

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Fakulta přírodovědecká

Katedra anorganické chemie

PŘÍKLADNÍK K CHEMII PRO STŘEDNÍ ŠKOLY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Lucie Paprskářová

Vedoucí práce: RNDr. Lukáš Müller, Ph.D.

Olomouc 2010

RESUMÉ

Tato práce se zabývá učitelskými úlohami, konkrétně početními úlohami v chemii. Skládá se ze dvou částí. Teoretická část je zaměřena obecně na učební úlohy, na jejich definici, funkci ve výuce, parametry, na průběh řešení. Závěrečné kapitoly jsou věnovány taxonomii výukových cílů a učebních úloh a také chemickým učebními úlohami. V praktické části je popsána vlastní taxonomie klasifikující chemické početní úlohy na základě náročnosti řešení. Její funkčnost je ověřena na příkladech vytvořených studenty gymnázia. Jednotlivé příklady byly utříděny a byla vyhodnocena jejich obtížnost řešení. Vznikl soubor 133 příkladů rozdělených na čtyři části podle obsahového zaměření.

SUMMARY

This bachelor thesis deals with learning tasks, concretely with chemical computational tasks. It's divided into two parts. Theoretical part is focused on learning tasks generally, on their definition, function in the education, parameters, on the process of solving. Last chapters are devoted to the taxonomy of educational objectives and learning tasks and to chemical learning tasks too. In the practical part is described own taxonomy, which classifies chemistry calculations based on the difficulty of solving. Its utility is verified on the computational tasks, which were created by the students of grammar school. Particular tasks were categorized, their difficulty of solving was evaluated. It was made the set of computational tasks divided into four parts accordance with the content sight.

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou v seznamu použité literatury.

Souhlasím s tím, že práce je prezenčně zpřístupněna v knihovně Katedry anorganické chemie, Přírodovědecké fakulty, Univerzity Palackého v Olomouci.

V Olomouci dne 26.4. 2010

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce, RNDr. Lukáši Müllerovi, PhD. za cenné rady a připomínky při zpracovávání této práce.

OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. TEORETICKÁ ČÁST.....	2
2.1 Definice učební úlohy.....	2
2.2 Znaky učebních úloh.....	3
2.3 Funkce učebních úloh.....	4
2.4 Parametry učebních úloh.....	5
2.4.1 Stimulační parametr.....	5
2.4.2 Operační parametr.....	6
2.4.3 Regulační parametr.....	7
2.4.4 Formativní parametr.....	8
2.5 Průběh řešení učebních úloh.....	8
2.6 Taxonomie výukových cílů a učebních úloh	11
2.6.1 Taxonomie výukových cílů.....	11
2.6.1.1 Taxonomie B. S. Blooma.....	11
2.6.1.2 Domény učení R. M. Gagné.....	14
2.6.1.3 Taxonomie L. D. Finkse.....	15
2.6.1.4 Taxonomie R. N. Carsona.....	16
2.6.2 Taxonomie výukových cílů v chemii.....	17
2.6.3 Taxonomie učebních úloh.....	19
2.6.3.1 Taxonomie D. Tollingerové.....	19
2.6.3.2 Klasifikace E. E. Millera.....	21
2.7 Učební úlohy v chemii.....	22
2.7.1 Forma zadání úloh.....	22
2.7.2 Forma řešení úloh.....	23
2.7.3 Chemické výpočty.....	24
3. PRAKTICKÁ ČÁST.....	26
3.1 Úvod.....	26
3.2 Taxonomie chemických početních úloh.....	26
3.3 Aplikace taxonomie.....	28
3.3.1 Látkové množství.....	29

3.3.2 Koncentrace roztoků.....	40
3.3.3 Výpočty z chemických rovnic.....	57
3.3.4 Výpočty pH.....	61
4. VÝSLEDKY A ZHODNOCENÍ.....	69
5. ZÁVĚR.....	74
6. SEZNAM POUŽITÉ LITARATURY.....	75

1. ÚVOD

Tato práce se vztahuje k učebním úlohám, konkrétněji k početním úlohám v chemii. Početní úlohy tvoří důležitou část výuky chemie, přesto představují veliký problém pro mnohé žáky. Nezdary při řešení úloh většinou vedou ke ztrátě motivace pro další řešení úloh i pro daný předmět. Cílem této práce však není zjišťování příčin problémů, ale zaměření na obtížnost řešení chemických výpočtů.

Teoretická část je zaměřena obecně na učební úlohy, jejich definici, funkci ve výuce, jejich parametry a průběh řešení. Závěrečné kapitoly jsou věnovány taxonomii výukových cílů a učebních úloh a také učebním úlohám v chemii. V praktické části je popsána vlastní taxonomie klasifikující početní úlohy v chemii. Byla sestavena na základě náročnosti řešení a je zaměřena na čtyři nejčastější typy početních úloh. Funkčnost taxonomie je dokázána na příkladech, vytvořených studenty gymnázia, které byly dále roztrženy a byla vyhodnocena jejich náročnost. Vznikl soubor 133 příkladů rozdělený na čtyři skupiny podle obsahového zaměření.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Definice učební úlohy

Dodnes neexistuje jednotná definice učební úlohy, níže uvádíme pouze několik z nich. Nejedná se o kompletní výčet všech definicí, které existují.

Pedagogický slovník (Průcha et al., 2009) definuje učební úlohu takto: „Je to každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle. Je zaměřena na pět aspektů učení: obsahový, stimulační (motivační), operační, formativní a regulativní.“

Z. Helus et al. (1979) definují učební úlohu obdobně jako pedagogický slovník, ale zmiňují pouze tři aspekty učení – obsahový, operační a motivační.

D. Tollingerová (1976) považuje učební úlohu za „intelektuální prostor“, který vymezuje hranice, v rámci kterých se realizuje její řešení.

V. Švec et al. (1996) charakterizují učební úlohu jako „každý podnět (pedagogickou situaci), který svým obsahem i operační strukturou (tj. předpokládanými učebními operacemi žáků) směřuje k dosažení vymezeného výukového cíle“.

Z. Kalhous, O. Obst (2001) zmiňují definici D. Holoušové. Ta definuje učební úlohy jako „širokou škálu všech učebních zadání, a to od nejjednodušších úkolů, vyžadujících pouhou pamětní reprodukci poznatků, až po složité úkoly, vyžadující tvořivé myšlení“.

V literatuře, zvláště ve školních učebnicích, se vyskytují i jiné pojmy než učební úloha, nejčastěji se jedná o učební úkol, cvičení, otázka. Většinou jsou tyto pojmy považovány za synonyma a záleží pouze na autorovi, jaké označení zvolí. Nicméně otázky lze vymezit dvěma různými přístupy.

Pro některé autory je otázka „specifickým typem učební úlohy a je formulována v tázací podobě. Může ale být i součástí komplexnější učební úlohy“ (Švec et al., 1996). Jiný přístup, který uvádí J. Mareš, J. Krivohlavý (1995), „využívá označení otázka ve významu úkol,

problém, který je třeba vyřešit“. Dále tito autoři zdůrazňují rozdíl mezi otázkou a tázací větou. Otázky pokládá učitel, aby se něco dozvěděl, mají určitý význam, funkci a nezáleží na způsobu jejich vyjádření. Tázací věta má spíše vlastnost jazykovou.

Dále v práci užíváme pojmu učební úloha pro všechna učební zadání, která dovedou žáka k vymezenému výukovému cíli. V případě „otázky“ se přikláníme k prvnímu zmíněnému přístupu V. Švece et al.(1996).

2.2 Znaky učebních úloh

D. Tollingerová (1976) popsala znaky učební úlohy z hlediska řešícího subjektu, tedy žáka. Jedná se o apelační vliv, akční rádius, regulační potenci, motivační náboj a aspirační nivó.

Apelační vliv je hlavní charakteristikou učební úlohy, kterou se odlišuje od zprávy. D. Tollingerová se zabývala otázkou, z jakých důvodů zaujme žáka nějaká informace natolik, že ji začne řešit. Došla k závěru, že pokud má učební úloha vyzývat k řešení, musí být formulována tak, aby žák poznal, že s danou informací má „něco provést“. Učební úloha je určitým stimulem, pobídkou, uvádí v činnost požadované kognitivní operace.

Dalším znakem učební úlohy je **akční rádius**, její působnost. Učební úloha vzniká v určité pedagogické situaci, má nějaký smysl. Pokud se však úloha dostane mimo toto „pole“, pedagogický smysl se ztrácí, sníží se její schopnost stimulace, tedy neuvede v činnost takové kognitivní operace, jaké vyžaduje řešení úlohy.

Učební úloha má také určitou **regulační potenci**. Činnosti, které úloha navodí, musí zároveň udržet aktivní až do vyřešení úlohy a průběh těchto činností regulovat (organizovat). Lze vymezit tři formy organizujícího působení. První forma – obecně psychologická, se týká určité atmosféry, kterou úloha vytváří (atmosféra individuální práce, atmosféra skupinové práce). Druhá forma – individuálně psychologická, spočívá v činnostech žáka při řešení úlohy (analýza zadání, orientace v úloze). Třetí forma – sociálně psychologická, je vymezena proto, že učební úloha dokáže organizovat i kolektivy ke společné činnosti, nejen jednotlivce.

Další vlastnost učební úlohy, kterou vymezila D. Tollingerová, se nazývá **motivační náboj**. Učební úloha musí vyvolat zvědavost, chuť k řešení, musí vzbuzovat zájem.

Čtvrtým znakem učební úlohy je **aspirační nívó**. Vyjadřuje to, zda úloha vyvolává u žáka aspiraci na úspěch či neúspěch. Žák bude jinak přistupovat k úloze, ve které pozná „překážku“, díky níž se projeví jeho neznalost, než k úloze, ve které vycítí možnost dobrého výkonu, popř. pozitivního hodnocení.

2.3 Funkce učebních úloh

Funkce učebních úloh vzhledem k činnosti žáků byly již zmíněny v předchozí kapitole. Můžeme je shrnout takto: učební úlohy navozují činnost žáka; vymezují použití určitých kognitivních operací; navozené činnosti udržují aktivní až do vyřešení úlohy a průběh těchto činností regulují; jsou důležitým motivačním prvkem.

O. Obst (2006) rozebírá funkce souborů učebních úloh. Soubor učebních úloh by měl být koncipován tak, aby se většina poznávacích aktivit zaměřovala na nejdůležitější učivo a aby s ním mohli pracovat žáci na různé prospěchové úrovni. Soubory učebních úloh by měly zahrnovat učební úlohy pro osvojení nového učiva, pro hodnocení žáků i pro jejich domácí přípravu.

Správně formulované soubory učebních úloh plní kontrolní funkci a pomáhají hodnotit žákovu individuální učení. Stimulují žáky k sebevzdělávání a dalšímu prohlubování znalostí. Problémové učební úlohy dokáží včas odhalit nedostatky v učení a zabraňují tak neprospěchu žáků.

Učební úlohy a otázky pomáhají učitelům komunikovat se žáky. Usnadňují navázání kontaktu se žáky, vyvolání jejich zájmu o nové učivo. Učitel zjišťuje prostřednictvím úloh a otázek, jaké mají žáci představy o novém učivu, ještě před tím než jej začne vysvětlovat.

Smyslem učebních úloh a otázek je, že pomáhají žákům učivo objevovat, procvičovat, upevňovat a prohlubovat. Podporují učební schopnosti a možnosti žáků, jejich zájmy a potřeby (Švec et al., 1996).

Z. Kalhous, O. Obst (2001) obecně shrnují funkce učebních úloh a jejich význam pro žáky.

Při řešení učebních úloh žáci:

- získávají nové vědomosti a dovednosti,
- opakují a procvičují dříve probrané učivo,
- vše uvádí ve vědní systém daného předmětu,
- rozvíjí schopnost týmové spolupráce,
- zlepšují dovednost pracovat s literaturou a volit vhodné metody práce,
- osvojují si myšlenkové operace potřebné k řešení problémů,
- získávají osobní vlastnosti, zvláště cílevědomost, systematickosti, soustředěnost na práci, svědomitost, pomoc jednoho druhému.

2.4 Parametry učebních úloh

U učebních úloh můžeme vymezit čtyři parametry – stimulační (motivační), operační, regulační a formativní.

2.4.1 Stimulační parametr

Stimulační parametr učební úlohy souvisí se dvěma znaky vymezenými v kap. 2.2, zahrnuje motivační náboj a aspirační nivó.

Stimulační parametr má poměrně velký vliv na přijetí učební úlohy a tedy i na průběh jejího řešení. Stimulační parametr určité učební úlohy nezávisí jen na samotném znění učební úlohy, na jejím obsahu, ale také na žákovi, který úlohu řeší. Záleží na individuálních vlastnostech a věku žáků, na úrovni dosavadních vědomostí a zkušeností, na úrovni přípravy, na vztazích mezi učitelem a žáky atd. Obecně se dá u stimulačního parametru rozlišit dvě stránky. Jednak je to stránka objektivní, která se týká znění úlohy, obsahu, vztahů mezi znaky úlohy, jednak stránka subjektivní, která je dána vlastnostmi a možnostmi žáka (Helus et al., 1979).

Učební úloha může svým obsahem a náročností vybudit žáka k tomu, aby byl aktivní a začal ji řešit. Stimulační parametr se různí v závislosti na funkci učební úlohy ve výuce. Záleží na tom, ve které fázi vyučování je úloha zadávána (např. zda má úloha pouze motivovat žáky k činnosti nebo jde o úlohu na procvičování učiva). Dále je podstatné, aby učební úloha respektovala nejen dosavadní vědomosti, zkušenosti a dovednosti, ale i učební styl žáků, jejich potřeby a zájmy (Švec et al., 1996).

O stimulační hodnotě učebních úloh se často hovoří ve spojitosti s problémovými úlohami, problémovým vyučováním. Učení řešením problémů definuje J. Průcha et al. (2009) jako „způsob učení, který využívá problémových situací, problémových úloh. Snaží se učení učinit pro žáky a studenty zajímavějším, neboť nestaví na standardních úlohách, k jejichž vyřešení lze použít běžný, naučený postup; předkládá úlohy, které se blíží reálným životním situacím, vyžaduje tvořivější přístup, divergentní myšlení“.

Maťuškin (1973) upozorňuje, že problémová situace a problémová úloha není totéž. Problémová úloha, pokud je správně formulována, může vyvolat u žáka problémovou situaci. Pro vytvoření problémové situace je třeba žákům zadat takovou úlohu, při jejímž splnění objeví osvojení nových poznatků. Problémová situace vznikne, pokud:

- vědomosti, schopnosti a dovednosti žáků jsou na takové úrovni, aby pochopili podmínky a řešení úlohy
- úloha obsahuje neznámý prvek (neznámý vztah, způsob nebo podmínky operace), který vyvolá u žáků potřebu řešit úlohu
- splnění problémové úlohy vyvolá u žáků potřebu osvojovat si vědomosti

2.4.2 Operační parametr

Učební úloha, konkrétně její objektivní struktura, vymezuje operace, které má žák použít, aby úlohu vyřešil. Znalost regulačního parametru učební úlohy, umožňuje její využití jako nástroje k dosažení učebního cíle. Učitel si může určit operační parametr dvojím způsobem. Může zjistit operační parametr hotové úlohy (např. z učebnice) nebo vytvoří nové úlohy s takovou regulační strukturou, aby u žáků navodily potřebné operace. Pro usnadnění práce může využít taxonomii učebních úloh. Pokud učitel pracuje s operačním parametrem učební úlohy, vyvaruje se nesrovnalostí mezi vytyčeným učebním cílem a úrovní používaných učebních úloh.

Přestože učební úloha vymezuje operace, které má žák použít, neznamená to, že žáci řešící stejnou úlohu provádí stejné operace v tomtéž pořadí. Rychlost vyřešení určité úlohy nezávisí na rychlosti prováděných operací, ale na použití operací ve vhodném pořadí, popřípadě na použití produktivnějších operací (Helus et al., 1979).

2.4.3 Regulační parametr

Regulační parametr učební úlohy souvisí s již vymezeným znakem (v kap. 2.2) regulační potencí. Učební úloha řídí a reguluje průběh učebních činností žáků.

Většinou jsou to soubory učebních úloh, které řídí činnosti žáků, svou skladbou odráží cíle tématu v učebnicích nebo cíle vyučovací hodiny. Regulační parametr učební úlohy je tvořen dvěma aspekty – aspektem určenosti a aspektem heurističnosti úlohy.

1) *Aspekt určenosti*

Z hlediska určenosti lze vymezit dvě skupiny úloh. První skupinou jsou úlohy úplně vymezené, které obsahují všechny nutné a postačující podmínky k vyřešení. Druhou skupinou jsou úlohy neúplně vymezené, u kterých nějaká důležitá podmínka k vyřešení chybí. Tyto neúplně vymezené učební úlohy obvykle více motivují žáky k řešení, jsou pro ně zajímavější, mají větší stimulující efekt (Švec et al., 1996).

V. A. Krutěckij (1975) vytvořil čtyři typy úloh pro rozvíjení samostatného logického myšlení, z nichž tři můžeme využít jako příkladu úloh neúplně vymezených:

- 1) Úlohy, které obsahují všechny nutné podmínky k řešení, ale nemají formulovanou otázku. Žák musí pochopit logiku vztahů a sám vytvořit otázku, až poté může začít úlohu řešit.
- 2) Úlohy, které neobsahují všechny nutné podmínky k řešení. Žák musí provést analýzu zadání a zjistit, který údaj mu schází, aby mohl úlohu vyřešit.
- 3) Úlohy, které obsahují všechny nutné podmínky k vyřešení, ale i nepotřebné údaje navíc. Žák musí úlohu analyzovat a vyloučit údaje, které mu při řešení nepomohou.

2) *Aspekt heurističnosti*

Z. Helus et al. (1979) vysvětlují heurističnost úlohy jako stupeň tvořivosti při řešení. V. Švec et al. (1996) rozumí pod tímto pojmem prostor pro volbu řešení. Žák může řešit úlohu, u níž zná jednotlivé kroky postupu, jejich posloupnost. Může však nastat opačný případ, kdy postup znát nebude a musí vytvořit své vlastní řešení. Toto jsou dva extrémní příklady, mezi nimiž se nachází další úlohy s různou ohraničeností prostoru volby řešení.

2.4.4 Formativní parametr

Formativní parametr učební úlohy lze určit zřetelněji až po dlouhodobější práci s učivem. Sleduje se, zda si žák osvojil činnosti, díky nimž dosáhl výsledku (Helus et al., 1979).

2.5 Průběh řešení učebních úloh

Jak zmiňuje J. Čáp (1980), řešení učebních úloh je ovlivněno větším počtem vnitřních i vnějších faktorů. Z pohledu žáka průběh řešení závisí na jeho dosavadních vědomostech, zkušenostech, dovednostech a návycích, na úrovni obecné inteligence, na schopnosti autoregulace apod. Velký vliv má také motivace, aktuální psychický stav a osobnostní vlastnosti žáka.

J. Čáp (1980) rozděluje průběh řešení učebních úloh do následujících etap:

1. fáze - seznámení s úlohou a rozbor úlohy
2. fáze - identifikace úlohy a formulování hypotézy řešení
3. fáze - realizace řešení
4. fáze - ověření

Řešení úlohy začíná fází, která je označena jako seznámení s úlohou a rozbor úlohy (Čáp, 1980). Nejdříve se žák nachází ve stavu určité nejistoty, která se projevuje zvýšenou orientační aktivitou (Linhart, 1982). Žák se seznamuje se zadáním úlohy, s jednotlivými znaky a vztahy mezi nimi a ujasňuje si, co je vlastně problém, který bude řešit. Vzpomíná, zda již podobnou úlohu v minulosti neřešil, srovnává ji s úlohami dříve řešenými (se známými třídami úloh). Na základě stoupající obtížnosti řešení úlohy, lze vymezit tři základní třídy:

1. Žák pozná, že již úlohu řešil, jedná se o identickou úlohu nebo jen nepatrně odlišnou, tedy o úlohu stejné třídy.
2. Žák zjišťuje, že pro něj úloha není úplně neznámá, ale její znaky plně nezapadají do žádné třídy známých úloh. Jedná se o úlohu, která se podobá některé ze známých tříd.
3. Žák nedokáže zařadit úlohu ani do jedné z tříd. Důvodem může být novost úlohy nebo složitost, popřípadě obojí (Čáp, 1980).

Rozbor úlohy je podstatný při řešení konceptuálních úloh. Jedná se o úlohy, které ověřují porozumění pojmům a vztahům mezi nimi. Zadání obsahuje prvky neurčitosti a volnosti, často je vyjádřeno graficky (obrázky, grafy, tabulky, schémata apod.) (Haláková, 2008).

Helus et al. (1979), kteří se také zabývají průběhem řešení učebních úloh, upozorňují na jednu z nejčastějších chyb, kterých se žáci dopouští v této fázi, na nesprávnou orientaci v úloze. Žáci neumí správně analyzovat zadání úlohy, je pro ně obtížné vytvořit si zjednodušené schéma, které by jim pomohlo v dalších krocích při řešení úlohy.

Druhá fáze je nazvaná identifikace úlohy a formulování hypotézy řešení. Na základě srovnávání řešené úlohy se známými třídami úloh v první fázi, se odvíjí další postup v řešení. Pokud žák zařadil úlohu do známé třídy, vybaví si celkové schéma řešení, popřípadě ví, kde postup řešení najít, aby mu pomohl (např. určitá kapitola v učebnici). V případě, že se úloha podobá některé známé třídě, žák si upraví schéma pro řešení úlohy ze známé třídy nebo zkombinuje schémata dvou tříd. Poslední možností je, že žák úlohu nezařadil do žádné ze známých tříd. Musí tedy vytvářet nový postup řešení (alespoň pro žáka nový). Úlohy této třídy vyžadují tzv. tvůrčí řešení (Čáp, 1980).

Dříve než žák dospěje k určité hypotéze, provádí nezbytné rozumové operace. Hlavní činností je oddělení pravdy od nesprávností, které žáka dovedou k formulování hypotézy, kterou považuje za pravdivou (Okoň, 1966).

V této fázi může působit komplikace přenos (transfer). Přenosem je myšlen vliv dříve naučené formy chování, vědomostí nebo dovedností, na jejich další osvojování a vybavování (Linhart, 1982). Transfer může být buď pozitivní nebo negativní. Pozitivní transfer působí jako faktor usnadňující řešení, žák využívá dříve získaných vědomostí a dovedností pro řešení úlohy téže třídy. Naopak negativní transfer komplikuje dosažení správného řešení, žák si nesprávně spojuje znaky úlohy pro něj známé s úlohou novou, zařazuje ji do špatné třídy (Helus et al., 1979).

Schéma řešení (také program, předpis, šablona, postup) představuje výběr a posloupnost jednotlivých kroků, které vedou k vyřešení úlohy. Podrobné schéma řešení se nazývá algoritmus (Čáp, 1980). L. N. Landa (1973) charakterizuje algoritmus jako „předpis (systém instrukcí, příkazů, pravidel) o tom, co je třeba udělat a v jaké posloupnosti, abychom úspěšně

vyřešili úlohu určité třídy“. Tento autor mimo jiné rozlišuje algoritmy transformační a identifikační. Transformační algoritmus předepisuje změnu objektů, zatímco cílem identifikačního algoritmu je zařazení objektů do určité třídy. Transformační algoritmus vždy zahrnuje algoritmus identifikační, ale v opačném případě to tak být nemusí.

Schéma řešení urychluje a usnadňuje proces řešení, také ho zkvalitňuje, protože se snižuje počet chyb. Pokud žák používá určité schéma opakovaně, jednotlivé operace už vykonává téměř automaticky. Získá tak více času pro řešení náročnějších pasáží úlohy. Vzhledem k tomu, že schémata řešení umožňují snazší způsob dosažení správných výsledků, mají nemalý význam jako motivační faktor. Úspěchy motivují žáka k řešení dalších úloh, ovlivňují jeho vztah k předmětu i samotnému učení (Čáp, 1980).

Protikladem schématického řešení úloh je tvořivá činnost. Tvůrčí činností vzniká něco „nového“, i když ne doslova, protože nelze tvořit z ničeho. Jde o činnost, která závisí na zkušenostech a vědomostech nashromážděných společností i daným jedincem (Pokorný, 2005). Tvořivost je důležitým motivačním faktorem, společností je vyzdvižována na vysokou úroveň. Tvořiví lidé nachází nové originální způsoby řešení vědeckých, technických a jiných životních problémů (Linhart, 1982). Předkládáním tvůrčích úloh se rozvíjí u žáků nápaditost, improvizace, nekonvenčnost, může být zdrojem radosti a nadšení (Pokorný, 2005).

Třetí fáze spočívá v realizaci uvažovaných hypotéz (např. realizace výpočtů). Žák dojde k určitému výsledku a formuluje závěry (Čáp, 1980). Pro žáky řešící problémovou úlohu je tato fáze velice důležitá, protože si osvojují a upevňují nový způsob řešení. Výsledky řešení problému jsou ověřením, zda bylo dosaženo učebního cíle (Linhart, 1982).

Při realizaci řešení učební úlohy žáci nepostupují vždy tak, jak to zamýšlel autor úlohy nebo učitel, který úlohy zadává. Je to problém tzv. ekvifinality učebních úloh, kdy různými postupy lze dojít ke stejnému výsledku. Tyto různé postupy však nesměřují vždy k dosažení stejného učebního cíle (Helus et al., 1979).

V poslední čtvrté fázi žák ověřuje své výsledky a závěry, v podstatě ověřuje hypotézu řešení, která byla realizovaná. Porovnává výsledky a závěry se zadáním úlohy, jejími podmínkami, snaží se objektivně zhodnotit, zda je výsledek reálný, v závislosti na dosavadních praktických i teoretických zkušenostech. Kontroluje jednotlivé fáze řešení a při nalezení chyby, provede opravu (Čáp, 1980).

Chybnými výkony a jejich funkcemi se zabýval V. Kulič (1971). Chybné odpovědi nebo nesprávná řešení považuje za důležitou součást procesu učení a řešení. Je ale třeba, aby chybný výkon byl jako chybný identifikován, interpretován a nakonec i korigován. Identifikace chyby žákem je podstatným základem proto, aby tato chyba neohrozila učení. Žák zjistí, že chyboval a může chybu identifikovat i v užším slova smyslu, tedy zjistí, v čem chyboval. Interpretace spočívá v určování podmínek a příčin chybné odpovědi nebo řešení, žák zjišťuje, co ho k chybnému výsledku dovedlo. Zároveň však tuto chybu analyzuje vzhledem k budoucím činnostem, konfrontuje ji s cílem. V závěrečné fázi probíhá korekce, tedy oprava chybného výkonu. Korekce plynně navazuje na předchozí fáze, je závislá na úrovni zpracování zpětnovazební informace ve fázi identifikační a interpretační. Učitelé by měli klást důraz především na autokorekci, která rozvíjí u žáků samostatnost.

2.6 Taxonomie výukových cílů a učebních úloh

Výukové cíle a učební úlohy jsou ve velice úzkém vztahu, bez učebních úloh bychom nedosáhli vytyčeného cíle a bez daného cíle bychom neměli důvod úlohy využívat.

Učitel formuluje výukové cíle pro žáky, až poté si stanovuje, jaké metody, učební úlohy a další prostředky použije, aby výukového cíle žáci dosáhli (Obst, 2006).

Kvalita výuky závisí na schopnosti učitele pracovat s výukovými cíli. Měl by umět analyzovat, vytvářet a používat výukové cíle na takové úrovni, aby se u žáka rozvíjela nejen složka vzdělávací, ale i složka výchovná a psychomotorická (Kalhous, Obst, 2001).

Taxonomií výukových cílů se zabývá či zabývalo mnohem více autorů než taxonomií učebních úloh. Nicméně některé taxonomie výukových cílů lze snadno přeformulovat pro potřebu klasifikace učebních úloh (Helus et al., 1979).

2.6.1 Taxonomie výukových cílů

2.6.1.1 Taxonomie B. S. Blooma

B. S. Bloom (1956) vytvořil taxonomii kognitivních cílů, která patří mezi nejznámější taxonomie na celém světě. Skládá se ze šesti cílů hierarchicky uspořádaných:

1. Znalost

- 1.10 Znalost specifických poznatků
 - 1.11 Znalost terminologie
 - 1.12 Znalost specifických faktů
- 1.20 Znalost metod a způsobů dosažení specifických poznatků
 - 1.21 Znalost pravidel
 - 1.22 Znalost vývojů a postupů
 - 1.23 Znalost klasifikací a kategorií
 - 1.24 Znalost kritérií
 - 1.25 Znalost metodiky
- 1.30 Znalost všeobecných a abstraktních poznatků
 - 1.31 Znalost principů a zobecnění
 - 1.32 Znalost teorií a struktur

2. Porozumění

- 2.1 Překlad (převod)
- 2.2 Interpretace
- 2.3 Extrapolace

3. Aplikace

4. Analýza

- 4.1 Analýza prvků
- 4.2 Analýza vztahů
- 4.3 Analýza principů uspořádání

5. Syntéza

- 5.1 Tvorba specifického sdělení
- 5.2 Tvorba plánu nebo navržení souboru operací
- 5.3 Odvozování souboru abstraktních vztahů

6. Hodnotící posouzení

- 6.1 Posouzení z hlediska vnitřních kritérií
- 6.2 Posouzení z hlediska vnějších kritérií

První kategorie „znalost“ se odlišuje od ostatních kategorií tím, že základním procesem je zapamatování, další čtyři úrovně cílů již vyžadují náročnější operace, na kterých se paměť

tolik nepodílí. Druhá kategorie „porozumění“ je založena na schopnostech žáků převést obsah sdělení do takové podoby, aby pro ně byla smysluplná. Třetí kategorie „aplikace“ vyžaduje, aby si žáci v určité situaci vybavili vhodná zobecnění a správně je použili. Čtvrtá kategorie „analýza“ vyjadřuje schopnost rozložit sdělení na jednotlivé části, objasnit jejich vztahy i celkové uspořádání v rámci tohoto sdělení. Pátá kategorie „syntéza“ je charakterizována spojováním jednotlivých částí v celek. Žáci propojují dřívější zkušenosti s novějšími a vytváří tak pro ně nový celek. Tato kategorie nejvíce podporuje tvořivou činnost žáků. Na nejvyšší úrovni taxonomie je hodnotící posouzení. Představuje komplexní proces, ve kterém se uplatňují všechny předchozí kategorie. Posouzení se řídí vnitřními kritérii (např. věcná správnost, návaznost myšlenek) a kritérii vnějšími (zda to, co je posuzováno odpovídá stanovenému účelu) (Kalhous, Obst, 2001).

V roce 1995 se začala setkávat skupina odborníků, která po pět let pracovala na **revizi Bloomovy taxonomie**. Důvodem byly pokroky v kognitivní psychologii a řada dalších pokusů v třídění výukových cílů. Tato skupina vytvořila dvojdimenzionální tabulku, také známou jako tabulku taxonomickou. Horizontální dimenze je modifikací Bloomovy taxonomie, ale jednotlivé úrovně jsou pojmenovány slovesy, namísto podstatnými jmény. Vertikální dimenze se skládá ze čtyř typů znalostí (Anderson, 2005).

1) Dimenze znalostí:

A) Faktické

B) Konceptuální

C) Procedurální

D) Metakognitivní

Faktická znalost - základní prvky, které student musí znát, aby se seznámil s danou disciplínou nebo mohl řešit její problémy.

Konceptuální znalost – vztahy mezi základními prvky v rámci struktury, které jim umožňují dohromady fungovat.

Procedurální znalost – jak něco udělat; metody zkoumání, kritéria užití schopností, algoritmy, technika, metody.

Metakognitivní znalost – všeobecně kognitivní znalost, stejně také i uvědomění vlastních kognitivních poznatků.

2) Dimenze kognitivních procesů:

- 1. Zapamatovat si**
- 2. Porozumět**
- 3. Aplikovat**
- 4. Analyzovat**
- 5. Hodnotit**
- 6. Tvořit**

Kategorie „syntéza“ původní Bloomovy taxonomie byla přejmenována na „tvořit“ a je na nejvyšší úrovni v hierarchii cílů (Krathwohl, 2002).

2.6.1.2 Domény učení R. M. Gagné

Robert M. Gagné (1972) shrnuje dosavadní poznatky o učebním procesu a vymezuje pět domén učení:

1. Motorické dovednosti
2. Verbální informace
3. Intelektuální dovednosti
4. Kognitivní strategie
5. Postoje

Motorické dovednosti představují schopnosti pohybu, jedná se např. o používání různých nástrojů. Verbální informace jsou fakta, principy, všeobecné pojmy, které žák umí pojmenovat, zapamatovat si je a vybavit. Jsou to obecně znalosti, které si musí žáci osvojit pro budoucí učení v rámci předmětu i pro budoucí život. Intelektuální dovednosti zahrnují schopnosti rozlišování a používání určitých konceptů a pravidel. Kognitivní strategie jsou vnitřně organizované dovednosti, které řídí učení a myšlení, schopnost definovat a řešit problémy. Poslední kategorií jsou postoje, které zaujímáme vůči nějakému objektu, člověku

nebo události. Mnoho studií prokázalo, že postoje jsou hlavně ovlivněny slovním kontextem (Gagné, 1972).

2.6.1.3 Taxonomie L. D. Finkse

L. Dee Fink (2003) vytvořil taxonomii, která navazuje na taxonomii B. S. Blooma, ale v mnohém se odlišuje. Definoval učení jako změnu, ke které musí u žáka dojít. Signifikantní učení vyžaduje nějaký druh určité trvalé změny, která je důležitá z hlediska žáka. Na základě tohoto tvrzení vytvořil taxonomii skládající se ze šesti druhů signifikantního učení:

1. Základní znalost
2. Aplikace
3. Integrace
4. Lidská dimenze
5. Zájem
6. Učení se učení

Tyto kategorie nemají přísné hierarchické uspořádání, naopak se mohou vzájemně prolínat a kombinovat, jsou většinou vyobrazeny v kruhovém uspořádání.

Základní znalost je dána porozuměním a zapamatováním základních informací a myšlenek, konceptů, termínů, vztahů atd. Kategorie aplikace zahrnuje učení, jak aplikovat znalosti a schopnosti. Také obsahuje kritické, tvořivé, praktické myšlení a řízení projektů. Kategorie integrace vyjadřuje schopnost žáků propojovat myšlenky z různých předmětů, ale i různých částí života (práce, škola, sociální život). Lidská dimenze je kategorií, ve které se žáci dovídají něco o sobě nebo ostatních lidech. Učí se o etických principech, multikulturalitě, jak pracovat v týmu, rozvíjí se u nich zodpovědnost za vlastní život. Kategorie zájem se týká pocitů, hodnot. Žáci mají zájem o ostatní lidi, o učení, určitý předmět. Čím větší mají zájem, tím víc budou motivováni pro další učení. Poslední kategorie, učení se učení, nastává, pokud se žáci učí, jak být lepšími žáky. Rozvíjí se schopnost autoregulace a efektivnějšího učení pro budoucí vzdělávání i pro život (Fink, 2003).

2.6.1.4 Taxonomie R. N. Carsona

Robert N. Carson (2004) zhodnotil dosavadní taxonomie jako nevhodné nebo nedostačující pro potřeby tvorby kurikulí. Vytvořil novou taxonomii rozlišující devět druhů znalostí:

1. Empirické
2. Racionální
3. Konvenční
4. Konceptuální
5. Kognitivních schopností
6. Psychomotorické
7. Afektivní
8. Narativní
9. Přijímané

Empirická znalost je znalost našeho fyzického okolí, kterou získáváme prostřednictvím našich smyslů. Racionální znalost je znalost vztahů mezi částmi určitého celku. Konvenční znalost je znalost týkající se významu slov a symbolů, sociálního chování, diplomacie, různých pravidel, které se liší v různých kulturních společnostech. Konceptuální znalost značí různé znalosti sestavené do určitého logického celku. Kognitivní schopnosti představují běžné postupy, tvořivost, používání algoritmů a další procesy, které se využívají k řešení různých typů situací různými způsoby. Psychomotorická znalost se týká pohybů těla, jedná se například o znalost psaní na počítači. Vzhledem k tomu, že fyzickým činnostem se učíme, schopnosti provedení jsou kontrolovány, tak tyto pohyby představují druh znalosti. Afektivní znalost je znalostí týkající se emocionálního rozpoložení spojeného s určitou zkušeností. Narativní znalost je znalost lidských podmínek. Je to způsob vidění světa skrze naši zkušenost, běžné reakce, způsob, jakým dokážeme sjednotit zkušenosti do životního příběhu a dát jim určitý význam. Přijímaná znalost představuje duchovní část lidské zkušenosti, která se dostává za hranice vědy. Různé kultury nebo lidé věří na přijímání božské moudrosti (Carson, 2004).

2.6.2 Taxonomie výukových cílů v chemii

Tato taxonomie je adaptací Bloomovy taxonomie kognitivních cílů (Thompson, 1972). Zahrnuje ale jen pět kategorií, schází zde kategorie aplikace a analýza, naopak novou kognitivní úroveň jsou manipulační dovednosti.

1. Znalost

1.1.1 Znalost chemické terminologie

Jazyk předmětu. Znalost důležitých symbolů, termínů a slov.

1.1.2 Znalost specifických faktů

Znalost fyzikálních a chemických vlastností běžných prvků a jejich sloučenin.

1.2.1 Znalost pravidel

Znalost stylu a pravidel používaných ve vědeckých textech.

1.2.2 Znalost vývojů a postupů

1.2.3 Znalost klasifikací a kategorií

Znalost tříd a skupin, které jsou základní v chemii

1.2.4 Znalost kritérií

Kritéria hodnocení. Metody používané pro hodnocení postupu a přesnosti; teorie a jejich spolehlivost.

1.2.5 Znalost metodiky

Metodika zahrnuje experimentální postup a způsoby myšlení. Znalost metod zkoumání, postupů. Je kladen důraz na znalost metody více než na schopnost použít ji.

1.3.1 Znalost principů a zobecnění

1.3.2 Znalost teorií a struktur

Vztahy mezi chemickými principy a teoriemi.

1.4 Znalost každodenních aplikací chemické zkušenosti

Je podstatné používat známé aplikace, při prezentaci neznámé aplikace se bude testovat porozumění naprosto odlišným způsobem.

2. Manipulační dovednosti

2.1 Dovednost používat běžné přístroje v chemii

2.2 Dovednost hodnotit přesnost přístroje

- 2.3 Dovednost přesného sledování
Sledování je myšleno hlavně z kvalitativního hlediska (pozorování změn v průběhu chemické reakce).
- 2.4 Dovednost sestavit standardní přístroj pro předvedení určité funkce
Schopnost používat běžné přístroje k provedení známých procesů (sestavení přístroje pro frakční destilaci).
- 2.5 Dovednost přizpůsobení přístroje nové funkci
Schopnost použít běžný přístroj v nových situacích.

3. Porozumění

- 3.1 Schopnost převést informaci z jedné formy do druhé
Přečtení grafu a následné slovní vysvětlení nebo naopak. Přeformulování myšlenky, schopnost převést problém do konkrétní nebo méně abstraktní podoby.
- 3.2 Schopnost shrnout soubor dat a aplikovat známá pravidla a principy na běžné problémy
- 3.3 Schopnost porozumět současným aktuálním pokrokům v chemii
- 3.4 Schopnost aplikovat znalosti na nové problémy

4. Syntéza

- 4.1 Schopnost vytvořit plán pro prozkoumání určitého problému nebo otázky
- 4.2 Schopnost vytvořit hypotézu nebo teorii ze souboru experimentálních dat a poté ji využít k vytvoření diagnózy

5. Hodnotící posouzení

- 5.1 Schopnost identifikovat hlavní myšlenky, zásadní hypotézy, dvojznačnost, chyby, nesprávné názory a relevantní a irelevantní faktory v dané komunikaci
- 5.2 Schopnost odhadnout míru nejistoty, dvojznačnosti, chyb nebo emotivního vyjádření v komunikaci a rozlišovat mezi dvěma protichůdnými hypotézami
- 5.3 Schopnost zhodnotit relativní tvrzení vědeckých úvah a dalších sociálních nebo filozofických faktorů

2.6.3 Taxonomie učebních úloh

2.6.3.1 Taxonomie D. Tollingerové

D. Tollingerová (1971) uspořádala učební úlohy podle jejich operační struktury. Taxonomie je adaptací Bloomovy taxonomie kognitivních cílů, zahrnuje pět kategorií:

1. Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků

- 1.1 Úlohy na znovupoznání
- 1.2 Úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, čísel, pojmů apod.
- 1.3 Úlohy na reprodukci definic, norem, pravidel apod.
- 1.4 Úlohy na reprodukci velkých celků, básní, textů, tabulek apod.

2. Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatkami

- 2.1 Úlohy na zjišťování faktů (měření, vážení, jednoduché výpočty apod.)
- 2.2 Úlohy na vyjmenování a popis faktů (výčet, soupis apod.)
- 2.3 Úlohy na vyjmenování a popis procesů a způsobů činností
- 2.4 Úlohy na rozbor a skladbu (analýzu a syntézu)
- 2.5 Úlohy na porovnávání a rozlišování (komparace a diskriminace)
- 2.6 Úlohy na třídění (kategorizace a klasifikace)
- 2.7 Úlohy na zjišťování vztahů mezi fakty (příčina, následek, cíl, prostředek, vliv, funkce, užitek, nástroj, způsob apod.)
- 2.8 Úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování
- 2.9 Řešení jednoduchých příkladů (s neznámými veličinami)

3. Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatkami

- 3.1 Úlohy na překlad (translaci, transformaci)
- 3.2 Úlohy na výklad (interpretaci), vysvětlení smyslu, vysvětlení významu, zdůvodnění apod.
- 3.3 Úlohy na vyvozování (indukci)
- 3.4 Úlohy na odvozování (dedukci)
- 3.5 Úlohy na dokazování a ověřování (verifikaci)
- 3.6 Úlohy na hodnocení

4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků

- 4.1 Úlohy na vypracování překladu, výtahu, obsahu apod.
- 4.2 Úlohy na vypracování zprávy, pojednání, referátu apod.

4.3 Samostatné písemné práce, výkresy, projekty apod.

5. Úlohy vyžadující tvořivé myšlení

5.1 Úlohy na praktickou aplikaci

5.2 Řešení problémových situací

5.3 Kladení otázek a formulace úloh

5.4 Úlohy na objevování na základě vlastního pozorování

5.5 Úlohy na objevování na základě vlastních úvah

Ke každé kategorii náleží tzv. aktivní slovesa. Učební úlohy z první kategorie začínají např. těmito formulacemi: Která z uvedených alternativ? Kolik stupňů má? Jak velký je? Jak zní vzorec pro? Jak se nazývá? Co je to? Definujte atd. Učební úlohy z druhé kategorie začínají např. těmito slovy: Zjistěte, kolik měří. Popište, z čeho se skládá. Vyjmenujte části. Udělejte soupis. Popište, jak probíhá. Řekněte, jak se vyrábí. Jaký je postu při? Udělejte rozbor. Čím se liší? Porovnejte. Určete shody a rozdíly. Jak se dělí? Podle čeho dělíme? Co se stane, když? Proč? Jaký vliv má? K čemu slouží? Jakou funkci má? Jakým způsobem? Co je příčinou? atd. Učební úlohy ze třetí kategorie jsou formulovány např. takto: Vysvětlete smysl. Vysvětlete význam. Jak rozumíte? Proč myslíte, že? Jak myslíte, že? Co myslíte, že se stane, když? Dokažte, že. Ověřte správnost atd. Úlohy z kategorie 3.1 jsou formulovány takto: Přečtěte slovy vzorec pro. Udělejte schématický náskres. Podle tohoto schématu řekněte, jak. Do čtvrté kategorie patří úlohy, které do svého řešení začleňují řečový proces mluvený nebo psaný. Učební úlohy poslední kategorie začínají např. těmito formulacemi: Vymysli praktický příklad. Všimněte si. Dobře se dívej, abys mohl říci, co se dělo, když. Na základě vlastního pozorování...

Taxonomie pomáhá učiteli zjistit, jak operačně náročné jsou úlohy, které zadává. Provádí tzv. taxaci, kdy úlohu zařazuje do určité kategorie podle aktivních sloves. Na základě provedené taxace může operační hodnotu porovnat se zadaným výukovým cílem a zjistit tak didaktickou hodnotu učební úlohy (Tollingerová, 1971).

2.6.3.2 Klasifikace E. E. Millera

E. E. Miller (1963) vymezil čtyři kategorie učebních úloh:

1. Úlohy percepčně motorické
2. Úlohy zjišťovací a na porozumění
3. Úlohy percepčně rozhodovací
4. Úlohy na zapamatování

Percepčně motorické učební úlohy vyžadují činnosti fyzického charakteru, určité pohyby, přičemž určité motorické dovednosti už musí být vyvinuté a pouze se transformují vzhledem k požadovanému výkonu. Zjišťovací úlohy představují takové úlohy, kdy se člověk učí specifickému chování využitím informací vyplývajících z jejího řešení. Lze rozlišit dva typy těchto úloh. Prvním typem jsou úlohy, ve kterých poznatky vyplývající ze správného řešení, dávají jedinci jasnou informaci o tom, co bude od něho očekáváno při dalším setkání s touto úlohou. Druhým typem jsou úlohy, jejichž poznatky vyplývající ze správného řešení, poskytují jedinci pouze informaci pravděpodobnou. Učební úlohy na porozumění vyžadují porozumění vztahům a jejich použití i v jiných nových úlohách. Percepčně rozhodovací úlohy testují schopnost rozhodování, jemuž předchází srovnávání a rozlišování. Úlohy na zapamatování spočívají ve vytvoření spojení mezi podnětem a odpovědí. Můžeme rozlišit mechanické učení, kdy se jedinec učí nazpaměť slovo od slova (např. básničku), kterou přesně reprodukuje nebo v jiném případě si zapamatuje jen podstatu (např. příběhu), který převypráví svými slovy (Miller, 1963).

Tato a předchozí taxonomie představují obecné taxonomie, ve kterých nejsou uvedeny konkrétní učební úlohy. Nalezneme však i klasifikace sestavené úzce pouze pro daný předmět. Např. J. Skalková (1978) vytvořila typologii problémových úloh zaměřených na historii. V. Čapek (1975) vymezil několik kategorií dějepisných otázek v závislosti na výukovém cíli.

2.7 Učební úlohy v chemii

Učební úlohy představují významnou složku výuky chemie. Mají důležitou roli při osvojování nových chemických poznatků, jejich upevňování a aplikaci na řešení chemických problémů a také jsou nástrojem pro zjišťování úrovně osvojení učiva chemie (Švec, 1980).

V současné době se klade důraz na řešení problémových učebních úloh. A. Chupáč (2008) se zabýval rozvojem klíčových kompetencí řešením problémových úloh v chemickém vzdělávání. Dospěl k názoru, že právě řešením problémových učebních úloh si žák osvojuje návyky a dovednosti potřebné pro jeho osobní rozvoj i pro budoucí uplatnění ve společnosti.

2.7.1 Forma zadání úloh

Učební úloha může být vyjádřena pouze slovy, ale také lze využít neverbálních formulací. Slovní vyjádření je základem učební úlohy, verbálně většinou formulujeme otázku nebo příkaz k řešení. Další složky úlohy (motivující a doplňkové informace, pokyny k řešení, vyjádření odpovědi) mohou být zadány pomocí neverbálních prostředků, které nejsou příliš časté v chemických úlohách a mohou přispět k lepšímu pochopení i řešení úlohy (Čtrnáctová, 1998). Tyto neverbální prostředky mají podobu různých grafických znázornění, velice užitečné jsou grafické organizéry (diagramy, tabulky, schémata), které vyobrazují vztahy mezi informacemi. Umožňují tak uspořádat jednotlivé informace do smysluplného celku (Mokrejšová, Čtrnáctová, 2008). V chemických učebních úlohách se mohou objevit tabulky, schémata, grafy, modely nebo obrázky modelů, realita nebo obrázky reality (Čtrnáctová, 1997). Úloha zadaná graficky se nazývá úloha konceptuální.

Z. Haláková a M. Prokša (2006) nazývají úlohy obsahující grafické prvky úlohami vizuálními. Vymezili tři kategorie úloh v závislosti na přítomnosti či absenci vizuálních prvků:

1. Slovně zadané úlohy
2. Úlohy s převahou vizuálních prvků
 - 2.1 Reprezentace mikrosvěta
 - 2.2 Znázornění pracovního postupu
 - 2.3 Znázornění průběhu chemické reakce
 - 2.4 Demonstrace zákonitostí
 - 2.5 Úlohy obsahující grafy, tabulky, diagramy

3. Kombinace předchozích dvou typů úloh

Reprezentací mikrosvěta je myšleno vyobrazení objektů, které pouhým okem nevidíme. Pracovní postup chemického experimentu, úkonu, chemické operace můžeme znázornit prostřednictvím obrázků, schémat, náčrtů. Průběh chemické reakce lze vyjádřit např. diagramy. Demonstrací zákonitostí vyobrazujeme podstatu zákonů, principů a pravidel. Úlohy obsahující grafy, tabulky nebo diagramy vyžadují porozumění informacím zaznamenané touto formou. U grafů je také třeba pochopit grafické vyjádření závislosti proměnných na stanovených podmínkách. V posledním typu úloh dominují vizuální prvky, ale jsou nutné i slovní komentáře pro jednoznačné pochopení zadání (Haláková, Prokša, 2006).

2.7.2 Forma řešení úloh

Z hlediska formy řešení učebních úloh vyčlenila H. Čtrnáctová (1998) osm typů úloh:

- 1) Úloha s otevřenou nejednoznačnou odpovědí (úloha divergentní)
 - žák vytváří odpověď a vyjadřuje ji vlastním způsobem
 - možnost více správných řešení
- 2) Úloha s otevřenou jednoznačnou odpovědí (úloha konvergentní)
 - úloha má pouze jednu odpověď, které žák vyjádří vlastním způsobem
 - místo na odpověď se nachází mimo zadání úlohy
- 3) Úloha doplňovací
 - úloha má jednoznačné řešení
 - místo na odpověď se nachází přímo v zadání úlohy
- 4) Úloha přiřazovací
 - žák přiřazuje dané látky, vlastnosti, reakce apod. nacházející se ve dvou a více skupinách
- 5) Úloha uspořadací
 - žák uspořádává dané látky, vlastnosti, reakce apod. podle určitého kritéria
- 6) Úloha klasifikační
 - žák třídí skupinu látek, vlastností, reakcí apod. do několika skupin podle určitého kritéria

7) Úloha výběrová

- úloha obsahuje určité jevy jedné třídy (vlastnosti látek) a žák vybírá ty, které platí pro určitou skupinu látek

8) Úloha s uzavřenou odpovědí

- úloha nabízí několik možných odpovědí a žák vybírá správnou (správné) variantu řešení

V. Švec (1980) vyzdvihuje úlohy s otevřenou odpovědí, vyžadující složité myšlenkové operace s poznatky a tvořivé myšlení.

2.7.3 Chemické výpočty

Výuka chemie je založena nejen na studiu kvalitativních vztahů, ale také kvantitativních vztahů mezi zkoumanými chemickými látkami. K řešení kvantitativních učebních úloh využíváme výpočty (Pumpr, Tramko, 1986)

Chemické výpočty lze dělit podle dvou kritérií, a to z hlediska obsahového nebo z hlediska způsobu a složitosti postupu řešení. Podle obsahového zaměření lze vymezit čtyři základní skupiny (Sirotek, Kraitr, 2002):

- 1) Základní veličiny v chemii (hmotnost, látkové množství, molární hmotnost, objem, molární objem, počet částic, počet částic v jednom molu)
- 2) Složení roztoku (hmotnostní zlomek, objemový zlomek, látková koncentrace)
- 3) Výpočty z chemického vzorce (aplikace hmotnostního zlomku, procentové zastoupení prvku ve sloučenině) i výpočty chemického vzorce
- 4) Výpočty z chemických rovnic (aplikace výše uvedených vztahů pro výpočet množství reaktantů či produktů ze správně vyčíslené chemické rovnice)

V. Pumpr a T. Šramko (1986) třídí učební úlohy podle složitosti řešitelova výkonu. Složitost je posuzována podle počtu kroků vedoucích k vyřešení úlohy. Jeden krok představuje použití jednoho definičního vzorce odvozené veličiny nebo jiného, často tabelovaného vzorce. Úlohy, které se řeší za použití veličinových vzorců, se řeší algebraickým způsobem. Autoři rozčlenili tyto úlohy do pěti skupin:

- 1) Úlohy s užitím jednoho definičního vzorce pro odvozené veličiny

- 2) Úlohy s užitím vždy jednoho ze vzorců, které je vhodné si zapamatovat
- 3) Úlohy s užitím dvou vzorců, popř. dvakrát jednoho vzorce
- 4) Úlohy s užitím tří vzorců, popř. dvakrát stejného a jednou jiného vzorce
- 5) Úlohy s užitím čtyř vzorců

První kategorii tvoří úlohy obsahující pouze jednu neznámou veličinu. Může se jednat o pouhé dosazení do vzorce nebo úpravu daného vztahu. Do druhé kategorie náleží úlohy, které lze řešit vyjádřením ze dvou nebo více vzorců a jejich následnou kombinací. Zbylé tři kategorie se liší počtem použitých vzorců, ale mají jednu společnou vlastnost. Mohou se řešit syntetickým nebo analytickým způsobem. V případě, že se každý vzorec počítá s dosazenými hodnotami zvlášť, jedná se o syntetický způsob. Pokud se nejprve odvodí obecný vzorec z několika jednodušších vzorců a až poté se počítá s konkrétními hodnotami, jde o analytický způsob (Pumpr, Šramko, 1986).

Další možný způsob řešení je způsob aritmetický, kdy se používá úvahy, úměry anebo trojčlenky. Také lze využít grafického způsobu řešení, závislost hodnot se vyjádří grafem, ze kterého se potom určí požadované hodnoty veličin (Vranovičová, 2008).

Vzhledem k tomu, že chemické výpočty se mohou řešit více způsoby, komplikují vytvoření přehledné taxonomie a také kategorizaci jednotlivých početních úloh.

L. Tomina a A. Krumina (2008) analyzovaly dotazníky týkající se výpočtů v chemii. Zúčastnili se jich žáci základních škol v Lotyšsku (v letech 1995, 2005, 2008). Výsledky z roku 2008 ukázaly, že početní dovednosti rozvíjené ve výuce chemie napomohly rozvoji schopnosti uvažování, ale zároveň klesla obliba výpočtů u žáků.

3. PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Úvod

Nejčastěji používanou taxonomií pro stanovení náročnosti učebních úloh je taxonomie učebních úloh D. Tollingerové (1971). Jedná se o univerzální klasifikaci, která se může aplikovat na učební úlohy vyskytující se ve většině vyučovaných předmětů. Pro některé typy úloh je však tato univerzálnost spíše problémem. Chemické výpočty právě představují učební úlohy, jejichž obtížnost nelze vyjádřit pomocí taxonomie Tollingerové, vyžadují podrobnější specifikaci jejich náročnosti. Doposud nevznikla taxonomie v pravém slova smyslu, která by utřídila jednotlivé typy chemických výpočtů, proto jsme vytvořili vlastní klasifikaci, úzce vymezenou jen na tento typ chemických učebních úloh.

3.2 Taxonomie chemických početních úloh

Taxonomie se skládá ze čtyř základních typů výpočtových úloh, které se nejčastěji vyskytují ve středoškolských učebnicích. Jedná se o úlohy na použití vzorců, úlohy, ve kterých se využívá přímá či nepřímá úměra, úlohy na vyčíslování rovnic a s nimi související úlohy na výpočty z chemických rovnic. Tyto jednotlivé čtyři kategorie obsahují několik podkategorií, které jsou seřazeny na základě rostoucí náročnosti řešení. Samotné kategorie stojí v systému jako samostatné jednotky, jejich postavení v rámci taxonomie nevypovídá nic o nadřazenosti či podřazenosti. Poslední dvě kategorie (úlohy na vyčíslování rovnic, úlohy na výpočty z chemických rovnic) nemohly být přímo začleněny ani do jedné z předchozích skupin úloh, mají svá specifika, navíc je lze rozdělit na několik dalších podkategorií, takže i z důvodu přehlednosti jsou vymezeny zvlášť. Odlišují se také svými názvy, může se zdát, že jsou vymezeny z hlediska obsahového, ale jejich podkategorie vyjadřují způsoby řešení. Zhodnocení úrovně složitosti řešení těchto podkategorií bylo ale obtížné, ne vždy můžeme s určitostí říct, který způsob je náročnější. Proto jsou postupy řešení podobné náročnosti označeny stejným číslem, ale odlišeny různými písmeny neudávající stupeň obtížnosti. Stejně tak hlavní kategorie jsou označeny písmenem, aby nedocházelo k omylu, že se jedná o hierarchické uspořádání.

Taxonomie chemických početních úloh

A) Úlohy na použití vzorců

- 1.1 dosazení do vzorce/vzorců
- 1.2 dosazení do vzorce/vzorců + jednoduchá početní operace
- 1.3 kombinace dosazení a vyjádření ze vzorců
- 1.4 kombinace dosazení a vyjádření ze vzorců + jednoduchá početní operace
- 1.5 vyjádření ze vzorce/vzorců
- 1.6 vyjádření ze vzorce/vzorců + jednoduchá početní operace
- 1.7 dosazení do vzorce/vzorců + vyřešení matematické rovnice
- 1.8 dosazení do vzorce/vzorců + vyřešení matematické rovnice + jednoduchá početní operace
- 1.9 kombinace dosazení a vyjádření ze vzorců + vyřešení matematické rovnice
- 1.10 kombinace dosazení a vyjádření ze vzorců + vyřešení matematické rovnice + jednoduchá početní operace
- 1.11 vyjádření ze vzorce/vzorců + vyřešení matematické rovnice
- 1.12 vyjádření ze vzorce/vzorců + vyřešení matematické rovnice + jednoduchá početní operace

B) Úlohy s využitím přímé či nepřímé úměry

- 2.1 (ne)přímá úměry/úměry
- 2.2 (ne)přímá úměra/úměry + jednoduchá početní operace
- 2.3 (ne)přímá úměra/úměry + použití vzorce/vzorců (dosazení/vyjádření/kombinace)
- 2.4 (ne)přímá úměra/úměry + použití vzorce/vzorců (dosazení/vyjádření/kombinace) + jednoduchá početní operace

C) Úlohy na vyčíslování rovnic

- 3.1 jednoduché úpravy
- 3.2 složitější úpravy
 - 3.2a vyčíslení rovnice, ve které se prvek oxiduje (redukuje) částečně
 - 3.2b vyčíslení redoxní rovnice v iontovém tvaru
- 3.3 složité úpravy
 - 3.3a vyčíslení disproportionační reakce
 - 3.3b vyčíslení rovnice, ve které je změna oxidačních čísel u více než dvou prvků

D) Úlohy na výpočty z chemických rovnic

4.1a vyčíslení chem. rovnice + využití (ne)přímé úměry/úměr

4.1b vyčíslení chem. rovnice + využití vzorce/vzorců
(dosazení/vyjádření/kombinace)

4.1c vyčíslení chem. rovnice + kombinace využití (ne)přímé úměry/úměr a
vzorce/vzorců

4.2a vyčíslení chem. rovnice + využití (ne)přímé úměry/úměr + jednoduchá početní
operace

4.2b vyčíslení chem. rovnice + využití vzorce/vzorců
(dosazení/vyjádření/kombinace) + jednoduchá početní operace

4.2c vyčíslení chem. rovnice + kombinace využití (ne)přímé úměry/úměr a
vzorce/vzorců + jednoduchá početní operace

Jednoduchými početními operacemi jsou myšleny základní jednoduché operace nutné k dosažení správného výsledku, např. sčítání, odčítání, násobení, dělení nebo také převod jednotek. S matematickými úpravami se většinou setkáváme při výpočtech pH.

Je zřejmé, že některé úlohy mohou být řešeny za pomoci vzorce i úměry, záleží jen na žákovi, který způsob zvolí. Využití úměry ale pro něj představuje užitečnou alternativu, pokud nezná vzorec nebo si jen v danou chvíli nemůže vzpomenout.

3.3 Aplikace taxonomie

Funkčnost taxonomie je ověřována na konkrétních početních úlohách, které vytvářeli za domácí úkol žáci z Arcibiskupského gymnázia v Kroměříži a gymnázia v Jevíčku. Úlohy se nachází na internetové adrese <http://prikklady.spolupraceskol.cz/>, tento portál je volně přístupný a kdokoliv může přispět svou úlohou. Vždy je zde uvedeno zadání i řešení úlohy a kdokoliv může přidat komentář. Tyto stránky mohou využívat učitelé jako zdroj nových úloh i žáci pro procvičení určitých výpočtů nebo jen tak ze zájmu. Doposud vytvořené úlohy se zaměřují na výpočty koncentrací, hmotnosti látek, látkového množství, objemu, hmotnostního zlomku, pH a na výpočty z chemických rovnic. Úlohy vztažené jen na vyčíslování rovnic dosud nevytvářeli.

Vzhledem k tomu, že taxonomie je sestavena podrobně, nelze očekávat, že ke každé podkategorii bude nalezena odpovídající úloha. To však neznamená, že by taková úloha nemohla existovat.

3.3.1 Látkové množství

První skupina úloh obsahuje výpočty látkového množství, počtu částic, hmotnosti a objemu látek. Většina úloh se může řešit jak použitím vzorce, tak úměry.

Př. č.1: Jaká je hmotnost 5 molů CO_2 ?	
Výpočet:	$M = m/n \rightarrow m = M \cdot n$ ($M = 44 \text{ g/mol}$) $m = 44 \cdot 5$ $m = 220 \text{ g}$ nebo: 1 mol.....44 g 5 molů.....x g $x = 44 \cdot 5$ $x = 220 \text{ g}$
Příklad lze řešit vyjádřením ze vzorce nebo přímou úměrou, jedná se tedy o úlohu z podkategorie 1.5 nebo 2.1.	

Př. č. 2: Máme-li navážet 19 molů H_3PO_4 , kolik to bude gramů?	
Příklad lze řešit dvěma způsoby jako předchozí úloha, patří do kategorie 1.5 nebo 2.1.	

Př. č. 3: Jakou hmotnost budou mít závaží, jestliže první je tvořeno $3,077 \cdot 10^{-2}$ moly platiny, druhé $2,896 \cdot 10^{-2}$ moly olova a třetí $1,022 \cdot 10^{-1}$ moly niklu?

Výpočet je založen na stejném principu jako u předchozích dvou úloh, lze použít vzorec nebo přímou úměru. Jedná se tedy o podkategorii 1.5 nebo 2.1.

Př. č. 4: Máme 53 g kyslíku, vypočítejte jeho látkové množství.

Výpočet: $M = m/n \rightarrow n = m/M$ ($M = 32 \text{ g/mol}$)
 $n = 53/32$
 $n = 1,66 \text{ mol}$
nebo: 1 mol.....32 g
x mol.....53 g
 $x = 1,53/32$
 $x = 1,66 \text{ mol}$

Opět je možno řešit příklad dvěma způsoby, vyjádřením ze vzorce nebo použitím přímé úměry. Jde o podkategorii 1.5 nebo 2.1.

Př. č. 5: Jaké látkové množství představuje $1,234 \cdot 10^{27}$ iontů SO_4^{2-} ?

Výpočet: $N_A = N/n \rightarrow n = N/N_A$ ($N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$)

$$n = 1,234 \cdot 10^{27} / 6,023 \cdot 10^{23}$$

$$n = 2048,8 \text{ mol}$$

nebo: 1 mol..... $6,023 \cdot 10^{23}$

$$x \text{ mol}.....1,234 \cdot 10^{27}$$

$$x = 1,234 \cdot 10^{27} / 6,023 \cdot 10^{23}$$

$$x = 2048,8 \text{ mol}$$

Příklad lze řešit vyjádřením ze vzorce nebo pomocí přímé úměry, jedná se o podkategorii 1.5 nebo 2.1.

Př. č. 6: Vypočítejte, jaké látkové množství představuje $54,207 \cdot 10^{23}$ atomů hliníku?

Obdobný příklad jako předchozí, tedy můžeme jej zařadit do podkategorie 1.5 nebo 2.1.

Př. č. 7: Kolik molekul vody je obsaženo v 10 molech?

Výpočet: $N_A = N/n \rightarrow N = N_A \cdot n$

$$N = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 10$$

$$N = 6,023 \cdot 10^{24}$$

nebo: $6,023 \cdot 10^{23} \dots\dots\dots 1 \text{ mol}$

$x \dots\dots\dots 10 \text{ ml}$

$$x = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 10/1$$

$$x = 6,023 \cdot 10^{24}$$

Úloha patří do podkategorie 1.5 nebo 2.1, můžeme použít vzorec nebo
přímou úměru.

Př. č. 8: Kolik atomů síry je obsaženo ve 25 g této látky? ($M = 32 \text{ g/mol}$)

Výpočet: $M = m/n \rightarrow n = m/M$

$$n = 25/32$$

$$n = 0,78 \text{ mol}$$

$N_A = N/n \rightarrow N = N_A \cdot n$

$$N = 0,78 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$$

$$N = 4,7 \cdot 10^{23}$$

nebo: $6,023 \cdot 10^{23} \dots\dots\dots 32 \text{ g}$

$x \dots\dots\dots 25 \text{ g}$

$$x = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 25/32$$

$$x = 4,7 \cdot 10^{23}$$

Příklad lze řešit vyjádřením ze vzorců nebo přímou úměrou, úloha patří do podkategorie 1.5 nebo 2.1.

Př. č. 9: Vypočítejte, kolik molekul kyslíku je obsaženo v 7 g tohoto plynu.
Př. č. 10: Kolik atomů obsahuje 19 g síry?
Př. č. 11: Kolik atomů je obsaženo ve 14 g uhlíku?

Příklady 9-11 jsou obdobou př. č. 8, patří do podkategorie 1.5 nebo 2.1.

Př. č. 12: Mařenka dostala ve škole domácí úkol z chemie. Jelikož si s tím sama pořádně neví rady, tak bude ráda, když ji to pomůžete vyřešit. Co na ten příklad potřebujete? Tužku, papír, kalkulačku a hlavně svoji hlavu.
Zadání zní: Kolik molekul Cl_2 je obsaženo v 3 l tohoto plynu za standardních podmínek?

$$\begin{aligned}\text{Výpočet: } & 6,023 \cdot 10^{23} \dots\dots\dots 22,4 \text{ l} \\ & \times \dots\dots\dots 3 \text{ l} \\ & x = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 3 / 22,4 \\ & x = 8,067 \cdot 10^{22}\end{aligned}$$

Příklad se počítá přímou úměrou, náleží podkategorii 2.1.

Př. č. 13: Kolik molekul dusíku je obsaženo v 7 litrech tohoto plynu za standardních podmínek?

Tento příklad je obdobný jako předchozí, patří do podkategorie 2.1.

Př. č. 14: Jakou hmotnost bude mít 8 litrů CO za normálních podmínek?
($M = 28 \text{ g/mol}$)

$$\begin{aligned}\text{Výpočet: } & 1 \text{ mol} \dots 28 \text{ g} \dots 22,4 \text{ l} \\ & x \text{ g} \dots 8 \text{ l} \\ x = & 28 \cdot 8 / 22,4 \\ x = & 10 \text{ g}\end{aligned}$$

Příklad se řeší přímou úměrou, patří do podkategorie 2.1.

Př. č. 15: Jakou hmotnost má 7 litrů propanu za normálních podmínek?
Př. č. 16: Jakou hmotnost bude mít za normálních podmínek 8 litrů ozonu?

Příklady č. 15 a 16 se řeší stejně jako př. č. 14, patří do podkategorie 2.1.

Př. č. 17: Kolik molů xenonu se vejde do batohu o objemu 60 litrů?
Výpočet: 1 mol.....22,4 l x mol.....60 l $x = 1.60/22,4$ $x = 2,68 \text{ mol}$
V příkladu se využívá přímá úměra, jedná se o podkategorii 2.1

Př. č. 18: Kolik molů helia se vejde do dvoulitrové pet lahve?
Příklad je obdobný jako předchozí, patří do podkategorie 2.1.

Př. č. 19: Jaký objem zaujímá za normálních podmínek 48 g helia? ($M = 4 \text{ g/mol}$)
Výpočet: 1 mol....22,4 l.....4 g x l.....48 g $x = 22,4.48/4$ $x = 268,8 \text{ l}$
Příklad se řeší přímou úměrou, patří do podkategorie 2.1.

Př. č. 20: Jaký objem zaujímá za normálních podmínek 10 g argonu?

Př. č. 21: Jaký objem zaujímá za normálních podmínek 30 gramů dusíku?

Př. č. 22: Jaký objem zaujímá za normálních podmínek 25 g kryptonu?

Úlohy 20-22 představují stejný typ výpočtu jako př. č. 19, takže opět jde o podkategorii 2.1.

Př. č. 23: Jakou hmotnost a jaký objem mají 2 moly methanu za normálních podmínek?

Výpočet: $M = m/n \rightarrow m = M \cdot n$ ($M = 16 \text{ g/mol}$)

$$m = 16 \cdot 2$$

$$m = 32 \text{ g}$$

nebo: 1 mol.....16 g

2 moly.....x g

$$x = 16 \cdot 2 / 1$$

$$x = 32 \text{ g}$$

1 mol....16 g.....22,4 l

32 g.....x l

$$x = 22,4 \cdot 32 / 16$$

$$x = 44,8 \text{ l}$$

Příklad lze řešit jen za pomoci přímé úměry nebo lze zkombinovat vyjádření ze vzorce a přímou úměru, úlohu můžeme zařadit do podkategorie 2.1 nebo 2.3.

Př. č. 24: O kolik gramů jsou těžší 4 moly síry než 3 moly kyslíku?

Př. č. 25: Kolikrát jsou těžší 3 moly kyslíku než 2 moly vodíku?

Př. č. 26: Vypočítej, o kolik jsou těžší 2 moly kyseliny chloristé než 1 mol kyseliny sírové.

Př. č. 27: Kolikrát budou 2 moly uhlíku těžší než 2 moly helia?

Př. č. 28: Kolikrát je 1 mol těžší než 2 moly chloridu sodného?

Př. č. 29: Kolikrát jsou lehčí 2 moly helia než 1 mol kyslíku?

Příklady 24-29 se řeší obdobně jako př. č. 4, pro výpočet hmotnosti se vyjádří ze vzorce nebo se použije přímá úměra, přidána je ještě jednoduchá početní operace. Tyto úlohy lze je zařadit do podkategorie 1.6 nebo 2.2.

Př. č. 30: Představte si, že máte dvě cihličky – jedna má hmotnost 4 kg a je vyrobena z čistého stříbra, druhá je vytvořena z hliníku a váží 1001 g. Která cihlička bude obsahovat více molů?

Výpočet: $m = 4 \text{ kg} = 4000 \text{ g}$

Další postup je stejný jako v př. č.4

Úloha vyžaduje použití vzorce nebo přímé úměry a také převod jednotek, můžeme ji zařadit do podkategorie 1.6 nebo 2.2.

Př. č. 31: Šperky ve zlatnictví jsou rozděleny na stříbrné prsteny, které váží dohromady 500 g a zaujímají $\frac{2}{3}$ celkové hmotnosti všech šperků a na zlaté náramky a náhrdelníky. Kolik je molů jednotlivých druhů kovů, ze kterých jsou šperky vyrobeny?	
Výpočet:	$\frac{1}{3}$ z celkové hmotnosti tvoří zlaté šperky, což odpovídá 250 g Dále se postupuje jako v př. č. 4.
Úloha je zaměřena na použití vzorce nebo přímé úměry, také je nutné provést jednoduchou početní operaci. Patří do podkategorie 1.6 nebo 2.2	

Př. č. 32: Kolik molů kyslíku obsahuje pět nádob o objemu 10 l za normálních podmínek?	
Výpočet:	$V = 5 \cdot 10 = 50 \text{ l}$ Další postup jako v př. č. 17
Ve výpočtu je nutné provést jednoduchou početní operaci a použít přímou úměru. Jedná se o úlohu z podkategorie 2.2.	

Př. č. 33: Jak dlouho se bude vyfukovat balón, ve kterém je 15 molů helia (za normálních podmínek), jestliže se za 1 sekundu vypustí $0,25 \text{ dm}^3$?

Výpočet: $1 \text{ mol} \dots\dots\dots 22,4 \text{ dm}^3$

$15 \dots\dots\dots x \text{ dm}^3$

$$x = 22,4 \cdot 15 / 1$$

$$x = 336 \text{ dm}^3$$

$$t = 336 / 0,25 = 1344 \text{ s} = 22,4 \text{ min}$$

Výpočet je založen na použití přímé úměry a jednoduché početní operace.
Úloha patří do podkategorie 2.2.

Př. č. 34: Vypočítejte hmotnost vzduchu v balonku, který dospělý člověk naplnil na jeden výdech, když víte, že kapacita plic dospělého člověka je cca 5 l a vydechuje 4 % CO_2 , 16 % O_2 a 80 % N_2 .

Výpočet: $5 \text{ l} \dots\dots 100 \%$

$x \text{ l} \dots\dots 4 \%$

$$x = 5 \cdot 4 / 100$$

$$x = 0,2 \text{ l} \dots\dots \text{CO}_2$$

Pro O_2 : $V = 0,8 \text{ l}$

Pro N_2 : $V = 4 \text{ l}$

Výpočet hmotnosti jako v př. č. 14

Pro CO₂: m = 0,393 g Pro O₂: m = 1,143 g Pro N₂: m = 5 g m(celk.) = 6,536 g
Úloha se počítá za použití několika přímých úměr a jednoduché početní operace, spadá do podkategorie 2.2.

Př. č. 35: Kolik je zapotřebí gramů neonu za normálních podmínek k nafouknutí 4 balonků? Jeden balonek má objem 7,1 litru.
Výpočet: $V = 7,1 \cdot 4 = 28,4 \text{ l}$ Výpočet látkového množství jako v př. č. 17 Výpočet hmotnosti podle př. č. 4 (vyjádření ze vzorce nebo přímá úměra)
Úloha lze řešit použitím dvou přímých úměr a jednoduché početní operace nebo jedné přímé úměry, vzorce a jednoduché početní operace. Jedná se o typ výpočtu patřící do podkategorie 2.2 nebo 2.4.

3.3.2 Koncentrace roztoků

Druhá skupina úloh zahrnuje výpočty molární koncentrace a objemu roztoků, hmotnosti látek pro přípravu roztoků a výpočty hmotnostních procent.

Př. č. 1: Určete látkovou koncentraci kyseliny sírové, pokud víte, že rozpuštěním dvou molů látky ve vodě získáme roztok o objemu 3 dm³.

Výpočet: $c = n/V$
 $c = 2/3 \text{ mol.dm}^{-3}$

Jednoduchý příklad, který vyžaduje pouze dosazení do vzorce.
V taxonomii náleží do podkategorie 1.1.

Př. č. 2: Kolika procentní roztok dusičnanu stříbrného vznikne, rozpustíme-li 41 g soli ve 101 g vody?

Výpočet: $w\% = m_A/m_S \cdot 100$
 $w\% = 41/142 \cdot 100$
 $w = 28,87 \%$

Opět jednoduchý příklad vyžadující jen dosazení do vzorce, patří do podkategorie 1.1.

Př. č. 3: Lukáš si chtěl připravit nápoj, který se skládá mj. z 50 g cukru a 1 litru vody. Místo cukru ale dal do vody sůl (NaCl), kolika procentní vytvořil roztok?

Př. č. 4: Ve 120 g vody rozpustíme 15 g KBr, kolika procentní bude roztok?

Oba dva příklady na hmotnostní zlomek (č. 3 a 4) se počítají stejným způsobem jako v příkladu č. 2, opět se tedy jedná o podkategorii 1.1.

Př. č. 5: Urči koncentraci dusičnanu sodného, jehož objem je 500 ml a na jeho přípravu bylo použito 0,1 M NaNO₃.

Výpočet: $V = 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ l}$

$$c = n/V$$

$$c = 0,1/0,5$$

$$c = 0,2 \text{ mol.dm}^{-3}$$

Výpočet je založen na dosazení do vzorce, ale je nutné správně převést jednotky, proto už se jedná o úroveň náročnější úlohu a spadá do podkategorie 1.2.

Př. č. 6: V 1 kg kuchyňské soli je obsaženo 27 mg jodidu draselného.
Kolik je v kuchyňské soli procent KI?

$$\begin{aligned}\text{Výpočet: } m &= 27 \text{ mg} = 0,027 \text{ g} \\ w_{\%} &= (m_A/m_S) \cdot 100 \\ w_{\%} &= (0,027/1000) \cdot 100 \\ w &= 0,0027 \%\end{aligned}$$

Také tento výpočet vyžaduje převod jednotek a dosazení do vzorce, což odpovídá podkategorii 1.2.

Př. č. 7: V první nádobě rozpustíme ve 100 g vody 50 g NaCl, ve druhé nádobě ve 150 g vody 60 g NaCl. Ve které nádobě bude větší koncentrace a o kolik?

$$\begin{aligned}\text{Výpočet: } w_{\%} &= (m_A/m_S) \cdot 100 \\ w_1 &= (50/150) \cdot 100 \\ w_1 &= 33,33 \%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}w_2 &= (60/210) \cdot 100 \\ w_2 &= 28,57 \%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\Delta w &= 33,33 \% - 28,57 \% \\ \Delta w &= 4,76 \%\end{aligned}$$

Základem je dvakrát dosazení do vzorce a poté porovnání dvou hodnot, tedy musí se provést jednoduchá početní operace. Úloha patří do podkategorie 1.2.

Př. č. 8: V 1,5 litru vody bylo rozpuštěno 13,5 g siřičitanu sodného.
Jaká je molární koncentrace roztoku?

Výpočet: 1) $c = n/V$

$$M = m/n \rightarrow n = m/M \quad (M = 126 \text{ g/mol})$$

$$n = 13,5/126$$

$$n = 0,107 \text{ mol}$$

$$c = 0,107/1,5$$

$$c = 0,0713 \text{ mol.dm}^{-3}$$

2) $c = n/V$

$$M = m/n \rightarrow n = m/M$$

$$c = m/M.V$$

$$c = 13,5/126.1,5$$

$$c = 0,0713 \text{ mol.dm}^{-3}$$

Příklad lze řešit dvěma způsoby. V prvním případě se vyjádří ze vzorce, dosadí se hodnoty a výsledek se dosadí do dalšího vzorce. Ve druhém způsobu se vyjádří ze vzorce a toto vyjádření se dosadí do druhého vzorce, až poté se dosazují určité hodnoty. V úloze se kombinuje vyjádření a dosazení, jedná se o podkategorii 1.3.

Př. č. 9: Jaká je molární koncentrace roztoku chloridu vápenatého, který obsahuje v 6 litrech 302 g CaCl_2 ?

Př. č. 10: Jaká je molární koncentrace roztoku jodidu draselného, který obsahuje ve 4 litrech 284 g KI?

Př. č. 11: Jaká je látková koncentrace roztoku jodidu draselného, který obsahuje v 6 litrech 354 g KI?

Př. č. 12: Jaká je látková koncentrace roztoku kyseliny octové, který obsahuje ve 3 litrech 158 g CH_3COOH ?

Př. č. 13: Určete látkovou koncentraci kyseliny sírové, pokud 686 g této látky rozpustíme ve vodě a doplníme do 3,5 litru roztoku?

Příklady 9-13 mají stejný postup řešení jako př. č. 8, tedy i dva různé způsoby postupu. Patří do kategorie 1.3.

Př. č. 14: Máme k dispozici 1000 g 3,5 % roztoku NaCl a máme zjistit kolika molární roztok to je.

Výpočet: $w_{\%} = (m_A/m_S) \cdot 100$

$$m_A = w_{\%} \cdot m_S / 100$$

$$m_A = 3,5 \cdot 1000 / 100$$

$$m_A = 35 \text{ g}$$

Další postup výpočtu je stejný jako u př. č. 8.

Řešení úlohy vyžaduje kombinaci dosazování a vyjadřování ze vzorců, takže jde o podkategorii 1.3.

Př. č. 15: Určete molární koncentraci kyseliny sírové, která vznikla rozpuštěním 28 g 100 % kyseliny ve 100 ml.
Výpočet: $V = 100 \text{ ml} = 0,1 \text{ l}$ Dále se pokračuje stejně jako u př. č. 8
Úloha je založena na vyjádření a dosazení do vzorce, ale je nutné správně převést jednotky, takže se jedná o výpočet z podkategorie 1.4.

Př. č. 16: Jaká je látková koncentrace KBr, který vznikl rozpuštěním 23 g této látky a doplněním na objem 500ml? Př. č. 17: V 500 ml bylo rozpuštěno 12 g FeCl_3 a roztok byl doplněn na 750 ml. Jaká je molární koncentrace roztoku, který vznikne po zředění? Př. č. 18: Určete molární koncentraci CaCl_2, který vznikne rozpuštěním 30 g CaCl_2 a doplněním na objem 250 ml. Př. č. 19: Určete molární koncentraci roztoku HNO_3, který vznikl naředěním 25 g bezvodé HNO_3 na objem 320 ml. Př. č. 20: Určete molární koncentraci KNO_3, který vznikl rozpuštěním 20 g KNO_3 a doplněním na objem 360 ml. Př. č. 21: Jaká je koncentrace roztoku NaNO_3, jehož objem je 500 cm^3 a na jehož přípravu jsme použili 5 g NaNO_3? Př. č. 22: V objemu 100 cm^3 jsou rozpuštěny 2 g NaOH. Určete molární koncentraci vzniklého roztoku.
Příklady 16-22 jsou obdobou příkladu č. 15, také patří do kategorie 1.4.

Př. č. 23: Jirka seděl na louce a pozoroval hvězdy. Najednou uviděl na obloze zářivou tečku, která se přibližovala. Náhle na louku přiletěli ufoňi a poprosili Jirku, jestli by jim pomohl vypočítat koncentraci jejich paliva, neboť v lidských laboratořích je to nejběžnější veličina udávající koncentraci. Na palivo je třeba znát tyto údaje: jedná se o roztok NaOH, kterého je 8 kluvrů (1 kluvr = 0,25 litrů) a pevný NaOH váží 25 mart'omuků (1 mart'omuk = 13 g). Jirka však není dobrá chemik, ale s vaší pomocí to zvládne.

Výpočet: $V = 8.0,25$

$V = 2 \text{ l}$

$m = 25.13$

$m = 325 \text{ g}$

Dále se postupuje jako v př. č. 8

Tato originálně zadaná úloha vyžaduje dvě jednoduché operace, vyjádření a dosazení do vzorce, spadá do kategorie 1.4.

Př. č. 23: Jaká je procentuální koncentrace 2 M roztoku kyseliny sírové, je-li hustota tohoto roztoku 1,08 g/ml?

Výpočet: A) výpočet hmotnosti čisté kyseliny v 1 litru roztoku

$$1) \quad c = n/V \rightarrow n = c \cdot V$$

$$n = 2 \cdot 1$$

$$n = 2 \text{ mol}$$

$$M = m/n \rightarrow m = M \cdot n \quad (M = 98 \text{ g/mol})$$

$$m = 98 \cdot 2$$

$$m = 196 \text{ g}$$

$$2) \quad c = n/V$$

$$M = m/n \rightarrow n = m/M$$

$$c = m/M \cdot V \rightarrow m = c \cdot M \cdot V$$

$$m = 2 \cdot 98 \cdot 1$$

$$m = 196 \text{ g}$$

B) hmotnost 1 litru roztoku

$$m = 1,08 \cdot 1000$$

$$m = 1080 \text{ g}$$

C) procentuální koncentrace

$$w\% = (m_A/m_S) \cdot 100$$

$$w\% = (196/1080) \cdot 100$$

$$w = 18,15 \%$$

Hmotnost čisté kyseliny se může spočítat dvěma způsoby. V prvním způsobu se po vyjádření ze vzorce dosadí určité hodnoty a výsledek se dosadí do již vyjádřeného druhého vzorce. Ve druhém způsobu se dosazují určité hodnoty až po vyjádření a kombinaci dvou vzorců. Výpočet hmotnosti roztoku můžeme brát za jednoduchou početní operaci, v případě výpočtu procentuální koncentrace se pouze dosadilo do vzorce. Jedná se stále o kategorii 1.4.

Př. č. 24: Jaká je procentuální koncentrace 3 M roztoku NaOH? Hustota roztoku je 1,08 g/ml.

Př. č. 25: Představte si, že jste na jaře jednoho krásného slunečného dne venku, procházíte se, jen tak si prozpěvujete, obdivujete rozmanitost přírody, posloucháte, jak zpívají ptáci. Pak si všimnete, jak už vás z toho bolí hlava, že byste je nejraději postříleli všechny do jednoho. Všimnete si, jak ty nesnesitelné květiny smrdí pod nosem, jak se začínají dostavovat první příznaky alergie na pyl, jak z těch krásných a rozkvetlých stromů vám padá něco na hlavu. Když jdete dále po třpytivé, rosou smáčené trávě, všimnete si, že máte na botě už třetí psí výkal. A teď už si nepředstavujte nic a konečně vypočítejte, jaká je procentuální koncentrace 7 M roztoku kyseliny fosforečné při teplotě 18⁰, víme-li, že hustota tohoto roztoku je přibližně 1,337 g/ml.

Výpočty č. 24 a 25 jsou stejné jako u předchozího příkladu, takže se jedná o podkategorii 1.4. Autor úlohy př. č. 25 předvedl zajímavé a humorné pojetí zadání úlohy, byla by škoda ho nepoužít.

Př. č. 26: Máme k dispozici 20 g glukosy. Jaký objem roztoku o látkové koncentraci $0,5 \text{ mol/dm}^3$ je možné z tohoto množství připravit?

Výpočet: 1) $M = m/n \rightarrow n = m/M$ ($M = 180 \text{ g/mol}$)

$$n = 20/180$$

$$n = 0,11 \text{ mol}$$

$$c = n/V \rightarrow V = n/c$$

$$V = 0,11/0,5$$

$$V = 0,22 \text{ dm}^3$$

$$2) M = m/n \rightarrow n = m/M$$

$$c = n/V \rightarrow V = n/c$$

$$V = m/M \cdot c$$

$$V = 20/180 \cdot 0,5$$

$$V = 0,22 \text{ dm}^3$$

U této úlohy jsou také dva možné způsoby řešení. Jde o úlohu z podkategorie 1.5 vyžadující vyjádření ze vzorců.

Př. č. 27: Máme k dispozici 350 g NaCl. Jaká bude hmotnost 3 % roztoku?
Kolik ml 0,1 M roztoku můžeme připravit?

Výpočet: $w_{\%} = (m_A/m_S) \cdot 100$

$$m_S = (m_A/w_{\%}) \cdot 100$$

$$m_S = (350/3) \cdot 100$$

$$m_S = 11\,666,66 \text{ g}$$

Výpočet objemu je obdobný jako u předchozího příkladu,
jsou možné dva způsoby řešení.

Úloha je založena na vyjadřování ze vzorců, patří do kategorie 1.5

Př. č. 28: Kolik gramů KOH je obsaženo v 5 litrech jeho 0,7 M roztoku?

Výpočet: 1) $c = n/V \rightarrow n = c \cdot V$

$$n = 0,7 \cdot 5$$

$$n = 3,5 \text{ mol}$$

$$M = m/n \rightarrow m = M \cdot n \quad (M = 58 \text{ g/mol})$$

$$m = 58 \cdot 3,5$$

$$m = 203 \text{ g}$$

2) $c = n/V$

$$M = m/n \rightarrow n = m/M$$

$$c = m/MV \rightarrow m = c \cdot M \cdot V$$

$$m = 0,7 \cdot 58 \cdot 5$$

$$m = 203 \text{ g}$$

Opět lze použít dva způsoby řešení, výpočet hmotnosti je obdobný jako
v př. č. 23. Úloha patří do podkategorie 1.5.

Př. č. 29: Kolik RbOH je obsaženo v 8 litrech jeho 0,4 M roztoku?

Př. č. 30: Kolik gramů NaOH je obsaženo ve 4 litrech jeho 1 M roztoku?

Př. č. 31: Kolik gramů FeCl_2 jsme rozpustili a doplnili do půllitrové sklenice (0,5 litru), jestliže molární koncentrace roztoku je 0,9 mol/l?

Př. č. 32: Vypočítejte hmotnost KOH, který potřebujeme k přípravě 0,5 dm³ jeho vodného roztoku o koncentraci 0,2 mol/l.

Př. č. 33: Kolik je třeba navážít NaCl na přípravu 6,5 litru 2 M roztoku?

Př. č. 34: Kolik gramů NaCl je rozpuštěno v 1,8 litrech jeho 0,5 M roztoku?

Př. č. 35: Kolik gramů NaOH musíme použít na přípravu 11 litrů 2 M roztoku?

Př. č. 36: Urči kolik gramů NaOH bude třeba na přípravu 0,5 litru o koncentraci 0,2 mol/l?

Př. č. 37: Kolik gramů kyseliny sírové potřebujeme na přípravu 0,4 litru roztoku o koncentraci 0,4 mol/l?

Př. č. 38: Čarodějnice má před sebou těžký úkol. Má připravit pro princeznu lektvar krásy, ale nikdy dříve ho nedělala, a proto potřebuje pomoc. V knize lektvarů je napsáno, že lektvar vznikne smícháním NaOH a vody a roztok má mít koncentraci 1 mol/l. Princezna řekla, že chce přesně 0,5 litru lektvaru. Kolik pevného NaOH musí čarodějnice použít, aby lektvar správně fungoval?

Příklady 29-38 představují stejný typ výpočtu jako v př. č. 28, lze je řešit dvěma způsoby, tedy opět se jedná o podkategorii 1.5

Př. č. 39: Kolik gramů chromanu draselného je obsaženo ve 270 ml 2,3 M roztoku této soli?

Výpočet: $V = 270 \text{ ml} = 0,27 \text{ l}$

Další postup je stejný jako v př. č. 28

Příklad je založen na vyjadřování ze vzorů a na převedení jednotek, jedná se tedy o vyšší podkategorii 1.6.

Př. č. 40: Kolik 100 % soli je třeba na přípravu 500 ml 2 M roztoku NaCl?

Př. č. 41: Kolik gramů je obsaženo v 530 ml jejího 1,6 M roztoku?

Př. č. 42: Kolik gramů KCl je obsaženo v 350 ml 2,4 M roztoku?

Př. č. 43: Kolik gramů pevného KCl použijete na přípravu 500 ml 4 M roztoku této soli?

Př. č. 44: Vypočtete kolik metrických centů kyseliny siřičité je ve 900 ml roztoku o koncentraci 1,6 mol/l?

Úlohy 40-44 jsou obdobou př. č. 39 (úloha 44 vyžaduje dvakrát převod jednotek), patří do kategorie 1.6.

Př. č. 45: Připravte 170 ml roztoku NaCl o koncentraci 1900 mmol/l.
Jaká bude hmotnost potřebného NaCl?

Výpočet: $c = 1900 \text{ mmol/l} = 1,9 \text{ mol/l}$
 $V = 170 \text{ ml} = 0,17 \text{ l}$
Výpočet hmotnosti viz př. č. 28
 $m = 18,73 \text{ g}$

 $c = n/V \rightarrow n = c \cdot V$
 $n = 1,9 \cdot 0,17$
 $n = 0,323 \text{ mol}$

Úloha patří do podkategorie 1.5, vyžaduje dvakrát převedení jednotek a vyjadřování ze vzorců.

Př. č. 46: Při druhém pálení slivovice teče čistý destilát, který má přibližně 75-78 % alkoholu. V tomto stavu se při konzumaci neprojeví chuť ovoce. Na Moravě se tento destilát ředí na 52,5 %, kdy je nápoj lahodný a voňavý, v Čechách na 40-48 %, kdy je nápoje více. V palírně na Moravě jsme napálili 25 litrů 75 % destilátu slivovice. Kolika litry destilované vody musíme destilát zředit, abychom dostali dobrou moravskou slivovici? Zanedbejte objemové kontrakce.

Výpočet: 75 %.....25 l

52,5 %.....x l

$$x = 25.75/52,5$$

$$x = 35,7 \text{ l}$$

$$35,7 - 25 = 10,7 \text{ l vody}$$

Výpočet je založen na nepřímé úměře a jednoduché početní operaci, jedná se o podkategorii 2.2.

Př. č. 47: Kolik gramů 84 % H_3PO_4 je potřeba na přípravu 1 litru 2 M roztoku kyseliny?

Výpočet: hmotnost se vypočítá jako v př. č.28

$$m = 196 \text{ g}$$

196 g.....100 %

x g84 %

$$x = 196.100/84$$

$$x = 233,33 \text{ g}$$

V příkladu se kombinuje vyjadřování ze vzorců a nepřímá úměra, úloha patří do podkategorie 2.3.

Př. č. 48: Kolik gramů 33 % kyseliny sírové je třeba na přípravu 5 litrů 12 M roztoku této kyseliny?

Stejný typ příkladu jako př. č. 47, také podkategorie 2.3.

Př. č. 49: Kolik ml 55 % HNO_3 je třeba na přípravu 15 litrů 0,25 M této kyseliny? Hustota je 1,4 g/ml.

Výpočet: hmotnost se vypočítá jako v př. č. 28

$$m = 236,25 \text{ g}$$

Nepřímá úměra jako v př. č. 47

$$m = 429,5 \text{ g}$$

$$\rho = m/V \rightarrow V = m/\rho$$

$$V = 429,55/1,4$$

$$V = 306,82 \text{ ml}$$

Příklad je obdobný jako př. č. 47, akorát obsahuje jedno vyjádření ze vzorce navíc. Jedná se o podkategorii 2.3.

Př. č. 50: Kolik ml 74 % kyseliny siřičité je potřeba na přípravu 4 litrů 6 M roztoku kyseliny? Hustota 74 % roztoku je 1,03 g/ml.

Př. č. 51: Kolik ml 35 % NaCl je třeba na přípravu 6 litrů 3 M roztoku? Hustota 35 % roztoku je 1,3 g/mol.

Příklady 50 a 51 se řeší obdobně jako v př. č. 49, takže také patří do podkategorie 2.3.

Př. č. 52: V laboratoři vědci otrávilí telátko o váze 60 kg 5 mg 4 M kyseliny kyanovodíkové. Jaký objem HCN vědci do telátka vpravili? Jaký objem HCN o molární koncentraci 3 M bude třeba na otravu 5 t slona?

Výpočet: $m = 5 \text{ mg} = 0,005 \text{ g}$
 Výpočet objemu podle př. č. 26
 $V = 4,63 \cdot 10^{-5} \text{ l}$

$4,63 \cdot 10^{-5} \text{ l} \dots\dots\dots 4 \text{ M}$
 $x \text{ l} \dots\dots\dots 3 \text{ M}$
 $x = 4,63 \cdot 10^{-5} \cdot 4/3$
 $x = 6,17 \cdot 10^{-5} \text{ l}$
 $60 \text{ kg} \dots\dots\dots 6,17 \cdot 10^{-5} \text{ l}$
 $5000 \text{ kg} \dots\dots\dots x \text{ l}$
 $x = 6,17 \cdot 10^{-5} \cdot 5000/60$
 $x = 5,14 \cdot 10^{-3} \text{ l}$

Příklad kombinuje přímou i nepřímou úměru, vyjadřování ze vzorce a taky je nutné dvakrát převést jednotky, jedná se o úlohu z podkategorie 2.4.

3.3.3 Výpočty z chemických rovnic

Výpočty z chemických rovnic vyžadují vyčíslení, popřípadě znalost těchto rovnic, což je základním předpokladem pro další pokračování v řešení. V této kategorii úloh se vyskytují až tři možné způsoby výpočtu.

Př. č. 1: Kolik gramů mědi musíme navážít, aby nám zreagovala se 4 g síry na sulfid měďnatý?

Výpočet: $\text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{CuS}$

1 mol S.....32 g

x mol S.....4 g

$$x = 1,4/32$$

$$x = 0,125 \text{ mol}$$

1 mol Cu.....63,5 g

0,125 mol Cu.....x g

$$x = 63,5 \cdot 0,125/1$$

$$x = 7,94 \text{ g}$$

nebo: 32 g/mol.....63,5 g/mol

4 g.....x g

$$x = 63,5 \cdot 4/32$$

$$x = 7,94 \text{ g}$$

nebo: $M = m/n \rightarrow n = m/M$

$$n(\text{S}) = 4/32$$

$$n(\text{S}) = 0,125 \text{ mol}$$

$$M = m/n \rightarrow m = M \cdot n$$

$$m(\text{Cu}) = 63,5 \cdot 0,125$$

$$m(\text{Cu}) = 7,94 \text{ g}$$

nebo se zkombinuje použité přímé úměry a vzorce

Jak je vidět, příklad lze řešit třemi způsoby (pokud nebudeme zahrnovat počty operací), můžeme použít přímé úměry nebo vzorce nebo můžeme zkombinovat přímou úměru a vzorec. Podle těchto charakteristik lze úlohu zařadit do podkategorie 4.1a nebo 4.1b nebo 4.1c.

Př. č. 2: Kolik sodíku musíme navážít, aby zreagoval s 6 g chloru na chlorid sodný?

Př. č. 3: Kolik potřebujeme gramů uhlíku pro reakci s 60 g kyslíku?

Př. č. 4: Kolik je třeba gramů dusíku k výrobě oxidu dusnatého, pokud použijeme 128 g kyslíku?

Příklady 2-4 představují obdobné úlohy jako př. č.1, základem je správné vyčíslení rovnice. Podle způsobu výpočtu můžeme úlohu zařadit do podkategorie 4.1a nebo 4.1b nebo 4.1c.

Př. č. 5: Kolik vodíku vznikne, použijeme-li 5 g sodíku k reakci s vodou?

Př. č. 6: Vypočtěte hmotnost jodu, který vznikne reakcí 2 g jodidu draselného s chlorem.

Příklady 5 a 6 mají pozměněnou formu zadání, ale řešení je stejné jako u předchozích úloh. Tedy opět existují tři možná zařazení, 4.1a nebo 4.1b nebo 4.1c.

Př. č. 7: Na přípravu extrémně čisté vody se spotřebovalo 50 g kyslíku. Jaké bude odpovídající množství vodíku? Jakou hmotnost bude mít voda, která vznikne touto reakcí?

Výpočet: hmotnost vodíku se vypočítá obdobně jako v př. č. 1

$$m(\text{H}_2) = 6,25 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2) + m(\text{O}_2)$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 6,25 + 50$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 56,25 \text{ g}$$

místo tohoto výpočtu hmotnosti vody, lze použít
přímou úměru nebo vzorce

Tuto úlohu lze řešit až šesti různými způsoby, pokud nebudeme zahrnovat počet jednotlivých operací. Může se jednat o všechny úrovně z kategorie výpočtů z chemických rovnic, 4.1a – 4.2c.

Př. č. 8: Kolik gramů chloru je třeba k reakci 10 g sodíku? Jaká bude hmotnost vzniklého NaCl?

Př. č. 9: Kolik hliníku musíme navážít, aby nám zreagoval s 5 g síry na sulfid hlinitý? Jaká bude hmotnost vzniklého produktu?

Př. č. 10: Kolik niklu je třeba použít, aby zreagoval s 10 g chloru na chlorid nikelnatý? Jaká bude hmotnost této sloučeniny?

Příklady 8-10 představují stejný typ úlohy jako př. č. 7, lze je zařadit do podkategorií 4.1a – 4.2c.

3.3.4 Výpočty pH

Při výpočtech pH se pracuje hlavně se vzorci. Uvedeme i náročnější způsob řešení založený na výpočtu kvadratické rovnice při výpočtech pH slabých elektrolytů.

Slabé elektrolyty

Př. č. 1: Jaké je pH kyseliny octové o koncentraci 0,0026 mol/l? ($pK_A = 4,756$)
Výpočet: $pH = 0,5 (pK_A - \log c)$ $pH = 0,5 (4,756 - \log 0,0026)$ $pH = 3,67$
Úloha vyžaduje pouhé dosazení do vzorce, patří do podkategorie 1.1.

Př. č. 2: Jaké je pH 0,45 mol/l roztoku kyseliny octové?
Obdobná úloha jako v předchozím příkladu, tedy patří do podkategorie 1.1.

Př. č. 3: Vypočtete pH kyseliny valérové o koncentraci 0,002 mol/l.
($K_A = 9,55 \cdot 10^{-6}$)

Výpočet: $pK_A = -\log K_A$
 $pK_A = -\log 9,55 \cdot 10^{-6}$
 $pK_A = 5,02$

$$pH = 0,5 (5,02 - \log 0,002)$$
$$pH = 3,86$$

Úloha vyžaduje dvakrát dosazení do vzorců, stále se jedná o podkategorii 1.1.

Př. č. 4: Vypočtete pH kyseliny máselné o koncentraci 0,004 mol/l.
($K_A = 8,64 \cdot 10^{-3}$)

Obdobná úloha jako př. č. 3, patří do podkategorie 1.1.

Př. č. 5: Jaké pH bude mít kyselina octová o koncentraci 1,6 mol/l?
($K_A = 1,75 \cdot 10^{-5}$)

Výpočet: $K_A = x^2/c - x$
 $1,75 \cdot 10^{-5} = x^2/1,6 - x$
 $x^2 + 1,75 \cdot 10^{-5} - 2,8 \cdot 10^{-5} = 0$

$$D = 1,12 \cdot 10^{-4}$$

$$x_1 = 5,28 \cdot 10^{-3}$$

$$x_2 = - 5,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = - \log 5,28 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 2,28$$

Tento výpočet pH je náročnější, musí se vyřešit kvadratickou rovnicí a nakonec dosadit do vzorce. Jedná se o úlohu z podkategorie 1.7.

Př. č. 6: Jaké pH bude mít kyselina propionová při koncentraci 0,05 mol/l? ($K_A = 1,33 \cdot 10^{-5}$)

Př. č. 7: Vypočítejte pH kyseliny octové, jestliže je její koncentrace 0,25 mol/l. ($K_A = 1,75 \cdot 10^{-5}$)

Př. č. 8: Vypočítej pH kyseliny valérové o koncentraci 0,5 mol/l.
($K_A = 9,55 \cdot 10^{-6}$)

Př. č. 9: Určete pH kyseliny octové o koncentraci 0,3 mol/l.
($K_A = 1,75 \cdot 10^{-5}$)

Př. č. 10: Máme kyselinu octovou o koncentraci 0,16 mol/l, vypočítejte její pH. ($K_A = 1,75 \cdot 10^{-5}$)

Př. č. 11: Vypočítej pH kyseliny octové o koncentraci 0,02 mol/l.
($K_A = 1,75 \cdot 10^{-5}$)

Úlohy 6-11 se počítají obdobně jako úloha č.5, patří do podkategorie 1.7.

Př. č. 12: Jaké je pH 0,1 M roztoku amoniaku, jestliže jeho K_B je rovno $1,82 \cdot 10^{-5}$?

Výpočet: Postup výpočtu se příliš neodlišuje od př. č. 5, výsledek však bude odpovídat pOH a až poté jednoduchou operací zjistíme pH
$$\text{pOH} = 14 - \text{pH}$$

Úloha je založena na výpočtu kvadratické rovnice, dosazení do vzorce a použití jednoduché početní operace. Náleží podkategorii 1.8.

Př. č. 13: Jaké pH bude mít kyselina mravenčí o koncentraci 0,05 mol/l? ($\text{p}K_A = 3,752$)

Výpočet: $\text{p}K_A = -\log K_A$
 $3,752 = -\log K_A$
 $K_A = 10^{-3,752}$
Další postup je stejný jako v př. č. 5

Úloha vyžaduje vyjádření ze vzorce, vyřešení kvadratické rovnice a dosazení do vzorce, což odpovídá podkategorii 1.9.

Př. č. 14: Jaké pH bude mít kyselina propionová o koncentraci 0,05mol/l?
($pK_A = 4,874$)

Př. č. 15: Vypočítej pH roztoku kyseliny mléčné o koncentraci 0,25 mol/l.
($pK_A = 3,862$)

Př. č. 16: Vypočítejte pH kyseliny mravenčí o koncentraci 0,6 mol/l.
($pK_A = 3,752$)

Úlohy 14 – 16 představují stejný typ výpočtu jako úloha č. 13, patří tedy také do podkategorie 1.9.

Silné elektrolyty

Př. č. 17: Vypočtete pH kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,0006 mol/l.

$$\begin{aligned}\text{Výpočet: } pH &= -\log c_{H^+} \\ pH &= -\log 0,0006 \\ pH &= 3,22\end{aligned}$$

Výpočet je snadný, pouze se dosadí do vzorce. Úloha patří do podkategorie 1.1.

Př. č. 18: Jaké je pH kyseliny chlorovodíkové, když její koncentrace je 0,0005 mol/l?

Př. č. 19: Vypočítejte pH roztoku kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,004 mol/l.

Př. č. 20: Vypočítejte hodnotu pH 0,0004 M roztoku kyseliny chlorovodíkové.

Př. č. 21: Spočítejte pH kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,003 mol/l.

Př. č. 22: Kyselina dusičná má koncentraci 0,01 mol/l. Jaké bude pH tohoto roztoku?

Př. č. 23: Vypočtete pH kyseliny chlorovodíkové v lidském žaludku, jestliže se její koncentrace pohybuje v závislosti na potravě v rozmezí 0,1-1 mol/l.

Úlohy 18-23 se počítají stejným způsobem jako př. č. 17, taktéž náleží podkategorii 1.1.

Př. č. 24: Jaké je pH roztoku KOH o koncentraci 0,008 mol/l?

$$\begin{aligned}\text{Výpočet: } pOH &= -\log c_{OH^-} \\ pOH &= -\log 0,008 \\ pOH &= 2,1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}pH &= 14 - 2,1 \\ pH &= 11,9\end{aligned}$$

Úloha vyžaduje dosazení do vzorce a jednoduchou početní operaci, patří do podkategorie 1.2.

Př. č. 25: Jaké pH bude mít KOH o koncentraci 0,016 mol/l?
 Př. č. 26: Vypočítejte pH roztoku NaOH o koncentraci 0,003 mol/l.
 Př. č. 27: Vypočítej pH KOH o koncentraci 0,002 mol/l.
 Př. č. 28: Určete pH roztoku KOH o koncentraci 0,007 mol/l.
 Př. č. 29: Vypočítejte pH roztoku NaOH o koncentraci 0,05 mol/l.
 Př. č. 30: Jaké pH bude mít roztok KOH o koncentraci 0,0008 mol/l?

Příklady 25-30 jsou obdobou př. č. 24, jedná se o úlohy z podkategorie 1.2.

Př. č. 31: Jaké je pH 0,006 M roztoku kyseliny sírové?

Výpočet: $c = 2 \cdot 0,006$
 $c = 0,012 \text{ mol/l}$
 $\text{pH} = -\log 0,012$
 $\text{pH} = 1,92$

Před dosazením do vzorce je nutné provést jednoduchou početní operaci, jedná se o podkategorii 1.2.

Př. č. 32: Jaké je pH roztoku kyseliny sírové o koncentraci 10^{-3} mol/l ?
 Př. č. 33: Vypočítej hodnotu pH kyseliny sírové o koncentraci 0,00012 mol/l.

Úlohy 32 a 33 mají obdobné řešení jako př. č. 31, také patří do podkategorie 1.2.

Př. č. 34: Spočítejte pH Ca(OH)_2 o koncentraci 0,004 mol/l.

Výpočet: $c = 2 \cdot 0,004$

$c = 0,008 \text{ mol/l}$

$\text{pOH} = -\log 0,008$

$\text{pOH} = 2,1$

$\text{pH} = 14 - 2,1$

$\text{pH} = 11,9$

Úloha vyžaduje dosazení do vzorce a dvakrát jednoduchou početní operaci. Náleží podkategorii 1.2.

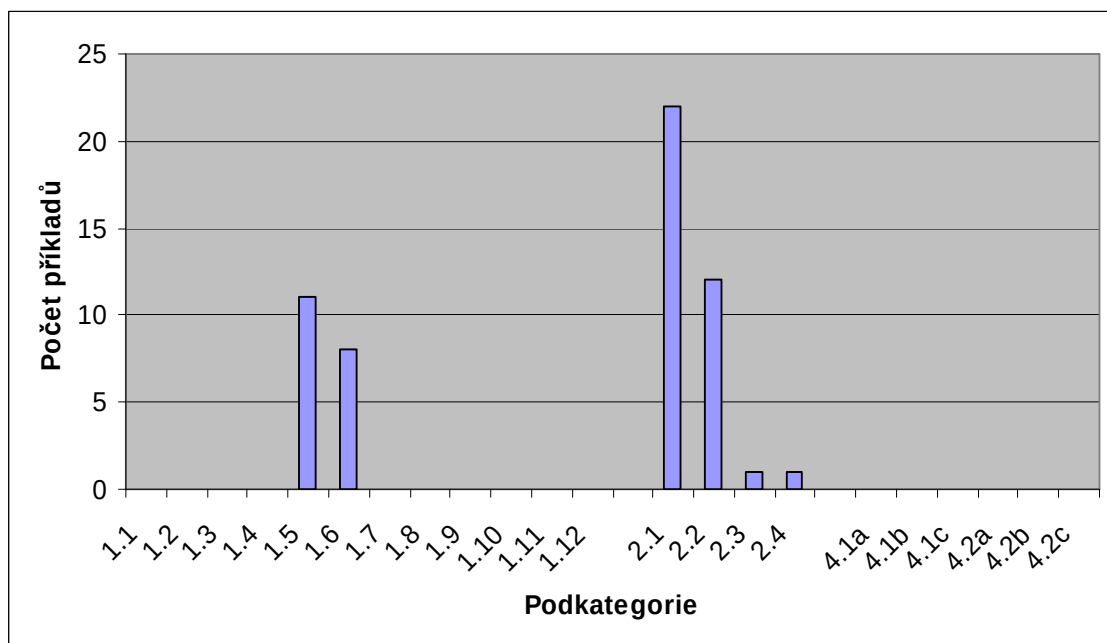
Př. č. 35: Vypočítejte pH 0,0005 M roztoku Ba(OH)_2 .

Př. č. 36: Jaké je pH 0,006 mol/l roztoku Ba(OH)_2 ?

Příklady 35 a 36 mají stejný princip výpočtu jako př. č. 34, patří do podkategorie 1.2.

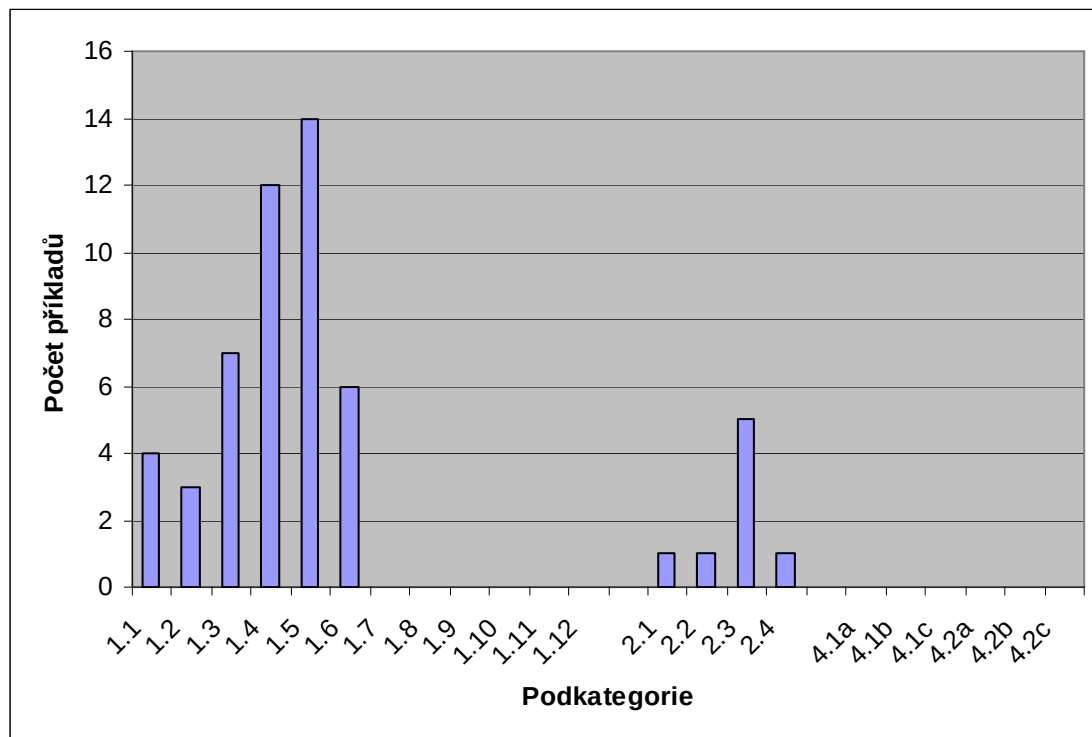
4. VÝSLEDKY A ZHODNOCENÍ

Graf č. 1: Zastoupení podkategorií v kapitole 3.3.1



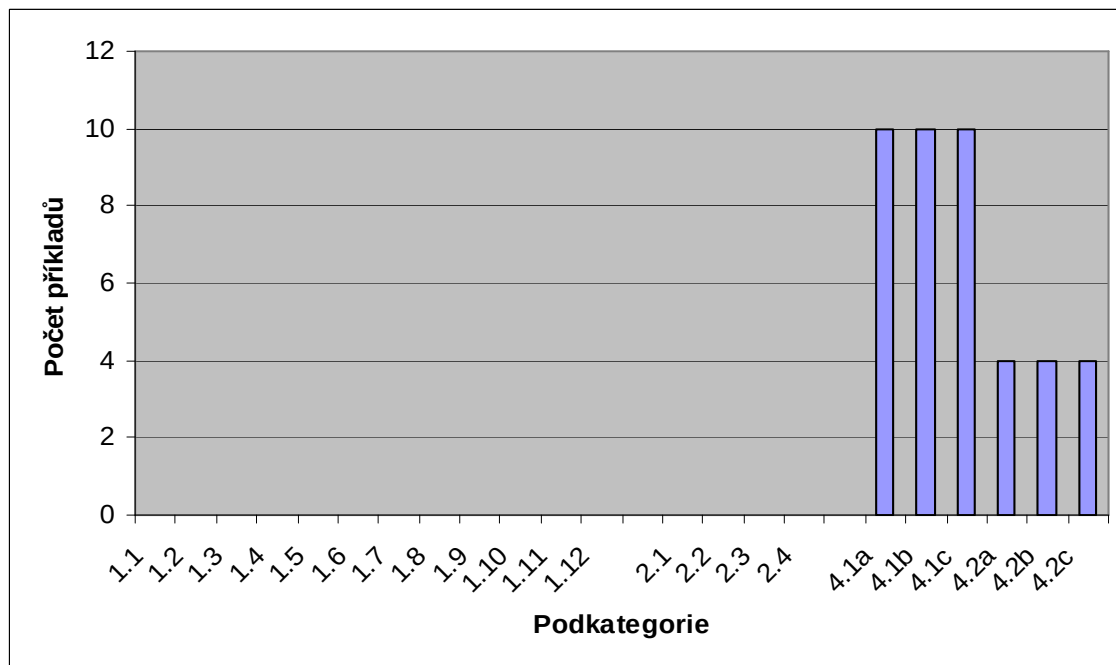
Graf č. 1 shrnuje zastoupení podkategorií ve skupině úloh na výpočty látkového množství. Vyobrazeno je šest podkategorií, které odpovídají způsobům výpočtů v této skupině úloh. Celkově převažuje využití úměry nad použitím vzorce. Nejčastěji se vyskytovaly úlohy vyžadující pouze využití úměry nebo kombinaci úměry a jednoduché početní operace, poté také úlohy na vyjadřování ze vzorce. I když většina úloh této skupiny měla dvojí způsob řešení, objevovaly se také poměrně často úlohy, které lze vypočítat jen za pomoci úměry, a proto v konečném výsledku převážily nad úlohami řešenými pomocí vzorců. Jedná se zejména o úlohy, ve kterých se zjišťuje objem látek nebo úlohy se zadaným objemem, pomocí kterého se má vypočítat např. hmotnost sloučenin či počet částic.

Graf č. 2: Zastoupení podkategorií v kapitole 3.3.2



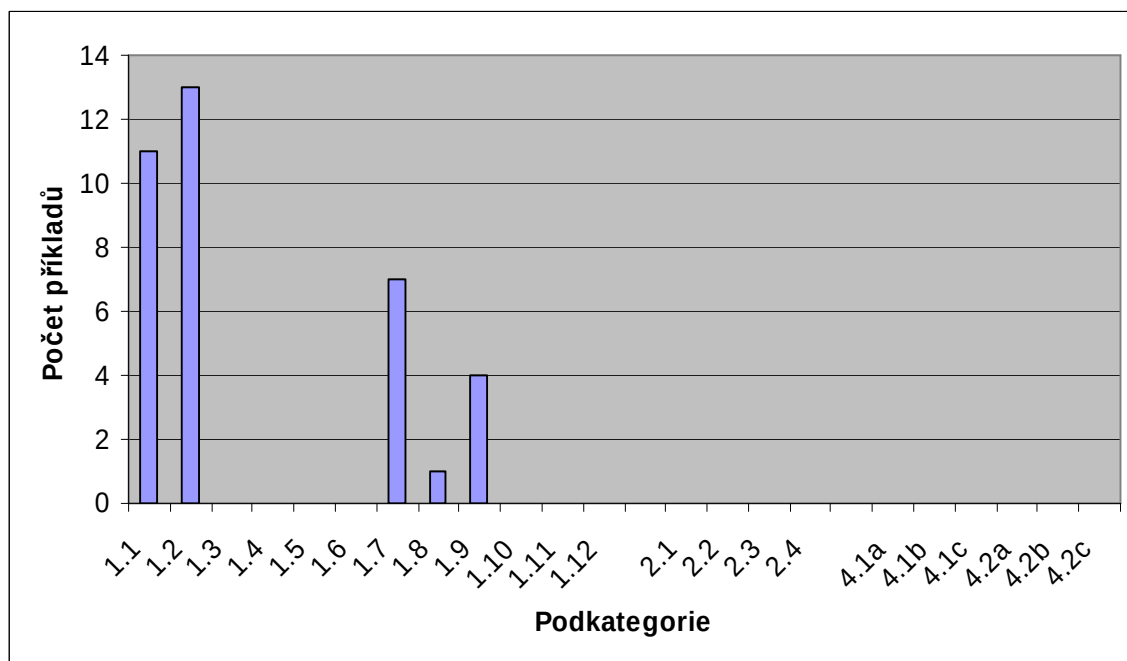
Graf č. 2 zobrazuje zastoupení podkategorií ve skupině úloh na výpočty koncentrace. Tato skupina úloh je nerozmanitější z hlediska způsobu řešení, čemuž odpovídá i 10 různých podkategorií. Největší zastoupení mají úlohy na použití vzorců, konkrétně úlohy vyžadující vyjádření ze vzorce, dále úlohy kombinující dosazení a vyjádření ze vzorce a jednoduchou početní operaci a tytéž úlohy bez jednoduché početní operace. Využití samotné úměry nebylo tak časté, spíše v kombinaci se vzorcem (podkategorie 2.3).

Graf č. 3: Zastoupení podkategorií v kapitole 3.3.3



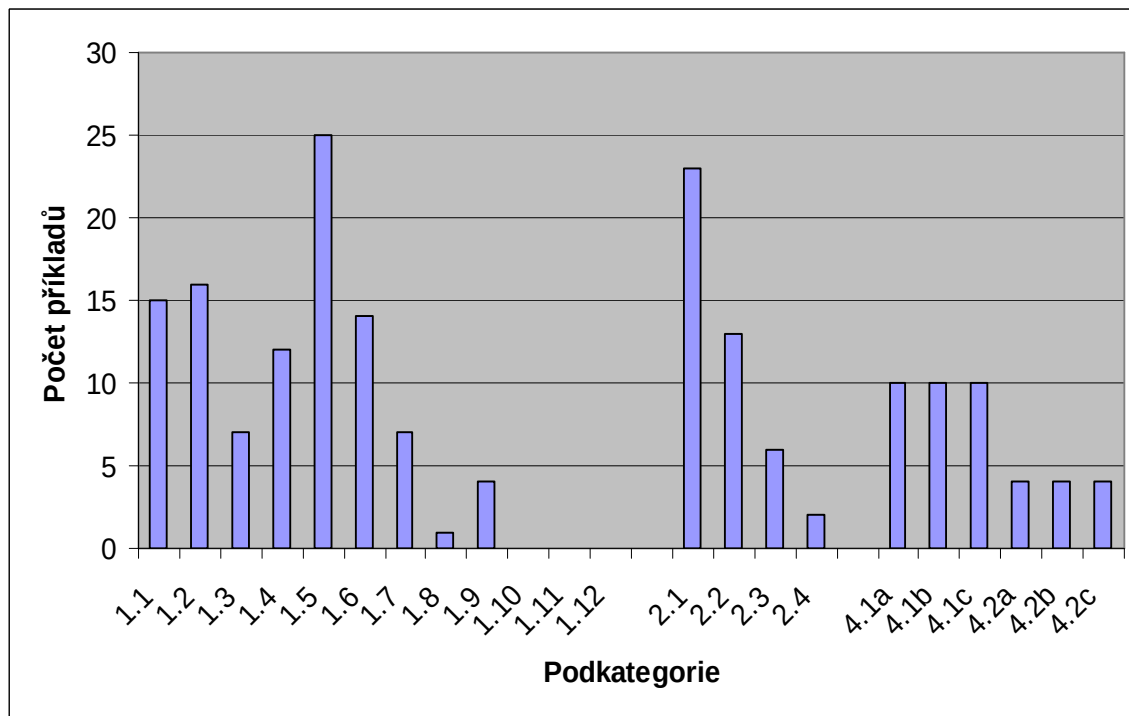
Graf č. 3 vyobrazuje zastoupení podkategorií ve skupině úloh na výpočty z chemických rovnic, pro které byla vytvořena v taxonomii samostatná kategorie. Pro tyto úlohy je typický větší počet způsobu řešení než v předešlých skupinách úloh. Jednu úlohu lze většinou řešit využitím úměry nebo vzorce nebo kombinací úměry i vzorce. Nejčastěji se vyskytovaly úlohy vyžadující vyčíslení rovnice a již zmíněné tři způsoby řešení, zhruba o polovinu méně pak úlohy vyžadující navíc jednoduchou početní operaci.

Graf č. 4: Zastoupení podkategorií v kapitole 3.3.4



Graf č. 4 znázorňuje zastoupení podkategorií v poslední skupině úloh zaměřené na výpočty pH. Jedná se o jedinou skupinu, která zahrnuje pouze úlohy na použití vzorců. Největší zastoupení mají úlohy vyžadující dosazení do vzorce a jednoduchou početní operaci, dále úlohy pouze na dosazení do vzorce a na třetím místě figurují náročnější úlohy, ve kterých je nutné nejen dosadit do vzorce, ale i vyřešit matematickou rovnici. Příklady na výpočet pH slabých elektrolytů byly zařazeny do podkategorie 1.1 (dosazení do vzorce), 1.7 (dosazení do vzorce a vyřešení matematické rovnice), 1.8 (dosazení do vzorce, vyřešení matematické rovnice a provedení jednoduché početní operace) a 1.9 (kombinace dosazení a vyjádření ze vzorců a vyřešení matematické rovnice). Příklady na výpočet pH silných elektrolytů byly začleněny do podkategorie 1.1 a 1.2 (dosazení do vzorce a provedení jednoduché početní operace).

Graf č. 5 Celkové zastoupení podkategorií



Graf č. 5 ukazuje celkový pohled na počet příkladů zařazených do jednotlivých podkategorií. Příkladů bylo zařazeno 133, s tím, že úloha umožňující více způsobů řešení byla započítána do všech odpovídajících podkategorií, takže celkově se může zdát, že příkladů bylo více.

Jak lze vidět, pouze ke třem podkategoriím nebyla nalezena žádná odpovídající úloha, což svědčí o schopnosti žáků vytvářet různorodé početní úlohy. Pokud porovnáme všechny podkategorie, nejvíce úloh náleží podkategorii 1.5, tedy jedná se o úlohy vyžadující vyjádření ze vzorce. Pouze o něco méně vzniklo úloh, které lze řešit za pomoci úměry (podkategorie 2.1). Dále mezi početnější příklady můžeme zařadit úlohy kombinující dosazení do vzorce a jednoduchou početní operaci (1.2), úlohy na pouhé dosazení do vzorce (1.1), úlohy kombinující vyjádření ze vzorce a jednoduchou početní operaci (1.6) a také úlohy řešené pomocí úměry a jednoduché početní operace (2.1). V grafu také můžeme pozorovat větší počet příkladů v první polovině každé kategorie a poté dochází k poklesu, takže lze říct, že nejčastěji žáci vytvářeli úlohy jednodušší až středně náročné.

5. ZÁVĚR

Navržená taxonomie se ukázala jako dostatečně podrobná pro klasifikaci chemických početních úloh vytvořených studenty gymnázia. Každý uvedený příklad byl podle způsobu výpočtu zařazen do některé z podkategorií. Největším úskalím při kategorizaci byla možnost více způsobů řešení některých chemických výpočtů, což znemožnilo jejich jednoznačné zařazení. Většinu příkladů lze totiž řešit použitím vzorce i úměry.

Celkem bylo zařazeno 133 příkladů, nejpočetnější skupinou byly úlohy na výpočty koncentrace, naopak nejméně početnou, úlohy na výpočty z chemických rovnic. Nejčastěji se vyskytovaly úlohy vyžadující vyjádření ze vzorce a úlohy řešené za pomoci úměry. Většina vytvořených příkladů byla ohodnocena jako jednodušší až středně náročná. Mezi běžně formulovanými úlohami se objevovala i velice originální zadání, což svědčí o větším zájmu o chemii některých žáků, kteří nepracovali jen z nutnosti a povinnosti.

Naskytá se otázka, zda bude navržená taxonomie použitelná i pro další příklady vytvořené kýmoli jiným, ať už autory učebnic nebo učiteli. Troufáme si říct, že ano, neboť fantazie studentů byla alespoň z části ovlivněna úlohami, se kterými se setkávají právě prostřednictvím učebnic nebo učitele.

6. SEZNAM POUŽITÉ LITARATURY

ANDERSON, L. W. Objectives, evaluation, and the improvement of education. *Studies in educational evaluation*. 2005, vol. 31, no. 2-3, s. 102-113. ISSN 0191-491X.

BLOOM, B. S. et al. *Taxonomy of educational objectives : The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. New york : David McKay, 1956.

BRATKOVÁ, E. *Metody citování literatury a strukturování bibliografických záznamů podle mezinárodních norem ISO 690 a ISO 690-2 : metodický materiál pro autory vysokoškolských kvalifikačních prací* [online]. Verze 2.0, aktualiz. a rozšíř. Praha : Odborná komise pro otázky elektronického zpřístupňování vysokoškolských kvalifikačních prací, Asociace knihoven vysokých škol ČR, 2008-12-22 [2008-04-16]. 60 s. (PDF). Dostupný z WWW: <http://www.evskp.cz/SD/4c.pdf>.

.

CARSON, R. N. A taxonomy of knowledge types for use in curriculum design. *Interchange*. 2004, vol. 35, no. 1, s. 59-79. ISSN 0826-4805.

ČÁP, J. *Psychologie pro učitele*. 1. vyd. Praha : SPN, 1980. 380 s.

ČAPEK, V. Metodická analýza vyučovacích celků v dějepise. *Společenské vědy*. 1974-75, roč. 31, č. 7, s. 203-208.

ČTRNÁCTOVÁ, H. Příspěvek didaktiky chemie k teorii a praxi projektování učebních úloh. *Pedagogika*. 1997, roč. 47, č. 2, s. 138-149. ISSN 0031-3815.

ČTRNÁCTOVÁ, H. *Učební úlohy v chemii*. 1. vyd. Praha : Karolinum, 1998. 75 s. ISBN 80-7184-707-0.

FINK, L. D. *Creating significant learning experiences : An integrated approach to designing college courses*. 1st edition. San Francisco : Jossey-Bass, 2003. 320 s. ISBN 0-7879-6055-1.

GAGNÉ, R.M. Domains of learning. *Interchange*. 1972, vol. 3, no. 1, s. 1-8. ISSN 0826-4805.

HALÁKOVÁ, Z. Vedomostné testy v didaktickom výskume. In *Aktuálne vývojové trendy vo vyučovaní chemie : Sborník příspěvků z konference, 12-14.5 2008, Smolenice*. Trnava : Acta Fac. Paed. Tyrnaviensis, 2008, s. 113-118. Dostupný také z WWW: <http://pdfweb.truni.sk/katchem/ZBORNIK_2008/Halakova.pdf>. ISBN 978-80-8082-182-1.

HALÁKOVÁ, Z.; PROKŠA, M. Vizuálna gramotnosť a riešenie učebných úloh z chemie. *Chemické listy*. 2006, roč. 100, č. 3, s. 213-219. ISSN 0009-2770.

HELUS, Z. et al. *Psychologie školní úspěšnosti žáků*. 1. vyd. Praha : SPN, 1979. 264 s.

CHUPÁČ, A. Rozvoj klíčových kompetencí žáka při řešení problémových učebních úloh v chemickém vzdělávání. *Pedagogická orientace*. 2008, roč. 18, č. 4, s. 73-82. ISSN 1211-4669.

KALHOUS, O.; OBST, O. *Školní didaktika : Sekundární škola*. 2. přeprac. vyd. Olomouc : UP, 2001. 192 s. ISBN 80-244-0217-3.

KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's taxonomy : An overview. *Theory into practice*. 2002, vol. 41, no. 4, s. 212-218. ISSN 0040-5841.

KRUTĚCKIJ, V. A. *Základy pedagogické psychologie*. 1. vyd. Praha : SPN, 1975.

KULIČ, V. *Chyba a učení : Funkce chybného výkonu v učení a v jeho řízení*. 1. vyd. Praha : SPN, 1971. 244 s.

LANDA, L. N. *Algoritmy a učení : kybernetika, algoritmizace a heuristika ve vyučování*. 1. vyd. Praha : SPN, 1973. 273 s.

LINHART, J. *Základy psychologie učení*. 1. vyd. Praha : SPN, 1982. 249 s.

MAŤUŠKIN, A. M. *Problémové situácie v myslení a vo vyučovaní*. 1. vyd. Bratislava : SPN, 1973.

MAREŠ, J.; KŘIVOHLAVÝ, J. *Komunikace ve škole*. 1. vyd. Brno : MU, 1995. 210 s. ISBN 80-210-1070-3.

MILLER, E. E. *A classification of learning tasks in conventional language*. July 1963. 23 s. Technical documentary report No. AMRL-TDR-63-74. Training research laboratory of the University of Illinois. Dostupný také z WWW: <<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=AD419122&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>>.

MOKREJŠOVÁ, O.; ČTRNÁCTOVÁ, H. Obsah učiva chemie v informační společnosti. In NESMĚŘÁK, K. (ed.). *Current trends in chemical curricula : Proceedings of the international conference, 24.-26.9. 2008, Prague*. Praha : Karlova univerzita. Fakulta přírodovědecká, 2008. s. 53-56. ISBN 978-80-86561-60-8.

OBST, O. *Didaktika sekundárního vzdělávání*. 1. vyd. Olomouc : UP, 2006. 195 s. ISBN 80-244-1360-4.

OKOŇ, W. *K základům problémového učení*. 1. vyd. Praha : SPN, 1966.

POKORNÝ, J. *Psychologie tvořivého myšlení*. 1. vyd. Brno : Zdeněk Novotný, 2005. 73 s. ISBN 80-7355-027-X.

PRŮCHA, J.; WALTEROVÁ, E.; MAREŠ, J. *Pedagogická slovník*. 6. vyd. Praha : Portál, 2009. 395 s. ISBN 978-80-7367-647-6.

PUMPR, V.; ŠRAMKO, T. *Výpočtové úlohy v chemii*. 1. vyd. Praha : SPN, 1986.

SIROTEK, V.; KRAITR, M. Výpočty v učivu chemie na základní škole a nižším stupni víceletého gymnázia. In *Chemie: Sborník katedry chemie ZČU v Plzni*. Plzeň : ZČU, 2002, s. 21-37. ISBN 80-7082-646-0.

SKALKOVÁ, J. *Od teorie k praxi vyučování na střední všeobecně vzdělávací škole*. 1. vyd. Praha : SPN, 1978. 206 s.

ŠVEC, V. K problematice chemických učebních úloh. *Chemické listy*. 1980, sv. 74, č. 10, s. 1074-1087. ISSN 0009-2770.

ŠVEC, V.; FILOVÁ, H.; ŠIMONÍK, O. *Praktikum didaktických dovedností*. 1. vyd. Brno : MU, 1996. 90 s. ISBN 80-210-1365-6.

THOMPSON, J. J. *European curriculum studies no. 4 : Chemistry*. Strasbourg : Council for cultural co-operation, 1972. Appendix IV, A taxonomy of educational objectives in chemistry, s. 121-123.

TOLLINGEROVÁ, D. Úvod do teorie a praxe programované výuky a výcviku. Příloha časopisu. *Odborná výchova*. 1970-71, roč. 21, č. 5, s. 143-146.

TOLLINGEROVÁ, D. K pedagogicko-psychologické teorii učebních úloh. *Socialistická škola*. 1976-77, roč. 17, č. 4, s. 156-160.

TOMINA, V.; KRUMINA, A. Calculations in chemistry : Analysis of existing practice and possible development. In NESMĚŘÁK, K. (ed.). *Current trends in chemical curricula : Proceedings of the international conference, 24.-26.9. 2008, Prague*. Praha : Karlova univerzita. Fakulta přírodovědecká, 2008. s. 82-85. ISBN 978-80-86561-60-8.

VRANOVIČOVÁ, B. Vplyv neverbálnych prostriedkov v zadání chemických výpočtových úloh na ich úspešné riešenie. In *Aktuálne vývojové trendy vo vyučovaní chemie : Sborník příspěvků z konference, 12-14.5 2008, Smolenice*. Trnava : Acta Fac. Paed. Tyrnaviensis, 2008, s. 83-86. Dostupný také z WWW: http://pdfweb.truni.sk/katchem/ZBORNIK_2008/Vranovicova.pdf>. ISBN 978-80-8082-182-1.