principu hry „patnáctka“, pro upevnování symboliky označující chemické látky a chemické pexeso pro ověření znalostí z názvosloví základních anorganických sloučenin. Hry jsem vytvářel v prostředí Adobe Flash, které umožňuje plnou interaktivitu a zároveň neodkrývá zdrojový kód podkladové aplikace. Nově jsem také na základě diskuzí se studenty učitelství chemie na Katedře chemie a didaktiky chemie zařadil tematiku počítačových her do přípravy učitelů chemie v povinně volitelném předmětu navazujícího magisterského studia, přičemž studenti hodnotí tuto metodu výuky jako vysoce motivující a po skončení kurzu jsou schopni aktivně vytvářet jednoduché hry v prostředí software pro prezentace na interaktivní tabuli.

6. Literatura

1. European Council. Presidency Conclusions Lisbon European Council 23th and 24th March 2000. [online] 2000 [cit. 2007-04-20]. Dostupné z WWW: <http://www.bologna-berlin2003.de/pdf/PRESIDENCY_CONCLUSIONS_Lissabon.pdf>.
2. ROTH, K.J.e.a. *Teaching Science in Five Countries : Results from the TIMSS 1999 Video Study : Statistical Analysis Report*. 1st ed. Washington : U.S. Government Printing Office, 2006.
3. BÍLEK, M. Problémové okruhy vědeckého výzkumu v didaktice chemie. In *Aktuální otázky výuky chemie XV*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2005. s. 24–33. ISBN 80-7041-511-8.
4. Sekce měření výsledků vzdělávání. *Výsledky českých žáků v mezinárodních výzkumech 1995–2000*. Praha : Ústav pro informace ve vzdělávání, 2002.
5. PALEČKOVÁ, J.; TOMÁŠEK, V. *Učení pro zítřek : Výsledky výzkumu OECD PISA 2003*. Praha : Ústav pro informace ve vzdělávání, 2005.
6. PALEČKOVÁ, J.; STRAKOVÁ, J.; TOMÁŠK, V. *Praktické úlohy : výsledky žáků 8. ročníků*. Praha : Ústav pro informace ve vzdělávání, 1998.
7. STRAKOVÁ, J. *Vědomosti a dovednosti pro život : Čtenářská, matematická a přírodovědná gramotnost patnáctiletých žáků v zemích OECD*. Praha : Ústav pro informace ve vzdělávání, 2002.
8. VÚP v Praze. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha : VÚP v Praze, 2007.
9. VÚP v Praze. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha : VÚP v Praze, 2007. ISBN 978-80-87000-11-3.
10. FRÝZKOVÁ, M.; ADAMEC, M. Approach to Implementation of Science Curriculum, with A Special View to Chemistry. In *Proceedings of the 2nd European Variety in Chemistry Education*. Praha : Charles University in Prague – Faculty of Science, 2007. s. 267–271. ISBN 978-80-86561-85-1.

11. ADAMEC, M.; PUMPR, V. K využití pokusu ve výuce chemie v základním vzdělávání. *Biologie, chemie, zeměpis*, 2008, č. 4. s. 134–138. ISBN 1210-3349.
12. JANOŮŠKOVÁ, S.; ADAMEC, M. Nejstarší fotografický papír. [online] *Metodický portál RVP*. 2007 [cit. 2010-08-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.rvp.cz/clanek/6/1110>>.
13. JANOŮŠKOVÁ, S.; ADAMEC, M. Stanovení pH půd. [online] *Metodický portál RVP*. 2008 [cit. 2011-03-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.rvp.cz/clanek/2557>>.
14. ABRAMENKOVA, G. Introduction Of the Research Methods In Teaching of Chemistry. *Problems of Education in the 21st Century*, 2007, 1. s. 7–12. ISSN 1822-7864.
15. KUBIATKO, M. Information And Computer Literacy of High School Students. *Problems of Education in the 21st Century*, 2007, Vol. 2. s. 31–36. ISSN 1822-7864.
16. RAMBOUSEK, V.; BENEŠ, P.; ADAMEC, M. Education Reality In Conditions of Developing Information Society. *Problems of Education in the 21st Century*, 2007, Vol. 2. s. 67–72. ISSN 1822-7864.
17. BÖHMOVÁ, H.; ŠULCOVÁ, R. Chemistry Experiment In Distance Education. *Problems of Education in the 21st Century*, 2007, 2. 15-20. ISSN 1822-7864.
18. ADAMEC, M.; BENEŠ, P. School chemical experiment optimization in Wolfram Mathematica environment. *Problems of Education in the 21th Century*, 2009, Vol. 11. s. 9–13. ISSN 1822-7864.
19. SPOUSTA, V. *Vizualizace. Gnostický a komunikační prostředek edukologických fenoménů*. Brno : Masarykova univerzita. Pedagogická fakulta, 2007. ISBN 978-80-210-44203.
20. VŠCHT v Praze. Elektronické studijní opory. [online] 2009 [cit. 2010-04-27]. Dostupné z WWW: <<http://eso.vscht.cz>>.
21. ŠMEJKAL, P. Portál PřF pro výuku chemie na ZŠ a SŠ. [online] 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.studiumchemie.cz>>.
22. MYŠKA, K.; KOLÁŘ, K.; MAREK, M. *Vzorce, modely a počítačová grafika ve výuce chemie*. Hradek Králové : Gaudeamus, 2006. ISBN 80-7041-979-2.

23. ČTRNÁCTOVÁ, H. Chemické vzdělávání v doktorském studiu. In *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2009. s. 47–53. ISBN 978/-80-7041-827-7.
24. ŠVARCOVÁ, I. *Základy pedagogiky*. Praha : VŠCHT, 2005. ISBN 80-7080-573-0.
25. PRŮCHA, J. *Moderní pedagogika*. Praha : Portál, 1997. 495 s. ISBN 80-7178-170-3.
26. BUBÍKOVÁ, S.; KLEČKOVÁ, M. Chemický experiment v okruzích RVP. In *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2009. s. 35–40. ISBN 978-80-7041-839-0.
27. SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. Praha : ISV, 1999. ISBN 80-85866-33-1.
28. MAŇÁK, J.; ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno : Paido, 2003.
29. URBANOVÁ, K.; ČTRNÁCTOVÁ, H. Tvorba obsahu učiva obecné chemie s ohledem na jeho grafické zpracování. In *Current Trends in Chemical Curricula : Proceedings of the International Conference Prague, 24–26 September 2008*. Prague : Charles University in Prague – Faculty of Science, 2008. s. 86–90. ISBN 978-80-86561-60-8.
30. VAŠUTOVÁ, J.a. *Kapitoly z pedagogiky*. Praha : UK v Praze, PedF, 1998. ISBN 80-86039-54-4.
31. MOJŽÍŠEK, L. *Vyučovací metody*. Praha : SPN, 1988.
32. PETTY, G. *Moderní vyučování*. 4. vyd. Praha : Portál, 2006. 978-80-7367-427-4.
33. MAJUMDAR, S. *Integrating ICT in Teaching & Learning: A Functional Approach Presented at the UNESCO-APEID*. Thailand : UNESCO, 2004.
34. Australian Council of Deans of Education. *New Teaching, New Learning: A Vision for Australian Education*. Australia 2004.
35. HOLADA, K. *Edukační experiment v chemii*. Praha 2011. 154 s. ISBN 978-80-260-0043.
36. ČTRNÁCTOVÁ, H.; HALBYCH, J. *Didaktika a technika chemických pokusů*. Praha : Karloinum, 2007. 246 s. ISBN 80-2461-192-9.
37. BENEŠ, P. *Reálné modelové experimenty ve výuce chemie*. Praha : Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 1999.
38. ŠKODA, J.; DOULÍK, P. Lesk a bída školního chemického experimentu. In *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2009. s. 238–245. ISBN 978-80-7041-827-7.

39. První české gymnázium v Karlových Varech. Školní vzdělávací program – Vzdělávací oblast: Člověk a příroda – Vzdělávací obor: Chemie. [online] *Stránky prvního českého gymnázia v Karlových Varech*. [2009] [cit. 2011-05-20]. Dostupné z WWW: <http://gymkvary.cz/sites/default/files/field_page_file/12%20SVP_VG_Ch1.pdf>.
40. Gymnázium J. K. Tyla. Stráky gymnázia J. K. Tyla. [online] *Školní vzdělávací program*. 2009 [cit. 2012-04-14]. Dostupné z WWW: <http://www.gjkt.cz/files/svp_kompletni.pdf>.
41. Gymnázium prof. J. Patočky. Školní vzdělávací program. [online] *Stránky Gymnázia Prof. Jana Patočky*. 2007 [cit. 2010-12-13]. Dostupné z WWW: <http://www.gpjp.cz/Downloads/svp_gpjp8_final.pdf>.
42. STABERG, E.M. Gender And Science in The Swedish Compulsory School. *Gender and Education*, 1994, Vol. 6, No. 1. s. 35–46. ISSN 1360-0516.
43. ČTRNÁCTOVÁ, H.; HALBYCH, J.; HUDEČEK, J.; ŠÍMOVÁ, J. *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. 1. vyd. Praha : PROSPEKTUM, 2000. 296 s. ISBN 80-7175-071-9.
44. HOLADA, K. *Pedagogika chemie : Novější edukační chemické pokusy*. Praha : Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2000. 40 s.
45. ČIPERA, J.; AJ. Multimediální prostředky ve vzdělávání v chemii. In *Alternativní metody výuky*. Praha : Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2006.
46. PACHMANN, E. Souprava pro pokusy žáků v chemii na všeobecně vzdělávací škole. *Na pomoc vyučujícím chemii na školách I. a II. cyklu*. Praha : Komenium, 1975. s. 10–15.
47. BENEŠ, P.; HOLADA, K. *Zábrusová souprava pro demonstrační pokusy z chemie : Doprovodný text*. Praha : Komenium, 1986. 23 s.
48. Lach-Ner. Přenosná laboratoř. [online] [cit. 2012-01-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.lach-ner.com/prenosna-laborator/t-380/?n=11>>.
49. LALAMANAUSKAS, V. Education Diversity as An Indicator of Society Positive Development. *Problems of Education in the 21st Centruy*, 2007, Vol. 2. s. 5–6. ISSN 1822-7864.

50. SPILKOVÁ, V.a. Základní informace o výzkumném záměru. [online] 2007 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://class.pedf.cuni.cz/UCITEL/DesktopDefault.aspx?tabindex=0&tabid=1&KategorieID=6&portalsekce=1&Nezobrazovat=ano&PrvekID=173>>.
51. BELL, D. *The social framework of the information society*. New York : Tom Ferester, 1980.
52. PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. [online] *On the Horizon*. 2001 [cit. 2007-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.marcprensky.com/writing>>.
53. ČTRNÁCTOVÁ, H.; POLÁKOVÁ, L.; NOVÁ, P. d-Prvky ve středoškolské chemii – prezentace učiva. In *Aktuální otázky výuky chemie XV*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2005. s. 356–361. ISBN 80-7041-511-8.
54. MUSIOŁ, A.; GMOCH, R. Pedagogical Innovative Activities : Information Technology And Its Impact Upon Pedagogical Innovative Activities. In *Aktuální otázky výuky chemie XV*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2005. s. 314–312. ISBN 80-7041-511-8.
55. MYŠKA, K.; KOLÁŘ, K.; MAREK, M. Softwarové prostředky používané ve výuce. In *Aktuální otázky výuky chemie XV*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2005. s. 322–323. ISBN 80-7041-511-8.
56. ZINČENKO, V.P.; VERGILES, N.J. *Utváření vizuálního obrazu*. Praha : Academia, 1975.
57. ZUJEV, D.D. *Ako tvoriť učebnice*. Bratislava : SPN, 1986.
58. PÝCHOVÁ, I. K funkci vizuálií v rozvoji osobnosti žáka. *Pedagogika*, 1992, roč. 40, č. 6. s. 669–684. ISSN 3330-3815.
59. VYGOTSKYJ, L.S. *Myšlení a řeč*. Praha : SPN, 1975.
60. DASTANI, M. The role of visual perception in data visualization. *Journal of Visual Languages and Computing*, 2002, Vol. 13, 6. s- 601–622. ISSN: 1045-926X.
61. MACEK, Z. Obraz jako didaktický prostředek. *Pedagogika*, 1984, roč. 34, č. 4. s. 453–469. ISSN 3330-3815.
62. METROS, S.E. The educator's role in preparing visually literate learners. *Theory Into Practice*, 2008, Vol. 47, 2. s. 102–109. ISSN: 0040-5841.
63. BARTSCH, R.A.; COBERN, K.M. Effectiveness of PowerPoint presentations in lectures. *Computers & Education*, 2003, Vol. 41, 1. s. 77–86. ISSN: 0360-1315.

64. KOLÁŘ, K.; MYŠKA, K.; DOLEŽAL, R.; MAREK, M. *Počítačové modely ve výuce chemie*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2006. ISBN 80-7041-991-1.
65. BÍLEK, M.a.k. *Vybrané aspekty vizualizace učiva přírodovědných předmětů. Obrazový materiál – možnosti a meze jeho využití ve výuce (chemie)*. Hradec Králové : Miloš Vognar – M & V, 2007. ISBN 80-86771-21-0.
66. MYŠKA, K.; BÍLEK, M.; MANĚNA, V.; MANĚNOVÁ, M. Vizualizace chemických struktur v LMS systémech. In *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2009. s. 241–246. ISBN 978-80-7041-839-0.
67. HOLADA, K. *Pedagogika chemie : Specifické činnosti učitele chemie a jeho žáků*. Praha : Uk v Praze – PedF, 2000. 14 s.
68. MATOUŠEK, J.; NEŠETRIL, J. *Kapitoly z diskrétní matematiky*. Praha : Karolinum, 2007. 423 s. ISBN 978-80-246-1411-3.
69. NAKONEČNÝ, M. *Encyklopedie obecné psychologie*. Praha : Academia, 2002. ISBN 80-200-0625-7.
70. HUIZINGA, J. *Homo ludens.*, 1971.
71. ŠILHÁNOVÁ, L. *Tandemat - didaktická hra pro výuku matematiky na střední škole*. Praha 2010. Diplomová práce (Mgr). Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
72. ČERNÁ, M. *Hry ve výuce chemie*. Praha 2008. Rigorózní práce (PhDr.). Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
73. VÁVROVÁ, A.; NOVOTNÁ, J.; VOLFOVÁ, M.; JANČAŘÍK, A. *Hry ve vyučování matematice jako významná strategie vedoucí k rozvoji klíčových kompetencí žáků*. [CD-ROM] Praha : JČMF, 2006.
74. KREJČOVÁ; VOLFOVÁ, M. *Didaktické hry v matematice*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2001. ISBN 80-7041-423-5.
75. CAILLOIS, R. *Hry a lidé*. Praha : Nakladatelství studia Ypsilon, 1998. ISBN 80-902482-2-5.
76. PRŮCHA, J.; WALTEROVÁ, E.; MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. 4., upravené vydání. Praha : Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8.
77. VÁGNEROVÁ, M. *Základy psychologie*. Praha : Karolinum, 2004. ISBN 80-7178-802-3.
78. KOMENSKÝ, J.A. *Didaktické spisy*. Praha : SPN, 1954.

79. HOUŠKA, T. *Škola je hra*. Praha : Tomáš Houška, 1993. ISBN 80-900704-9-3.
80. NOUCHI, R.e.a. Brain Training Game Improves Executive Functions and Processing Speed in the Elderly: A Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE*, 2012, Vol. 7, 1. ISSN 1932-6203. Dostupné z WWW:
<<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0029676>>.
81. ROBERTSON, D.P.; MILLER, D.J. Using a games console in the primary classroom: Effects of 'Brain Training'. *British Journal of Educational Technology*, 2009.
82. PIVEC, P. Does Game-Based Learning Exist or is it Merely Game-Based Teaching? In *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning*. Academic Conferences, 2009. s. 318–324.
83. DOMAN, R.J. Auditory and Visual Digit Spans. *Learning How You Learn series: Processing Information*, 1986.
84. HOLADA, K. *Hry s chemickou tematikou*. Praha : UK v Praze – PedF, 2000. 40 s.
85. NOFFKE, S. Professional, personal, and political dimensions of action research. *Review of Research in Education*, 1997, Vol. 22. s. 305–343.
86. MCKERNAN, J. The countenance of curriculum action research : Traditional, collaborative, and emancipator-critical conceptions. *Journal of Curriculum and Supervision*, 1988, Vol. 3, 3. 173–200.
87. NEZVALOVÁ, D. Akční výzkum ve škole. *Pedagogika*, 2003, č. LIII. s. 300–307.
88. FELDMAN, A.; MINTRELL, J. Action research as a research methodology for the study of the teaching and learning of science. In *Handbook of research design in mathematics and science education*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, 2000.
89. FELDMAN, A. The Institutionalization of Action Research: The California "100 Schools". In *Educational action research: Becoming practically critical*. New York : Teachers College Press, 1995.
90. HEWSON, P.W.e.a. Educating prospective teachers of biology: Introduction and research methods. *Science Education*, 1999, Vol. 83, 3. s. 247–273.
91. JANÍK, T. Akční výzkum jako cesta ke zkvalitňování pedagogické praxe. MAŇÁK, J.; ŠVEC, V. *Cesty pedagogického výzkumu*. Brno : Paido, 2004. s. 51–68. ISBN 80-7315-078-6.

92. STEHLÍKOVÁ, N. Geometrické transformace analyticky. In *Dvacet pět kapitol z didaktiky matematiky*. Praha : Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2004. s. 279–298. ISBN 80-7290-189-3.
93. JIROTKOVÁ, D.; KRATOCHVÍLOVÁ, J. Dva postupy při vyvození Pickovy formule. In *Dvacet pět kapitol z didaktiky matematiky*. Praha : Univerzita KARlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2004. s. 269–278. ISBN 80-7290-189-3.
94. WHITEHEAD, J. *The Growth of Educational Knowledge*. Hyde Publications, 1993. 216 s. ISBN 18-74154-05-8.
95. SAGOR, R. *How to conduct collaborative action research*. Alexandria, VA : Association for supervision and Curriculum Development, 1992. ISBN 08-71202-01-8.
96. HENDL, J. *Kvalitativní výzkum*. 1. vyd. Praha : Portál, 2005. 407 s. ISBN 80-7367-040-2.
97. NEZVALOVÁ, D. Akčním výzkumem k zlepšení kvality školy. *e-Pedagogium*, 2002, roč. 2, 4. s. 5–12. ISSN 1213-7758.
98. PATTON, M.Q. *Qualitative evaluation and research methods*. 3rd ed. Sage, 2002. 598 s. ISBN 0-7619-1971-6.
99. ROSENTHAL, G. *Erlebte und erzählte Lebensgeschichte*. Frankfurt am Main : Campus, 1995. 241 s. ISBN 978-3-59-335291-6.
100. FLICK, U.; VON KARDORFF, E.; STEINKE, I. *Qualitative Forschung*. 9. Auflage. Reinbeck : Rohwolt, 2005. 768 s. ISBN 978-3-49-955628-9.
101. JORGENSEN, D.L. *Participant observation*. London : Sage, 1989. 136 s. ISBN 978-0-80-392877-0.
102. DOUGLAS, J.D. *Investigative Research – Individual and Team Field Research*. Thousand Oaks : Sage, 1976. 245.
103. Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta, Univ. Základní informace. [online] 2010 [cit. 2012-02-01]. Dostupné z WWW: <<http://almamater.cuni.cz>>.
104. ADAMEC, M. *Proč se nebát chemie – Příručka k projektu Alma Mater Studiuorum*. Praha : UK v Praze – PedF, 2010. 52 s. ISBN 978-80-7290-454-9.
105. MORGAN, D.L. *The Focus Group Guidebook*. London : Sage, 1997. 103 s. ISBN 0-7619-0818-8.

106. ADAMEC, M.; JANČAŘÍK, A. Využití nástrojů společnosti Wolfram Research, Inc., ve výuce chemie. In *Svět potravin a kouzlo biotechnologií*. Praha : VŠCHT, 2010. s. 114–116. 978-80-7418-069-9.
107. Wolfram Research Company. Alpha: Computational Knowledge Engine. [online] 2012 [cit. 2012-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://wolframalpha.com/>>.
108. Wolfram Research Company. Caffeine - Alpha. [online] 2012 [cit. 2012-06-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.wolframalpha.com/input/?i=caffeine>>.
109. Wolfram Research Company. Wolfram Demonstration Project. [online] [2010] [cit. 2010-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://demonstrations.wolfram.com/>>.
110. ADAMEC, M.; JANČAŘÍK, A.; JANČAŘÍKOVÁ, K.; STEHLÍKOVÁ, N. Podpora ICT v přípravě budoucích učitelů. In Bratislava : Slovak University of Technology in Bratislava, 2009. ISBN 978-80-89313-31-0.
111. Wolfram Research. Wolfram Mathematica Documentation Center. [online] [2010] [cit. 2010-02-01]. Dostupné z WWW: <<http://reference.wolfram.com/mathematica/guide/ScientificAndTechnicalData.html>>.
112. BENEŠ, P.; ADAMEC, M.; PUMPR, V.; JANOUŠKOVÁ, S. *Základy chemie, Klíč k úspěšnému studiu*. Praha : Fortuna, 2006. 56 s. ISBN 80-7168-983-1.
113. ADAMEC, M. *Komponenty VCL pro vektorovou grafiku ve výuce chemie*. Praha 2006. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
114. GUNDA, T.E. Chemical Drawing Programs Review. [online] 2008 [cit. 2009-10-06]. Dostupné z WWW: <<http://dragon.klte.hu/~gundat/rajzprogramok/dprog.html>>.
115. ADAMEC, M.; PUMPR, V.; DYTRICHOVÁ, J. Výběr učebnice – snadno a rychle? *Biologie, Chemie, zeměpis*, 2007, č. 3. s. 146–150. ISSN 1210-3349.
116. PRŮCHA, J. *Hodnocení obtížnosti učebnic*. Praha : SNTL, 1984.
117. PLUSKAL, M. *Teorie tvorby učebnic a metody jejich hodnocení*. Olomouc : Pedagogická fakulta UPOL, 1996. Habilitační práce.
118. HRABÍ, L. Hodnocení obtížnosti výkladového textu učebnic přírodopisu pro 8. ročník ZŠ. [online] *e-Pedagogium*. 2002 [cit. 2007-10-02]. Dostupné z WWW: <<http://epedagog.upol.cz/eped3.2002/clanek05.htm>>.
119. MAYRING, P. *Qualitative Inhaltsanalyse*. Weinheim : Beltz Verlag, 2003.

120. PUMPR, V.; ADAMEC, M.; BENEŠ, P.; SCHEUEROVÁ, V. *Základy přírodovědného vzdělávání : Chemie pro SOŠ a SOU*. Praha : Fortuna, 2008. ISBN 978-80-7373-030-7.
121. BANÝR, J.; BENEŠ, P.; PUMPR, V. *Chemie pro střední školy*. Praha : SPN, 2001. 80-85937-46-8.
122. BLAŽEK, J.; FABINI, J. *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*. Praha : SPN, 1999. 80-7235-104-4.
123. ADAMEC, M.; BENEŠ, P.; PUMPR, V. Chemie pro opomíjenou skupinu žáků. In NESMĚRÁK, K. *Current Trends in chemical Curricula : Proceedings of The International conference*. Praha : Charles University in Prague – Faculty of Science, 2008. s. 39–42. ISBN 978-80-86561-60-80.
124. PUMPR, V.; ADAMEC, M.; BENEŠ, P.; SCHEUEROVÁ, V. *Základy přírodovědného vzdělávání : Chemie pro SOŠ a SOU*. 2., upr. vyd. Praha : Fortuna, 2010. 48 s. ISBN 978-80-7373-081-9.
125. BOUZIDI, N.; GOZZI, C. Experimental Design and Optimization: Application to a Grignard Reaction. *Journal of Chemical Education*, 2008, 85. s. 1544–1547.
126. ADAMEC, M. Aplikace sekvenční metody optimalizace na edukační chemický experiment. In BÍLEK, M. *Metodologické otázky výzkumu v didaktice chemie : Mezinárodní seminář doktorského studia – sborník příspěvků*. Hradec Králové : UHK, 2009.
127. TRTÍLEK, J.; HOFMANN, V.; BOROVIČKA, J. *Školní chemické pokusy*. Praha : SPN, 1973.
128. BENEŠ, P.; KUKAL, J. Optimalizace experimentu školním mikropočítačem. *Přír. Vědy Šk.*, 1990, roč. 41, č. 10. s. 337.
129. FRÝZKOVÁ, M.; PUMPR, V. K využití úloh ve výuce chemie v základním vzdělávání. *Biologie, chemie, zeměpis*, 2008, č. 2. s. 79–84. ISSN 1210-3349.
130. PUMPR, V. a. *Metodická příručka k řadě učebnic Základy praktické chemie pro 8. a 9. ročník základní školy*. Praha : Fortuna, 2005.
131. ADAMEC, M.; BENEŠ, P.; KOTOUČOVÁ, H.; LIŠKA, F. Jak silná a stabilní je kyselina uhličitá? In *Chemické listy 6/2010 : 62. sjezd českých a slovenských asociací chemických společností : sborník abstrakt*. Praha : Česká chemická společnost, 2010. s. 546. ISSN 1213-7103.

132. ŠKODA, J.; DOULÍK, J. *Chemie 8 : učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vyd. Plzeň : Fraus, 2006. 136 s. ISBN 80-7238-442-2.
133. VACÍK, J.a. *Chemie I (obecná a anorganická) pro gymnázia*. 3., doplněné vydání. Praha : SPN, 1995. 248 s. ISBN 80-85937-00-X.
134. JURŠÍK, F. *Anorganická chemie nekovů*. Praha : VŠCHT v Praze, 2001. 228 s. ISBN 80-7080-417-3.
135. LIŠKA, F. Redoxní reakce a jejich stechiometrie. *Chemické listky*, 1985, sv. 79, č. 5. s. 485–500. ISSN 0009-2770.
136. MCMURRY, J. *Organická chemie*. Praha : VŠCHT, 2007. ISBN 978-80-7080-637-1.
137. ČERVINKA, O.; DĚDEK, V.; FERLES, M. *Organická chemie*. Praha : SNTL, 1969.
138. BEYER, H. *Organická chemie*. Praha : SNTL, 1958.
139. GREENWOOD, N.N.; EARNSHAW, A. *Chemie prvků*. Praha : Informatorium, 1993. 1636 s. ISBN 80-85427-38-9.
140. LIŠKA, F. Deriváty kyseliny uhličitě. [online] *ÚOCH – učební materiály*. 2005 [cit. 2011-05-14]. Dostupné z WWW: <<http://uoch.vscht.cz/cz/download/Uhlicita.pdf>>.
141. MOUREK, J. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. Praha : Grada, 2005. 204 s. ISBN 978-8-02-471190-4.
142. NAM PARK, S.; SHIK KIM, C.; HWA KIM, M.; LEE, I.J.; KIM, K. Spectrophotometric measurement of the first dissociation constants of carbonic acid at elevated temperatures. *Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions*, 1998, Vol. 94, 10. s. 14211501425. ISSN 0956-5000.
143. LIU, X.D.; LU, X.C.; WANG, R.C.; ZHOU, H.Q. In Silico Calculation of Acidity Constants of Carbonic Acid Conformers. *Journal of Physical Chemistry*, 2010, Vol. 114, 49. s- 12914–12917. ISSN 1089-5639.
144. RUDOLPH, W.W.; IRMER, G.; KOENIGSBERGER, E. Speciation studies in aqueous HCO₃⁻-CO₃²⁻ solutions. A combined Raman spectroscopic and thermodynamic study. *Dalton Transactions*, 2008, Issue 7. s. 900–908. ISSN 1477-9226.
145. LOERTING, T.a. On the surprising kinetic stability of carbonic acid (H₂CO₃). *Angewandte Chemie – International Edition*, 2000, Vol. 39, 5. s. 892. ISSN 1433-7851.

146. LUDWIG, R.; KORNATH, A. In spite of the chemist's belief: Carbonic acid is surprisingly stable. *Angewandte Chemie - International Edition*, 2000, Vol. 39, 8. s. 1421. ISSN 1433-7851.
147. ADAMEC, M.; BENEŠ, P.; KOTOUČOVÁ, H.; LIŠKA, F. Kvalitativní předpověď síly oxokyselin z jejich souhrnných vzorců. *Biologie, chemie, zeměpis*, 2011, roč. 20, č. 2. s. 78–83. ISSN 1210-3349.
148. SCHMID, G.H. *Organic chemistry*. St. Louis : Mosby, 1996.
149. RIPIN, D.H.; EVANS, D.A. Evans pKa Table. [online] 2005 [cit. 2010-12-05]. Dostupné z WWW: <http://evans.harvard.edu/pdf/evans_pka_table.pdf>.
150. WILLIAMS, R. pKa Values. [online] [cit. 2010-12-01]. Dostupné z WWW: <http://research.chem.psu.edu/brpgroup/pKa_compilation.pdf>.
151. PAULING, L. *General chemistry*. San Francisco : W. H. Freeman, 1998.
152. MONROE, M.; ABRAMS, K. The Relative Strength of Oxyacids And Its Application. *Journal of Chemical Education*, 1985, č. 62. s. 41–42.
153. KRATOCHVÍL, M.; POTÁČEK, M.; ŠIBOR, J. *Principy a modely anorganické chemie II*. Brno : MUNI, 2004. ISBN 80-210-3512-9.
154. ADAMEC, M.; BENEŠ, P. Hry na interaktivní tabuli ve výuce chemie. In *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2009. 215–220. ISBN 978-80-7041-839-0.
155. Chemistry. [online] 2009 [cit. 2009-05-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.xes.be/games/chemistry/>>.
156. NEOPETS. Chemistry for Beginners. [online] [cit. 2009-05-25]. Dostupné z WWW: <http://www.neopets.com/games/play.phtml?game_id=239>.
157. WAtomic. [online] 2009 [cit. 2009-05-25]. Dostupné z WWW: <<http://watomic.sourceforge.net/>>.
158. Stinks and Bangs – Periodic table of Elements matching game. [online] 2009 [cit. 2009-05-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.daveingram.ca/chemistry/matching.html>>.
159. PUMPR, V.; BENEŠ, P.; FRÝZKOVÁ, M.; JANOUŠKOVÁ, S. *Environmentální výchova ve výuce chemie v základním vzdělávání : metodická příručka v rámci projektu Výchova a vzdělávání k udržitelnému rozvoji*. Praha : VÚP Praha, 2005.

160. ADAMEC, M. Aplikace sekvenční metody optimalizace na edukační chemický experiment. In BÍLEK, M. *Metodologické otázky výzkumu v didaktice chemie : Mezinárodní seminář doktorského studia – sborník příspěvků*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2009. 15. ISBN 978-80-7435-018-4.
161. BLINDER, S.M. Oxidation States of Carbon. [online] [2010] [cit. 2010-05-05]. Dostupné z WWW: <<http://demonstrations.wolfram.com/OxidationStatesOfCarbon/>>.
162. GRAY, T.; HU, Y. Isotope Browser. [online] [2010] [cit. 2010-05-01]. Dostupné z WWW: <<http://demonstrations.wolfram.com/IsotopeBrowser/>>.
163. GSALLER, G. Visualizing Atomic orbitals. [online] [2010] [cit. 2010-05-01]. Dostupné z WWW: <<http://demonstrations.wolfram.com/VisualizingAtomicOrbitals/>>.
164. Česká televize. PORT. [online] *i-Vysílání*. 2008 [cit. 2008-02-06]. Dostupné z WWW: <<http://www.ceskatelevize.cz/program/port/michaelovy-experimenty/250-horky-led/>>.

7. Seznam obrázků a příloh

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Dichotomické třídění školních pokusů [44]	16
Obrázek 2 – Rozložení oborů studia ve vzorku studentů.....	32
Obrázek 3 – Zastoupení typů škol ve vzorku učitelů	33
Obrázek 4 – Vyhledávací pole WolframAlpha [107]	38
Obrázek 5 – Ukázka vyhledávacích položek pro oblast chemie	38
Obrázek 6 – Ukázka výsledku vyhledávání ve WolframAlpha	39
Obrázek 7 – Model a strukturní vzorec molekuly kofeinu [108].....	40
Obrázek 8 – Portál Wolfram Demonstrations Project [109].....	42
Obrázek 9 – Oxidační stavy uhlíku (interaktivní prezentace).....	43
Obrázek 10 – Prohlížeč izotopů (interaktivní prezentace)	44
Obrázek 11 – Vizualizace atomových orbitalů (interaktivní prezentace)	45
Obrázek 12 – Graf závislosti teploty varu prvku na jeho protonovém čísle	46
Obrázek 13 – Vyhledávání v databázích článků podle autora	48
Obrázek 14 – Molekulární dynamika a štěpení d-orbitalů v oktaedrickém poli	48
Obrázek 15 – Animace odvození vzorce z názvu sloučeniny	49
Obrázek 16 – Animace ozvození názvu ze vzorce sloučeniny	50
Obrázek 17 – Ukázka implementace metody hodnocení učebnic v MS Excel.....	56
Obrázek 18 – Ukázka pevné kyseliny uhličitě z publikace On the Surprising Kinetic Stability of Carbonic Acid	75
Obrázek 19 – Mezomerní struktury vybraných aniontů kyselin	79
Obrázek 20 – Chemické domino (studentská práce).....	83
Obrázek 21 – Chemické pexeso (studentská práce).....	84
Obrázek 22 – Ukázky ze hry Chemix	85
Obrázek 23 – Ukázky ze dvou verzí hry Devatenáctka	87
Obrázek 24 – Ukázka ze hry Chemické pexeso	88

Seznam příloh

Příloha 1 – Ukázka interaktivních prvků v učebnici chemie pro ZŠ

Příloha 2 – Ukázka interaktivních prvků v učebnici chemie pro SOŠ a SOU

Příloha 1 – Ukázka interaktivních prvků v učebnici chemie pro ZŠ



Úvodní strana (rozcestník) CD, které je součástí učebnice.

Kyseliny

Bezokyslíkaté

Bezokyslíkaté kyseliny vznikají rozpouštěním halogenovodíků, příp. sulfanu, ve vodě. Jejich vzorce jsou, stejně jako u halogenovodíků, tvořeny značkou vodíku a příslušného prvku (např. HCl, H₂S). Jejich názvy se skládají z podstatného jména kyselina a z přídavného jména, které vznikne přidáním zakončení **-ová** k názvu původní sloučeniny.

kyselina jodovodíková
kyselina jodovodík + -ová

V následující tabulce jsou uvedeny nejdůležitější bezokyslíkaté kyseliny.

Prvek	Sloučenina s vodíkem		Bezokyslíkatá kyselina	
	vzorec	název	vzorec	název
fluor	HF	fluorovodík	HF	kyselina fluorovodíková
chlor	HCl	chlorovodík	HCl	kyselina chlorovodíková
brom	HBr	bromovodík	HBr	kyselina bromovodíková
jod	HI	jodovodík	HI	kyselina jodovodíková
síra	H ₂ S	sulfan	H ₂ S	kyselina sulfanová

Kyslíkaté

Ukázka výkladového textu k názvosloví anorganických sloučenin. Modře vyznačený text představuje hypertextové odkazy v rámci CD.

H

Halogenidy jsou dvouprvkové sloučeniny halogenů (fluoru, chloru, bromu, jodu). Nazývají se fluoridy, chloridy, bromidy, jodidy.

Halogenové deriváty jsou [organické sloučeniny](#) odvozené od [uhlovodíků](#) tak, že jeden nebo více atomů vodíku v jejich molekule je nahrazeno atomy halogenů.

Halogenovodíky jsou dvouprvkové sloučeniny halogenu a vodíku.

Halogeny jsou prvky VII. A (17.) skupiny periodického systému prvků. Patří k nim fluor, chlor, brom a jod.

Halony jsou brom- a fluorderiváty uhlovodíků obsahující alespoň dva různé atomy [halogenů](#) v [molekule](#). Příkladem je bromtrifluormethan CF_3Br .

Hmotnostní zlomek je poměrná veličina, která je definována jako podíl hmotnosti části celku a hmotnosti celku. Hmotnostní zlomek rozpuštěné látky (složky) v [roztoku](#) $w(s)$ vypočítáme podle vztahu:

$$w(s) = \frac{m(s)}{m}$$

kde $m(s)$ je hmotnost rozpuštěné látky (složky) v roztoku, m je hmotnost roztoku. Hodnoty hmotnostních zlomků se často udávají v procentech (např. $w(s) = 0,89 = 89\%$).

Hustota látky ρ je dána podílem její hmotnosti m a objemu V .

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Závisí na teplotě látky. Jednotkou je kilogram na krychlový metr (kg/m^3), často používanou jednotkou je také gram na krychlový centimetr.

Hydroxidy jsou tříprvkové sloučeniny obsahující **hydroxidové anionty** OH^- vázané na [kation kovu](#)

Ukázka stránky ze slovníčku pojmů. Modře vyznačené texty představují hypertextové odkazy na odpovídající pojmy ve slovníčku.

Příloha 2 – Ukázka interaktivních prvků v učebnici chemie pro SOŠ a SOU



- **Anestetika** jsou znecitlivující látky, které tlumí činnost nervového systému. Používají se k řízené ztrátě vědomí (narkóze) při operačních zákrocích (např. Narcotan) a k místnímu znecitlivění při drobných chirurgických zákrocích nebo zraněních (např. prokain nebo dnes často používaná mast Mesocain).
- **Analgetika** jsou látky, které tlumí bolest, aniž by způsobily ztrátu vědomí (např. Superpyrin, Eunalgit, Ketazon). Nejznámější z nich je lék Acylpyrin (též Aspirin), který kromě toho snižuje horečku a působí proti zánětům. Složkou některých léčiv proti bolesti je kodein, který je však návykovou látkou.
- **Sedativa** a hypnotika jsou látky, které mají buď uklidňující účinek (sedativa, např. Diazepam), nebo vyvolávají spánek (hypnotika, např. Phenobarbital, Rohypnol). Tyto látky jsou většinou návykové.
- **Antihistaminika** jsou léky k potlačení alergických reakcí.

DROGY

Obchody v České republice nabízejí běžně k prodeji tabákové výrobky, alkoholické nápoje a kávu, které obsahují drogy (nikotin, ethanol a kofein).

Kouř cigaret a dalších tabákových výrobků obsahuje nejen drogu **nikotin**, ale i dehet, oxid uhelnatý a mnoho dalších jedovatých látek. Lehčí otrava tabákem se projevuje bledostí, studeným potem, bolestí hlavy a pokleslou náladou. Dlouhodobé účinky jsou však daleko závažnější (zhoubné nádory, nemoci cév a srdce, dýchací soustavy, poškození žaludku, jater).



15.4

Drogou obsaženou v alkoholických nápojích je **ethanol**. Opojně účinky těchto nápojů jsou způsobeny tím, že ethanol přechází rychle do krve a působí na nervovou soustavu. Obsah alkoholu v krvi se udává v promile. Jedno promile (1 ‰) alkoholu znamená, že v 1 000 cm³ krve je přítomný 1 cm³ čistého alkoholu. Již příjem malé dávky ethanolu snižuje citlivost smyslových orgánů. Pokud je v krvi přítomno 0,25 % až 0,3 % ethanolu (2,5 až 3 promile), upadá člověk do bezvědomí a může i zemřít. Je zakázáno požívat alkoholické nápoje v situacích, které vyžadují lidskou pozornost (např. řízení motorového vozidla), a proto se provádějí příslušné kontroly. Požívání alkoholických nápojů může vést k návyku a končit obtížně léčitelným onemocněním. Způsobuje např. nemoci oběhového ústrojí, trávicí a dýchací soustavy, úrazy. Následkem může být až celkový fyzický a psychický úpadek člověka. Odbourávání alkoholu po jeho požití je individuální záležitost, která závisí na mnoha faktorech (tělesné hmotnosti, pohlaví, zdraví, přijaté potravě apod.). Zdravý dospělý člověk

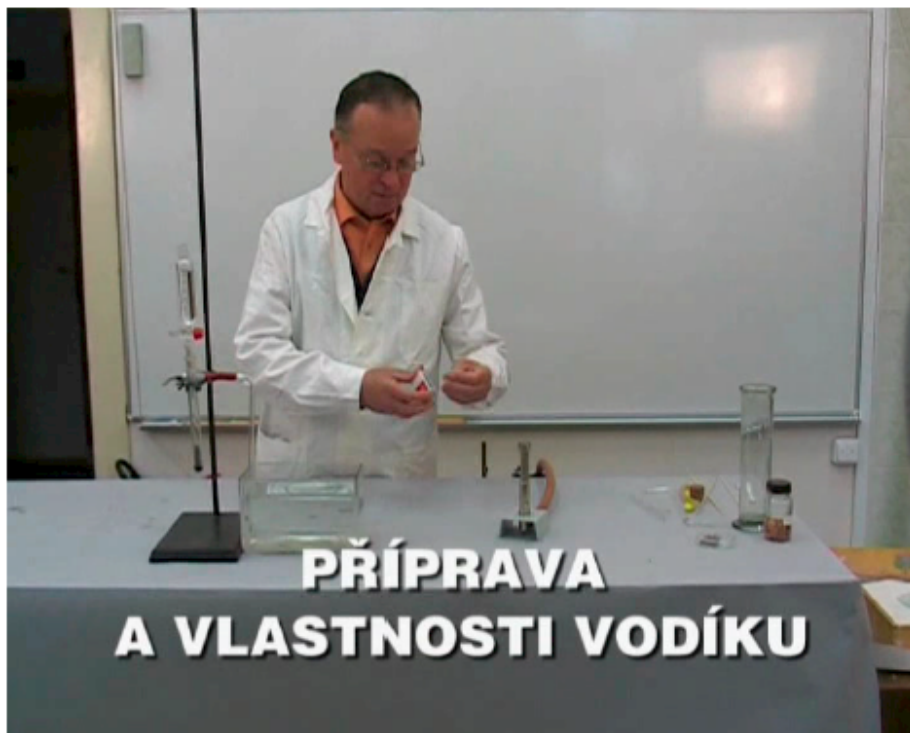


15.6

Ukázka rozšiřujícího textu s aktivním odkazem na ilustrační obrázky (ikony fotoaparátů).

VIDEOPOKUS 6.1

Příprava vodíku a jeho výbušná směs se vzduchem



Videozáznam spustíte kliknutím na náhled.

POKUS 6.2

Vznik bromu a jodu

Baňka v levé části zobrazuje výsledky pokusu, kdy do větší baňky se směsí bromidu draselného (2 g) a oxidu manganičitého (1 g) přilijeme koncentrovanou kyselinu sírovou (3 cm³). Baňku uzavřeme smotkem vaty navlhčené nasyceným roztokem sody. Proti bílému pozadí pozorujeme, že se baňka postupně plní hnědými parami bromu. Baňka v pravé části zobrazuje výsledky pokusu, kdy do baňky se směsí jodidu draselného (2 g) a oxidu manganičitého (1 g) přilijeme koncentrovanou kyselinu sírovou (3 cm³). Baňku uzavřeme smotkem vaty navlhčené nasyceným roztokem sody. Proti bílému pozadí pozorujeme, 86

ROZLIŠOVÁNÍ LÁTEK 2

1. Uveďte smysly, kterými poznáváme

- | | |
|-------------------------|---------------|
| a) lesk, | a) zrak |
| b) barvu, | b) zrak |
| c) zápach, | c) čich |
| d) skupenství, | d) zrak, hmat |
| e) vodivost tepla, | e) hmat |
| f) rozpustnost ve vodě. | f) zrak |

2. Uveďte příklad ve vodě rozpustné a ve vodě nerozpustné látky používané v domácnosti, která je ve skupenství

- a) pevném,
b) kapalném.

3. Z hliníku, železa a zlata byly zhotoveny krychličky o stejném objemu. Předpovězte před jejich zvážením, která z nich bude mít nejmenší a která největší hmotnost.

Nejmenší hmotnost bude mít krychlička z hliníku, největší ze zlata.



4. V tabulkách nebo na internetu vyhledejte přesný údaj o hustotě zlata. Na základě výpočtu rozhodněte, zda by lupiči odnesli bednu plnou zlata. Bedna má rozměry 80 × 60 × 50 cm.

5. Zdůvodněte, proč se v chemické laboratoři nesmí jíst ani pít.

6. Vyhledejte telefonní čísla

- a) stanice lékařské první pomoci,
b) státní policie,
c) hasičů,
d) pohotovostní služby pro únik topného plynu.

Ukázka stránky z testové části s odkrytou odpovědí k otázce č. 1 a č. 5. Odpovědi se odkrývají/skrývají kliknutím na ikonu otazníku.

Extrakce je metoda oddělování složek směsi založená na jejich rozdílné rozpustnosti v různých rozpouštědlech (vzájemně nemísitelných). Složky přechází do rozpouštědla, ve kterém se lépe rozpouští, a dochází tak k jejich rozdělování. Extrakce uplatňovaná v soustavě kapalina–kapalina se nazývá vytřepávání a v soustavě kapalina–pevná látka se nazývá vyluhování.

F

Filtrace je metoda oddělování pevných a kapalných (popřípadě plyných) složek z jejich směsí. Využívá se při ní rozdílné velikosti částic jednotlivých složek.

Fenoly jsou kyslíkaté deriváty arenů, které mají hydroxylovou skupinu vázanou na benzenovém jádře.

Freony jsou halogenové deriváty uhlovodíků obsahující alespoň dva různé atomy halogenů, přičemž jeden z nich je fluor. Příkladem je sloučenina dichlorodifluormethan CCl_2F_2 (freon 12).

G

Galvanické články jsou zdrojem elektrické energie, která se uvolňuje při redoxních reakcích. Patří k nim například suchý článek, olověný akumulátor.

H

Halogenidy jsou dvouprvkové sloučeniny halogenů (fluoru, chloru, bromu, jodu). Nazývají se fluoridy, chloridy, bromidy, jodidy.

Halogenové deriváty jsou organické sloučeniny odvozené od uhlovodíků tak, že jeden nebo více atomů vodíku v jejich molekule jsou nahrazeny atomy halogenů.

Halogenovodíky jsou dvouprvkové sloučeniny halogenu a vodíku.

Ukázka stránky z hypertextového slovníčku pojmů. Podtržená slova jsou aktivní odkazy na příslušné pojmy ve slovníčku.