UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra anorganické chemie

MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY VE VÝUCE CHEMIE – MATEMATIKA. APLIKACE MATEMATIKY V UČIVU CHEMIE NA STŘEDNÍ ŠKOLE.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:	Bc. Izabela Brachtlová
Studijní obor:	Učitelství chemie pro střední školy – Učitelství matematiky pro střední školy
Typ studia:	Prezenční
Vedoucí práce:	Mgr. Iveta Bártová, PhD.

Olomouc 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci sepsala samostatně pod dohledem vedoucího diplomové práce a že jsem uvedla všechnu použitou literaturu na konci práce. Prohlašuji, že jsem v souvislosti s vytvořením této diplomové práce neporušila autorská práva.

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

V Olomouci dne 22.07.2022

_____

Bc. Izabela Brachtlová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí práce Mgr. Ivetě Bártové, PhD. za její trpělivost při psaní této práce, cenné připomínky a rady, a také za její čas, který mi musela při opravě práce věnovat.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora:	Bc. Izabela Brachtlová
Název práce:	Mezipředmětové vztahy ve výuce chemie – matematika. Aplikace matematiky v učivu chemie na střední škole.
Typ práce:	Diplomová
Pracoviště:	Katedra anorganické chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci
Vedoucí práce:	Mgr. Iveta Bártová, PhD.
Rok obhajoby práce:	2022

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá mezipředmětovými vztahy ve výuce chemie a matematiky a aplikacemi matematiky v učivu chemie na střední škole. Diplomová práce obsahuje teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou objasněny pojmy motivace, mezipředmětové vazby, učební úlohy. Seznamuje také s výzkumy v přírodovědném vzdělávání PISA a TIMSS. V praktické části jsou analyzovány rámcové vzdělávací programy, vybrané školní vzdělávací programy a učebnice, analýzy jsou zaměřeny na mezipředmětové vztahy chemie a matematiky. Na srovnání jednotlivých učebnic je nahlíženo z hlediska počtu způsobů řešení příkladů. V pedagogickém výzkumu je vyšetřováno, zda žáci při výpočtech využívají chemických vzorců nebo matematického postupu. Diplomová práce obsahuje řešené příklady z učiva chemie, u kterých lze využít dvě možnosti řešení – užití chemických vzorců nebo matematický postup řešení.

Klíčová slova:	matematika, chemie, mezipředmětové vztahy, aplikace, příklady
Počet stran:	99
Jazyk:	Čeština

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Bc. Izabela Brachtlová

Title: Interdisciplinary relations in teaching Chemistry and Mathematics. Application of Mathematics in Chemistry at secondary school.

Type of thesis: Diploma

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

Supervisor: Mgr. Iveta Bártová, PhD.

The year of presentation: 2022

Abstract:

The diploma thesis deals with interdisciplinary relationships in the teaching of chemistry and mathematics and applications of mathematics in the chemistry curriculum at high school. The diploma thesis consists of two parts – theoretical and practical. In the theoretical part, the concept of motivation, interdisciplinary relationships, learning tasks are clarified. It also introduces PISA and TIMSS science education research. In the practical part, framework educational programs, selected school educational programs and textbooks are analyzed, the analyzes are focused on the interdisciplinary relationships of chemistry and mathematics. The comparison of individual textbooks is viewed from the point of view of the number of ways to solve the examples. Pedagogical research investigates whether students use chemical formulas or mathematical procedures for calculations. The diploma thesis contains solved examples from the chemistry curriculum, where two solution options can be used – the use of chemical formulas or the mathematical solution procedure.

Keywords: mathematics, chemistry, interdisciplinary relations, application, examples

Number of pages: 99

Language: Czech

Obsah

Úvod 8
Teoretická část 10
1 Motivace 10
2 Učební úlohy 12
3 Mezipředmětové vztahy 14
4 Výzkumy v přírodovědném vzdělávání 16
4.1 Mezinárodní šetření PISA 16
4.1.1 Mezinárodní šetření PISA 2018 16
4.2 Mezinárodní šetření TIMSS 17
4.2.1 Mezinárodní šetření TIMSS 2019 17
Praktická část 19
5 Analýza rámcových vzdělávacích programů 19
5.1 Analýza školních vzdělávacích programů 21
5.2 Analýza učebnic 28
6 Pedagogický výzkum 36
7 Soubor výpočtových úloh pro různá témata na SŠ 40
7.1 Hmotnostní zlomek 40
7.2 Objemový zlomek 46
7.3 Látkové množství 50
7.4 Roztoky 54
7.4.1 Molární koncentrace 54
7.4.2 Ředění roztoků 58
7.5 Výpočty z chemického vzorce 64
7.6 Výpočty z chemických rovnic 66
7.7 Vyčíslování chemických rovnic 72
7.8 Termochemie 80
7.9 Součin rozpustnosti 82
7.10 Výpočet pH 85
Výsledky a diskuze 89
Závěr 94
Seznam použité literatury 95
Seznam grafů 98
Seznam obrázků 98

Seznam tabulek 98
Seznam příloh 99
Přílohy 100

Úvod

Přírodní vědy společně s matematikou nejsou mezi žáky oblíbenými předměty. V chemii učitel alespoň může pro zatraktivnění výuky využít experimentů nebo propojení předmětu s každodenním životem a odkazovat se na zkušenosti žáků, tím zvýšit jejich motivaci a zájem o tento předmět. Matematika je pro výuku zcela odlišný předmět. Učivo na sebe navazuje více než v jakémkoliv jiném předmětu, je logicky uspořádáno a vyžaduje pravidelné opakování a procvičování, aby bylo upevněno. I v matematice může učitel využít aktivizujících metod, ale náměty se hledají hůře a často v důsledku nabitého školního programu nezbývá příliš času se tomuto způsobu výuky věnovat. Když jsem si volila předměty, které bych chtěla na vysoké škole studovat a potom dále vyučovat, chemie byla jasný favorit. Bavila mě na základní i střední škole. U druhého předmětu jsem se nejvíce rozhodovala mezi biologií a matematikou, nakonec jsem se na rady učitelů a známých rozhodla pro matematiku a vůbec toho nelituji. Vnímám jako velké plus, že studuji právě tyto dva předměty, jelikož matematika je důležitou, řekla bych až nezbytnou součástí chemie. Během studia na vysoké škole jsem pozorovala výhodu znalosti matematiky při chemických výpočtech. Doufám, že v mé budoucí profesi tyto znalosti a vědomosti z obou předmětů budu umět předat svým žákům, že jim zpříjemním učení se matematice i chemii a že přírodní vědy pro ně nebudou tím pověstným strašákem.

V teoretické části se věnuji motivaci, jejímu základnímu rozdělení a důležitostí motivace žáků ve výuce. Kapitola 2 je zaměřena na učební úlohy, jejich typy a požadavky na ně. Vysvětlila jsem pojem mezipředmětové vztahy. V práci jsou zmíněny mezinárodní výzkumy v přírodovědném vzdělávání a výsledky českých žáků z posledních uskutečněných testování – PISA v roce 2018 a TIMSS v roce 2019.

V praktické části jsem se orientovala na analýzu rámcových vzdělávacích programů pro základní školy a gymnázia. Porovnávala jsem obsahy těchto RVP z pohledu obsahové stránky učiva matematiky a učiva chemie. Následuje část orientována na analýzu školních vzdělávacích programů a analýzu učebnic, které jsou porovnávány z hlediska počtu řešených příkladů a počtu realizovaných řešení. V rámci diplomové práce byl proveden pedagogický výzkum ve čtyřech třídách na dvou typech středních škol. Žáci měli za úkol vypočítat dva příklady a bylo zjišťováno, jakým způsobem příklady počítají, jestli využívají chemických vzorců nebo matematického postupu.

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvoření úloh z učiva chemie, u kterých lze aplikovat mezipředmětové vztahy matematiky a chemie. Některé příklady jsou současně řešeny chemickou metodou i matematickým postupem. U některých příkladů je v rámci jednoho chemického tématu ukázána možnost využití obou způsobů řešení.

Teoretická část

1 Motivace

Motivaci můžeme při jakékoliv činnosti vnímat jako určitý pohon, který nás žene kupředu. Jinak tomu není ani v učení. Dalo by se říct, že motivace je podmínkou pro učení. Lze ji označit jako důvod, kvůli kterému to děláme. Je důležité, aby byl správně namotivován učitel i žáci. Jedině tímto způsobem lze dosáhnout spokojenosti obou stran. Ačkoliv se zdá, že správně namotivovat své žáky je jednoduché, pedagog ví, že tomu tak není. Pro učitele je to jeden z nejtěžších úkolů v jeho práci. S postupem času se navíc mění společnost a její názory, didaktické pomůcky, didaktické postupy, a především se proměňují žáci samotní. Učitel musí na této úloze neustále pracovat a zabývat se ní.

Existuje několik definic motivace. Sociální vědci a psychologové se na motivaci dívají z různých úhlů a nás bude zajímat ten pohled pedagogický. V Pedagogickém slovníku (Průcha et al., 2003) je motivace žáků při výuce vymezena jako „*výsledek procesu motivování, na němž se podílí jednak žák sám, jednak učitel, rodiče, spolužáci. Učitel může ovlivňovat motivaci svých žáků mnoha způsoby. Patří k nim vytváření adekvátního obrazu o žácích, učitelovo očekávání vůči žákům, probouzení poznávacích potřeb žáků, probouzení sociálních potřeb žáků, probouzení výkonové motivace, využití odměn a trestů, eliminování pocitu nudy, předcházení strachu ze školy, z určitého předmětu nebo ze zkoušení.*“

Mareš ji ve své knize Pedagogická psychologie (str. 252, 2013) interpretuje následovně: „*Motivací rozumíme soubor vnitřních i vnějších faktorů, které ovlivňují lidské jednání.*“ Mareš vysvětluje, že tyto vnitřní a vnější faktory stojí za zahájením počínání lidí, za vzbuzením určitých předpokladů o úloze a o okolnostech a o něm jako o člověku samém; za orientací na daný problém, za zachováním jeho počínání a dalšího průběhu tohoto počínání; za vyvoláním odvedení dobré práce, popřípadě nezdaru, za zahájením jedincova hodnocení sebe samého a hodnocení počínání ostatních lidí. U motivace se rozlišují tři etapy – počáteční (lidské jednání navozuje a zahajuje), procesuální a produktovou. Můžeme hovořit také o intenzitě motivace, která se v průběhu času transformuje. Tato změna bývá spjata buď snahou jednotlivce, nebo snahou jeho okolí (Mareš, 2013).

Motivace je nesmírně souhrnná a také velmi abstraktní. Motivace může být řízena vnitřními (osobní přesvědčení a postoje) i vnějšími (odměny, podněty a tlaky) faktory. Na základě těchto dvou faktorů se rozlišují dva typy motivace – vnitřní a vnější. Vnitřní motivace je způsob vykonávání činnosti čistě pro radost z toho, že ji děláte. Interní motivace je označována za

velmi vzácnou ve školním a pracovním prostředí. Za vnější motivací žáka nejčastěji stojí rodiče, učitel nebo jiný dospělý, který je s dítětem v bližším kontaktu. Pro tento druh motivace se většinou užívá odměn a trestů. Například takto motivovaný žák se učí, protože se bojí selhání a následné reakce svých rodičů. Do vnější motivace je ale řazen také žák, který se učí pro to, aby se mohl stát lékařem. Ani jeden z těchto žáků není vnitřně motivován, jejich cíle leží mimo prostý požitek z aktivity (Chuter, 2020). Ještě před časem si psychologové a vědci mysleli, že tyto dva typy motivace tvoří dva protipóly. Jedincovo jednání je ovlivněno buď jeho zájmem, nebo za jeho jednáním stojí jedincovo okolí. Nynější studie ovšem ukazují, že se vnitřní a vnější motivace vzájemně propojují a člověk může být ovlivněn oběma typy, avšak každý typ může působit v jiné intenzitě (Mareš, 2013). Studenti budou motivováni k učení pouze tehdy, pokud uznají potřebu učit se, budou věřit, že mají soubor nezbytných dovedností potřebných pro učení, a také uznají důležitost učení ve svém životě (Sauntson, 2021).

Motivace se dá ovlivňovat dvěma způsoby. Její intenzitu lze zmenšovat nebo zvětšovat. Rolí učitele je pracovat s žáky tak, aby zvládli namotivovat sami sebe. Učitel by měl vědět, jaká hrozí rizika při užívání vnější motivace a čemu by se měl vyhýbat. Někdy se obecně v životě motivace omezuje pouze na aplikaci odměn a trestů. K tomuto kroku se často uchylují i někteří učitelé. Riziko v uplatňování odměn a trestů se kolikrát ubírá pouze na používání trestů. Známé rčení říká, že všeho moc škodí. Také hojné využívání vnějších faktorů motivaci spíše škodí. I kdyby to učitel myslel s odměnami dobře, při jejich časté aplikaci žákům pochvaly zevšední a nebudou pro ně hybnou silou. Je proto dobré pracovat s následujícími principy. Pokud je žák málo motivovaný, jeho výkon je slabší. Naopak jestliže je člověk přemotivován, jeho výkon je i přes veškerou snahu nižší než jeho obvyklý výkon. Je na každém z nás, abychom si našli tu svoji cestu (Mareš, 2013).

Motivací můžeme rozumět, že vytvoříme ve třídě takové prostředí, ve kterém se žáci budou chtít učit, že žáky aktivujeme. Učitel by se měl snažit žáky seznámit s uplatněním učiva v běžném životě a pokusit se přimět žáky, aby jejich zvídavost proměnili ve vnitřní motivaci. Dobrý učitel se vždy bude ohlížet na potřeby žáků a bude tak žáky intuitivním způsobem motivovat. Obecně učitel zvýší zájem žáků o předmět novými netradičními výukovými metodami, zapojením chemických pokusů a propojením teorie s praxí.

2 Učební úlohy

S učební úlohou se ve škole setkal úplně každý. Učební úlohy se liší v závislosti na druhu předmětu. V českém jazyce jsou úlohy zřejmě více pestré než například v chemii nebo v matematice. Učební úloha vtahuje žáka do problematiky, jelikož díky ní je nucen s danou oblastí pracovat. Současně učitel hodnotí práci žáků, a právě učební úlohy jsou vhodným nástrojem k ověření znalostí žáků.

V Pedagogickém slovníku (Průcha et al., 2003) je učební úloha definována *„každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle. Je zaměřena na pět aspektů učení – obsahový, motivační, operační, formativní a regulativní.“*

Mareš (2013) učební úlohu popisuje jako *„promyšleně připravenou práci pro žáka či skupinu žáků, která se dává proto, aby zajistila u žáků dosažení učebního cíle. … Úloha má rozvíjet znalosti a dovednosti žáků, při jejím řešení je důležitý jednak postup, ale i výsledek.“*

V současné době jsou učební úlohy rozmanitější, než tomu bylo dříve, ale také postupem času vznikaly potřeby a požadavky učebních úloh. Jejich úkolem je, aby žáci pomocí nich nabývali dovednosti a vědomosti, znovu si připomínali a zdokonalovali se v předtím získaných vědomostech. Zároveň by učitel měl volit úkoly tak, aby se žáci posouvali v oblastech týmové spolupráce a v práci s textem, aby si sami mohli vybrat pracovní metodu a zdokonalovat se ve svých vlastnostech. S ohledem na tato fakta je důležité, aby si učitel úlohy dokonale připravil a promyslel. Učební úlohy by neměly být izolované, ale mělo by se jednat o souvislý a navazující systém úloh, které se řadí podle složitosti od jednoduchých ke složitějším (Kalhous, Obst, 2002).

Ve specializované literatuře se objevují čtyři nebo pět parametrů učební úlohy – obsahový, motivační, operační, formativní a regulativní. Obsahové hledisko rozlišuje učební úlohy podle vyučovacích předmětů a v rámci jednoho předmětu. Úlohy se tedy diferencují podle oblasti, ze které jsou zadávány. Pro představu úlohy v chemii budou trochu jiné, pokud budou zadávány na výpočet složení roztoků nebo na stereochemii organických molekul. Motivační parametr zohledňuje text úlohy, protože styl, jakým je úloha podána, může ovlivnit žákův zájem o danou úlohu. Operační parametr pohlíží na způsob zadání úlohy, jelikož zadání ovlivňuje metodu, jakou bude žák danou úlohu řešit. Je tím myšleno, k čemu má úloha sloužit, jestli k pouhé reprodukci učiva nebo jestli má žák vymyslet svůj vlastní postup řešení apod. Formativní parametr souvisí s výukovým cílem. Tedy aby úloha odpovídala cíli výuky. Z tohoto hlediska

úloha přispívá k tvoření vědomostí a dovedností žáků. Učební úlohy fungují také pro práci s jednotlivci, kteří nerozumí jen některé oblasti probírané látky. Jejich úkolem je i rozvoj vytrvalosti, svědomitosti, preciznosti a tvořivosti (Mareš, 2013).

V minulosti bylo zvykem, že úlohy žákům zadává učitel. Bralo se za přirozené, že učitel nejlépe ví, jaké úlohy žákovi sedí. V dnešní době stále více převládá názor, že je dobré, aby měli žáci prostor si úlohu zvolit sami. Většinou pak úlohy řeší s větším vynaložením a více se o ně zajímají. I zde se ale setkáváme s rozvojem dalších vlastností žáka. Pokud je mu umožněna volba, vyvíjí se jeho samostatnost a zodpovědnost. V souvislosti s tímto se v literatuře objevuje pojem aspirační úroveň žáka. Tento pojem je vysvětlován jako výkonnostní úroveň, na níž se daný žák odváží (Mareš, 2013).

Pro otevřené úlohy je typické, že žák má k dispozici zadání a je na něm, jak bude postupovat při řešení. Rozlišují se dvě větší skupiny úloh – úlohy se stručnou odpovědí a úlohy s širokou odpovědí. Úlohy se stručnou odpovědí se dále dělí na doplňovací a produkční, úlohy se širokou odpovědí na strukturované a nestrukturované. Uzavřené úlohy jsou vhodné a obvyklé pro didaktické testy nebo při testech psané na internetu nebo na počítači. Existují čtyři typy uzavřených úloh – dichotomické úlohy (žák volí odpověď ze dvou variant), s výběrem odpovědi (žák vybírá odpověď ze tří až pěti možností, přičemž počet správných odpovědí může být různý), přiřazovací a uspořádací (Mareš, 2013).

3 Mezipředmětové vztahy

Přírodovědné předměty a matematika spolu zjevně souvisí. Už samotný název napovídá, že mají něco společného – přírodu. Je velmi důležité ve výuce propojovat předměty jako jsou matematika a chemie. Když uvážím, dokázali bychom v chemii vypočítat složení roztoku, kdybychom se v minulosti ve škole nesetkali s učivem o zlomcích, vyjadřování neznámé ze vzorce, apod.? Domnívám se, že tento fakt si uvědomovali učitelé již v dávné minulosti a že i kvůli tomu se matematice vyučuje již od 1. ročníku základní školy.

Na mezipředmětové vztahy by mohlo být nahlíženo jako na zprostředkování didaktické zásady systematičnosti a soustavnosti. Tento didaktický princip se opírá o skutečnost, že pokud jsou znalosti získané v logickém sledu, žáci jim více rozumí, lépe si je pamatují a využívají je v praxi větší měrou. Je důležité učivo uspořádat, aby bylo srozumitelné žákům určité věkové skupiny, aby jednotlivé poznatky na sebe navazovaly a postupně se přecházelo od jednodušších pojmů k těm složitějším. Trvá velmi dlouho, než si učitel vybuduje tento systém a obvykle tento proces nikdy nekončí, jelikož dobrý učitel na sobě a své výuce neustále pracuje a zdokonaluje své přípravy. Učitel svoji soustavnost a systematičnost může přenést na své žáky, kteří by si mohli systematicky vést zápisy v sešitech, vypracovávat domácí úkoly a k systematickému přistupování k učení (Kalhous, Obst, 2002).

Mezipředmětové vztahy jsou v Pedagogickém slovníku (Průcha et al., str. 124, 2003) definovány jako *„vzájemné souvislosti mezi jednotlivými předměty, chápání příčin a vztahů, přesahujících předmětový rámec, prostředek mezipředmětové integrace. V předmětovém kurikulu jsou vyjadřovány v učebních osnovách jednotlivých předmětů jako tzv. mezipředmětová témata nebo jsou realizovány v samostatných předmětech.“*

Podstatným úkolem mezipředmětových vztahů je zamezení izolovanému vnímání nějakého konkrétního předmětu. Většinou jsou učební osnovy na školách již propracované a učitelé, které osnovy připravovali, posloupnost učiva zvolili v návaznosti na znalostech žáků v příslušných ročnících z ostatních předmětů. Podle mého je právě výuka přírodovědných předmětů z tohoto hlediska velmi obtížná. Matematický aparát je značně důležitý pro výuku předmětů jako jsou chemie a fyzika. Velkou část matematických úkonů si žáci přinesli na střední školy již z předchozího stupně vzdělávání, avšak například nelze žáky v chemii učit o výpočtu pH, jestliže žáci v matematice neslyšeli o logaritmech. Učitel by měl ke svému předmětu přistupovat způsobem, při kterém bude své žáky informovat o souvislostech s ostatními předměty a taktéž by měl vyžadovat tyto souvislosti při kontrole znalostí. Sice stráví nad

přípravami mnoho času, ale jeho posláním je žáky především něco naučit a mám za to, že žáci mu to posléze kladně vrátí.

Mezipředmětové vztahy lze rozdělit z pohledu – obsahové stránky a uspořádání v čase. Z hlediska obsahu se hovoří o tzv. vertikálních mezipředmětových vztazích, která představují fakt, že žák se v průběhu více let dostává od jednoduššího učiva ke složitějšímu, postupně si navozuje a vytváří vazby mezi jednotlivými předměty; a o tzv. horizontálních, kde vazby mezi předměty jsou utvářeny paralelně v jednom ročníku. Z hlediska časového uspořádání se mezipředmětové vztahy člení na retrospektivní, perspektivní a souběžné. Retrospektivní vztahy aplikují znalosti přijaté v minulosti, perspektivní formují určité predispozice pro přijetí vědomostí v pozdějším časovém horizontu. U souběžných vztahů dochází k utváření poznatků ve více předmětech přibližně v jeden čas. Nesmí se opomíjet ani mezitematické vztahy, jež jsou budovány v rámci jednoho předmětu a jedná se o využívání již dříve získaných poznatků v dalším učivu (Zajdáková, 2006).

4 Výzkumy v přírodovědném vzdělávání

4.1 Mezinárodní šetření PISA

Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) organizuje mezinárodní šetření PISA (Programme for International Student Assessment), do kterého je od roku 2000 zapojena také Česká republika. PISA je jedním z možných nástrojů, pomocí kterého lze stanovit a porovnat výsledky vzdělávání žáků. Program PISA se zaměřuje především na využití získaných znalostí a dovedností, o nichž se domnívá, že žákům mohou pomoct v úrovni praktické a v úrovni dalšího vzdělávání. PISA zkoumá výsledky převážně ve čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti, přičemž šetření se opakuje každé tři roky. Každý cyklus je dbána vyšší pozornost na jednu z gramotností (Blažek et al., 2019).

4.1.1 Mezinárodní šetření PISA 2018

V roce 2018 byla hlavním předmětem zjišťování čtenářské gramotnosti. Tento projekt je orientován na patnáctileté žáky. Z šetření plyne, že výsledek českých žáků je ve všech gramotnostech stejný nebo lepší, než je průměr v OECD. Čtenářská gramotnost je nezbytná pro rozvoj vědomostí, avšak vzhledem k tématu diplomové práce se spíše budu zabývat matematickou a přírodovědnou gramotností. Výsledek českých žáků v matematické i v přírodovědné gramotnosti je statisticky významně lepší, než je průměr OECD (Blažek et al., 2019).

Matematická gramotnost tvořila v roce 2018 vedlejší kategorií pro výzkum, obsahoval tedy méně úloh, ale i přes to je dostačující pro porovnávání výsledků. Matematická gramotnost je projektem PISA (Blažek et al., str. 29, 2019) definována jako *„schopnost jedince formulovat, používat a interpretovat matematiku v různých kontextech. Zahrnuje matematické myšlení, používání matematických pojmů, postupů, faktů a nástrojů k popisu, vysvětlování a předpovídání jevů. Pomáhá jedinci si uvědomit, jakou roli matematika hraje ve světě, a díky tomu správně usuzovat a rozhodovat se tak, jak to vyžaduje konstruktivní, angažované a reflektivní občanství.“* Jak jsem již zmiňovala v prvním odstavci této kapitoly, výsledky českých žáků jsou statisticky nad průměrem OECD, ačkoliv obecným trendem pro průměr OECD od roku 2003 je postupné klesání průměrných výsledků. To znamená, že v roce 2003 byly výsledky žáků České republiky v průměru o něco vyšší, než tomu bylo v roce 2018, a to platí i pro celkový průměr OECD. Dalším zajímavým faktorem je srovnání výsledků chlapců a dívek. Rozdíl pro Českou republiky není nijak statisticky významný (Blažek et al., 2019).

„Přírodovědná gramotnost je schopnost přemýšlet a jednat ve všech věcech souvisejících s přírodními vědami a jejich principy jako aktivní občan (Blažek et al., str. 32, 2019).“ Poprvé

se v rámci šetření PISA přírodovědná gramotnost objevila v roce 2006. V tomto roce byly výsledky českých žáků nad průměrem OECD, v následujících letech ale došlo k poklesu výsledků a Česká republika se dostala na průměr OECD. V roce 2018 se České republice podařilo opět získat místo ve skupině zemí nad průměrem OECD (Blažek et al., 2019).

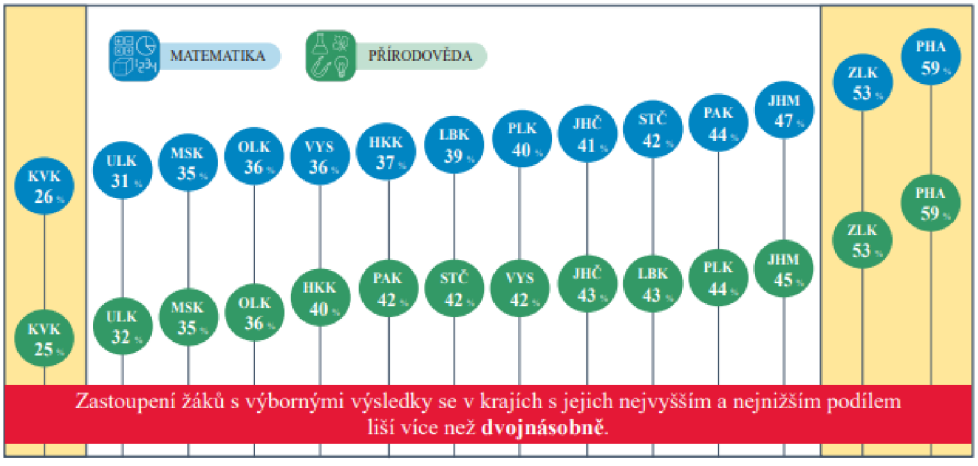
4.2 Mezinárodní šetření TIMSS

Mezinárodní šetření Trend in International Mathematics and Science Study (TIMSS) se řadí mezi mezinárodní komparační projekty. Koná se každé čtyři roky a orientuje se především na žáky 4. ročníku a 8. ročníku základní školy ve dvou oblastech – v matematice a v přírodních vědách. Předností projektu je hlavně objasnění odlišností ve výsledcích, což může sloužit ke zlepšování kvality školství. Tohoto průzkumu se Česká republika účastní od roku 1995. V roce 2019 se testování přesunulo do digitálního světa (Tomášek et al., 2020).

4.2.1 Mezinárodní šetření TIMSS 2019

V tomto roce Česká republika zařadila testování pouze 4. ročníků základních škol. Kolektiv autorů vymyslel pro testování v roce 2019 350 úloh, které rozčlenil do 16 podob testů. Každý test se formuje ve dvou sférách vzdělání – obsahové a dovednostní (Tomášek et al., 2020).

V matematice i v přírodovědě se žáci 4. ročníku základních škol z České republiky umístili nad průměrem EU. Zajímavé je srovnání žáků z pohledu pohlaví. Chlapci byli úspěšnější v přírodovědě i v matematice než dívky. Z pohledu dlouhodobého šetření jsou výsledky poprvé od roku 1995 srovnatelné s výsledky právě v tomto roce. V matematice byli úspěšnější například žáci z Korejské republiky, Japonska, Anglie, USA. Velmi podobně vypadá srovnání těchto zemí i v přírodovědě. Zajímavé je porovnání výsledků v krajích ČR (obr. 1). K nejúspěšnějším patří Hlavní město Praha a Zlínský kraj. Nejhorších výsledků dosahovali žáci v Karlovarském kraji (Tomášek et al., 2020).



Obrázek 1: Porovnání výsledků žáků v šetření TIMSS v krajích ČR (Tomášek et al., 2020, str. 22)

Výrazně se žáci v matematice zlepšili v oblastech čísla a geometrie, v přírodovědě pak v uvažování. Naopak zhoršení je vidět v oblastech data (matematika) a neživá příroda (přírodověda). Podle dotazníků a šetření, které TIMSS provádí u učitelů, jsou tato fakta spojena s podílem odučeného učiva ve škole. Z výzkumu dále například vyplývá, že Česká republika patří mezi země, ve kterých převažuje střední důraz školy na studijní úspěch, nebo také že 71 % žáků chodí do škol, kde se nevyskytují takřka žádné kázeňské či bezpečnostní problémy, přičemž ve zprávě TIMSS je problematika kázně a bezpečnosti spojována s velikostí obce a počtu žáků ve škole. V početných školách a velkých obcích se objevují problémy s nedisciplinovaností. Zajímavým poznatkem je zapojování badatelské výuky do hodiny. V tomto ohledu je Česká republika třetí nejhorší zemí v EU (Tomášek et al., 2020).

Praktická část

5 Analýza rámcových vzdělávacích programů

Rámcové vzdělávací programy (dále pouze RVP) tvoří státní úroveň kurikulárních dokumentů. RVP určují hlavní rámce vzdělávání pro jednotlivá období vzdělávání – předškolní, základní a střední. RVP jsou volně přístupné dokumenty. RVP poukazuje na klíčové kompetence, které jsou součástí nové strategie vzdělávání, jejich propojení s obsahem vzdělávání a použití nabytých znalostí a dovedností v reálném světě (RVP ZV, 2021).

Vytvořila jsem tabulku (Tabulka 1) učiva chemie, které se probírá na gymnáziích. Ke každému konkrétnímu učivu chemie jsem připsala i konkrétní matematický aparát, jenž je nezbytný pro řešení příkladů daných témat. Následně jsem dané okruhy z učiva matematiky a z učiva chemie porovnávala a zhotovila jsem přehled (Tabulka 2 a Tabulka 3), zda se okruh vyskytuje v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní školy (dále jen RVP ZV) nebo v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (dále jen RVP G).

Učivo chemie	**Učivo matematiky**	
výpočty z chemického vzorce	číslo a proměnná	výrazy, procenta, poměr, trojčlenka, přímá úměra, zaokrouhlování
	práce s daty, kombinatorika a pravděpodobnost	vyjadřování neznámé, vážený průměr, procenta
látkové množství	číslo a proměnná	vyjádření neznámé ze vzorce, poměr, trojčlenka, přímá úměra, zaokrouhlování
roztoky – složení, ředění, směšování	číslo a proměnná	vyjádření neznámé ze vzorce, poměr, trojčlenka, přímá úměra, zaokrouhlení, procenta a nepřímá úměra *směšování* – také soustava dvou lineárních rovnic o dvou neznámých při použití křížového pravidla
výpočty z chemických rovnic	číslo a proměnná	vyjádření neznámé ze vzorce, poměr, trojčlenka, přímá úměra, zaokrouhlování, procenta a nepřímá úměra

Tabulka 1: Učivo chemie a příslušné učivo matematiky (vlastní tvorba dle (RVP G, 2017))

Učivo chemie		Učivo matematiky	
úprava redoxních rovnic		číslo a proměnná	nejmenší společný násobek
protolytické (acidobazické) rovnováhy		číslo a proměnná	dekadický logaritmus, vlastnosti a logaritmování
srážecí reakce		číslo a proměnná	vyjádření neznámé ze vzorce, počítání s mocninami, poměr, dekadický logaritmus
termochemie		číslo a proměnná	soustavy rovnic, vyjadřování neznámé ze vzorce
izomerie v organické chemii		práce s daty, kombinatorika a pravděpodobnost	kombinatorické pravidlo součinu (kolik bude izomerů, když má sloučenina n chirálních center – 2^n)
stereochemie	(nepřechodné kovy)	geometrie	rovinné útvary, mnohostěny
	(komplexní sloučeniny)	geometrie	rovinné útvary, mnohostěny

Tabulka 1: Učivo chemie a příslušné učivo matematiky – pokračování (vlastní tvorba dle (RVP G, 2017))

učivo	RVP ZV	RVP G
látkové množství	✓	✓
hmotnostní zlomek	✓	✓
objemový zlomek	✗	✓
výpočty z chemického vzorce	✗	✓
vyčíslování rovnic	✓	✓
výpočty z chemických rovnic	✓	✓
výpočet pH	✗	✓
součin rozpustnosti	✗	✓
termochemie	✗	✓
izomerie organických sloučenin	✗	✗
stereochemie	✗	✗
ředění roztoků	✗	✓
molární koncentrace	✓	✓
hmotnostní koncentrace	✗	✓
molární hmotnost	✓	✓

Tabulka 2: Přehled učiva chemie a jeho zastoupení v RVP ZV a RVP G (vlastní tvorba dle (RVP ZV, 2021) a (RVP G, 2017))

učivo	RVP ZV	RVP G
procenta	✓	✓
poměr	✓	✓
přímá úměra	✓	✓
nepřímá úměra	✓	✓
úprava výrazů	✓	✓
vyjadřování neznámé ze vzorce	✓	✓
nejmenší společný násobek	✓	✓
logaritmus	✗	✓
mocniny	✓	✓
soustava rovnic	✓	✓
rovinné útvary	✓	✓
mnohostěny	✓	✓
kombinatorické pravidlo	✗	✓

Tabulka 3: Přehled učiva matematiky a jeho zastoupení v RVP ZV a RVP G (vlastní tvorba dle (RVP ZV, 2021) a (RVP G, 2017))

Porovnáním Tabulky 2 a Tabulky 3 lze vyvodit, že téměř veškerý matematický aparát potřebný k vyřešení příkladů v chemii se žáci učí již na základní škole. Dále je také vidět, že s jednoduchými výpočty se žáci seznámí již na základních školách a že na gymnáziu na tomto základu staví a rozšiřují další učivo. Ráda bych ještě upozornila, že o některých tématech z učiva chemie (Tabulka 2) se na jakési bazální úrovni zmiňují učebnice základních škol, které jsou v souladu s RVP ZV. Žáci se tak již na základní škole seznámí s pojmy pH, chemický vzorec, rozpustnost, ředění roztoků či exotermní a endotermní reakcí.

5.1 Analýza školních vzdělávacích programů

Školní vzdělávací programy (dále ŠVP) prezentují školní úroveň kurikulárních dokumentů a podle nich se realizuje výuka na jednotlivých školách (RVP ZV, 2021).

K analýze ŠVP jsem vybrala 2 školní vzdělávací programy základních škol a 6 školních vzdělávacích programů středních škol. Porovnávala jsem, zda školní vzdělávací program obsahuje mezipředmětové vztahy, zaměřila jsem se na učivo chemie, které obsahuje početní příklady, a na očekávané výstupy u tohoto učiva.

Pro přehlednost zde uvádím seznam vybraných školních vzdělávacích programů. Později v textu kvůli orientaci budu uvádět jednotlivé školy pouze jako škola č. X.

- ŠVP základní školy

Škola č. 1 – Základní škola Olomouc, tř. Spojenců 8

Škola č. 2 – Základní škola Šumperk, Sluneční 38

- ŠVP střední školy

Škola č. 3 – Gymnázium Uničov

Škola č. 4 – Gymnázium Zábřeh

Škola č. 5 – Gymnázium Jeseník

Škola č. 6 – Střední průmyslová škola chemická Brno

Škola č. 7 – Gymnázium Olomouc – Hejčín

Škola č. 8 – Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Emanuela Pöttinga a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Olomouc

Škola č. 1 – Základní škola Olomouc, tř. Spojenců 8

ředitelka: Mgr. Miluše Zatloukalová

zařazení mezipředmětových vztahů v ŠVP: ANO

předmět: Chemie

učivo: Chemické reakce (8. ročník)

- očekávané výstupy: rozliší výchozí látky a produkty chemické reakce, **sestaví a vyčíslí chemickou rovnici**, přečte chemickou rovnici

učivo: Výpočty z chemických rovnic (9. ročník)

- očekávané výstupy: definuje pojmy látkové množství, molární hmotnost, molární koncentrace a aplikuje je při výpočtech

(ZŠ Olomouc, 2013)

Škola č. 2 – Základní škola Šumperk, Sluneční 38

ředitel: PaedDr. Hynek Pálka

zařazení mezipředmětových vztahů v ŠVP: ANO

předmět: Chemie

učivo: Směsi různorodé a stejnorodé, roztoky, složení roztoků. (8. ročník)

- očekávané výstupy: rozlišuje směsi a chemické látky, vypočítá složení roztoků, připraví prakticky roztok daného složení, vysvětlí základní faktory ovlivňující rozpouštění pevných látek

učivo: Chemické prvky a sloučeniny, periodická soustava prvků (PSP), chemická vazba, chemické reakce a zákon zachování hmotnosti. (8. ročník)

- očekávané výstupy: rozlišuje chemické prvky a chemické sloučeniny a pojmy užívá ve správných souvislostech, orientuje se v periodické soustavě chemických prvků,

rozpozná vybrané kovy a nekovy a usuzuje na jejich možné vlastnosti, rozliší výchozí látky a produkty chem. reakcí, uvede příklady prakticky důležitých chem. reakcí, provede jejich klasifikaci a zhodnotí jejich využívání, **přečte chem. rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu**, aplikuje poznatky o faktorech ovlivňujících průběh chem. reakcí v praxi a při předcházení jejich nebezpečnému průběhu

(ZŠ Šumperk, 2013)

Škola č. 3 – Gymnázium Uničov

ředitel: Mgr. Roman Riedl

zařazení mezipředmětových vztahů v ŠVP: ANO

předmět: Chemie

učivo: Klasifikace a struktura látek: Chemicky čistá látka, prvek a sloučenina; Směsi, rozdělení směsí, směsi heterogenní, koloidní, homogenní, dělení směsí; Roztoky, složení roztoků, nasycené a nenasycené roztoky, výpočty koncentrací roztoků; Atomy a molekuly; Hmotnost atomů a molekul; Látkové množství, výpočty ze vzorců (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: používá odbornou terminologii při popisu látek a vysvětlování dějů; zařadí chemii do systému přírodních věd; vysvětlí rozdíl mezi chemicky čistou látkou a směsí, rozliší směsi heterogenní a homogenní; zná konkrétní příklady filtrace, destilace a krystalizace a umí je provést; připraví roztok o dané koncentraci; provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů

učivo: Anorganické názvosloví, Oxidační číslo, Názvy a vzorce oxidů, sulfidů halogenidů, hydroxidů, kyslíkatých kyselin a jejich solí (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: provádí výpočty z rovnic a ze vzorců; zná názvy a vzorce základních anorganických sloučenin a dovede je sestavit

učivo: Chemická rovnováha: Guldberg – Waagův zákon, rovnovážná konstanta; Faktory ovlivňující chemickou rovnováhu; Princip akce a reakce; Acidobazické reakce, protolytické rovnováhy; Teorie kyselin a zásad, konjugované páry, neutralizace, disociační konstanty, autoprotolýza; Hydrolýza solí; Výpočty pH (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: zapíše vztah pro rovnovážnou konstantu dané reakce; posoudí a zdůvodní, jak ovlivní vnější změny průběh chemické reakce, a uvede konkrétní případy využití v praxi; umí vypočítat pH jednoduchých roztoků kyselin a zásad; vysvětlí pH roztoků solí na základě disociace a následných acidobazických reakcí iontů

učivo: Redoxní reakce: Oxidace a redukce, oxidační a redukční činidlo, vyčíslení redoxních rovnic (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: vysvětlí pojmy oxidace a redukce; uvede příklady redoxních reakcí v přírodě a technice; vyčíslí složitější redoxní rovnice

(Gymnázium Uničov, 2019)

Škola č. 4 – Gymnázium Zábřeh

ředitel: Mgr. Martin Paclík

zařazení mezipředmětových vztahů v ŠVP: NE

předmět: Chemie

učivo: Soustavy látek a jejich složení, základní pojmy a veličiny popisující vlastnosti a složení soustav látek (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: rozumí významu jednotlivých pojmů, chápe souvislosti mezi jednotlivými pojmy a veličinami; provádí chemické výpočty a získaný výpočetní aparát uplatňuje při řešení praktických problémů

učivo: Typy vzorců a výpočty související s chemickým vzorcem (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: rozlišuje jednotlivé typy vzorců a míru informace, kterou o chemické látce poskytují; provádí výpočty z chemického vzorce; z údajů z elementární analýzy určí stechiometrický a molekulový vzorec látky

učivo: Roztoky, vyjadřování složení roztoků (vyjadřování složení roztoků a základní výpočty související s vyjadřováním složení roztoků a přípravou roztoku o zadané koncentraci) (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: popíše rozpouštění iontové látky; rozlišuje jednotlivé možnosti vyjadřování složení roztoků a znalosti o nich využívá při řešení praktických problémů

učivo: Chemický děj a výpočty z chemických rovnic (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: interpretuje chemickou rovnici jako zápis průběhu chemického děje i jako vyjádření poměru látkových množství reagujících látek; určí stechiometrické koeficienty v jednodušších reakčních schématech; řeší praktické úlohy s využitím výpočtů z chemické rovnice

učivo: Termochemie (2. ročník VG)

- očekávané výstupy: vysvětlí příčiny výměny tepla s okolím v průběhu chemických reakcí; vypočte reakční teplo chemického děje z údajů o vazebných energiích a na základě platnosti termochemických zákonů

učivo: Chemická rovnováha – chemická rovnováha v acidobazických reakcích, výpočty pH v roztocích silných kyselin a zásad (2. ročník VG)

- očekávané výstupy: vysvětlí dynamický charakter chemické rovnováhy; zapíše vztah pro výpočet rovnovážné konstanty chemického děje a vysvětlí její význam pro popis stavu chemické rovnováhy; na základě zákona akce a reakce navrhne způsoby ovlivnění složení rovnovážné směsi; aplikuje obecné znalosti o chemické rovnováze na rovnovážné stavy v acidobazických a redoxních reakcích

(Gymnázium Zábřeh, 2019)

Škola č. 5 – Gymnázium Jeseník

ředitel: PaedDr. Antonín Javůrek

zařazení mezipředmětových vztahů v ŠVP: ANO

předmět: Chemie

učivo: Základní chemické veličiny – látkové množství, mol, molární hmotnost, Avogadrův zákon; výpočty ze vzorců (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: používá k výpočtům s látkami látkové množství, hmotnostní zlomek, molární hmotnost, relativní atomovou a molekulovou hmotnost, molární objem

učivo: Kinetika a rovnováha – rychlost chem. reakce a faktory, které ji ovlivňují, katalyzátory, Guldberg – Waageův zákon, výpočet a užití pH, indikátory (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: popíše kinetiku chemického děje, zaměří se na možnosti ovlivnění rychlosti chemické reakce, stanoví obecně rovnovážnou konstantu a uvede faktory, které ji ovlivňují; definuje pojmy kyselina a zásada, uvede vztah pro disociační konstantu, dovede určit konjugované páry, určuje kyselost a zásaditost

(Gymnázium Jeseník, 2019)

Škola č. 6 – Střední průmyslová škola chemická Brno

ředitel: Ing. Vilém Koutník, CSc.

zařazení mezipředmětových vztahů v ŠVP: ANO

obor: Aplikovaná chemie

předmět: Chemie

učivo: Základní chemické zákony: zákon zachování hmotnosti, zákon zachování energie, zákon stálých poměrů slučovacích, zákon násobných poměrů slučovacích, zákon stálých poměrů objemových, Avogadrův zákon (1. ročník)

- očekávané výstupy: vysvětlí základní chemické zákony na konkrétních příkladech, využívá Avogadrův zákon pro výpočty

učivo: Hmotnost, látkové množství: atomová hmotnostní jednotka, relativní atomová hmotnost, molární hmotnost, látkové množství, hmotnostní zlomek, výpočtové příklady (1. ročník)

- očekávané výstupy: napíše a vysvětlí vztahy pro výpočet základních chemických veličin, odvodí jednotky, objasní rozdíl mezi relativní molekulovou (atomovou) hmotností a molární (atomovou) hmotností, řeší příklady pro výpočet koncentrace roztoku

učivo: Chemické reakce: klasifikace chemických reakcí, vyčíslování chemických reakcí, stechiometrické výpočty (1. ročník)

- očekávané výstupy: určí ze zápisu reakce její typ a stechiometrické koeficienty; definuje oxidaci, redukci

(SPŠCH Brno, 2016)

Škola č. 7 – Gymnázium Olomouc – Hejčín

ředitel: PhDr. Karel Goš

zařazení mezipředmětových vztahů v ŠVP: ANO

předmět: Chemie

učivo: Prvky a sloučeniny – značky a názvy prvků, vzorce a názvy sloučenin, látkové množství, molární hmotnost, molární objem

- očekávané výstupy: používá značky významných prvků v PSP, aplikuje znalosti o oxidačních číslech a odvozuje vzorce a názvy jednoduchých sloučenin, vysvětluje pojem látkové množství, molární hmotnost, zná jednotku látkového množství, molární hmotnosti, umí vyhledat relativní atomovou hmotnost prvku z periodické tabulky, vypočítá relativní molekulovou hmotnost sloučeniny (1. ročník VG)

učivo: Chemické reakce – základní chemické zákony a chemické reakce, výpočty z chemických rovnic (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: využívá odbornou terminologii při klasifikaci, popisu a vysvětlování chemických dějů, provádí výpočty z chemických rovnic

učivo: Vodík, kyslík – vodík, kyslík, vzduch, voda, peroxid vodíku, roztoky, hmotnostní zlomek, molární koncentrace (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: rozlišuje izotopy vodíku, porovnává vlastnosti O_2 a O_3, uvádí složení vzduchu, jeho vlastnosti a znečištění, popisuje vlastnosti vody a její význam,

hodnotí využitelnost různých druhů vod, provádí chemické výpočty související s přípravou a ředěním roztoků

učivo: Redoxní děj – oxidační číslo, oxidace a redukce, oxidační a redukční činidla, vyčíslování redoxních rovnic (1. ročník VG)

- očekávané výstupy: rozeznává pojmy oxidace, redukce, aplikuje znalosti chemických zákonů při určování oxidačních čísel a úpravách chemických rovnic

učivo: Organické sloučeniny – definice organické látky a význam organické chemie, povaha kovalentní vazby mezi atomy uhlíku, typy vzorců v organické chemii, **výpočet empirického vzorce**, izomerie, typy reakcí v organické chemii (2. ročník VG)

- očekávané výstupy: vysvětluje princip kovalentní vazby, násobnost vazeb, rozlišuje stechiometrický, molekulový, racionální a strukturní vzorec, **počítá empirický vzorec**, vysvětluje pojem izomerie a uvádí jednotlivé typy, rozlišuje typy reakcí v organické chemii

(Gymnázium Olomouc – Hejčín, 2009)

Škola č. 8 - Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Emanuela Pöttinga a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Olomouc

ředitel: Mgr. Pavel Skula

zařazení mezipředmětových vztahů v ŠVP: NE

obor: Praktická sestra, Asistent zubního technika

předmět: Chemie

učivo: Směsi (1. ročník)

- očekávané výstupy: popíše základní metody oddělování složek ze směsí a jejich využití v praxi, **vyjádří složení roztoku**, připraví roztok požadovaného složení; prakticky provádí dělení směsí

učivo: Chemický děj (1. ročník)

- očekávané výstupy: vysvětlí podstatu chemických reakcí a zapíše jednoduchou chemickou reakci chemickou rovnicí, **provádí jednoduché chemické výpočty**, které lze využít v odborné praxi, provádí a vyhodnocuje jednoduché pokusy a pozorování

(SZs a VOZs Olomouc, 2019)

Tabulka 4 představuje komplexní shrnutí přehledu učiva ze školních vzdělávacích programů jednotlivých škol. Většina z vybraných škol v této diplomové práci ve svých ŠVP zmiňují mezipředmětové vztahy v souvislosti mezi předmětem chemie a ostatními vyučovacími předměty. V Tabulce 4 jsou uvedena témata učiva chemie a ke každé škole je napsán ročník, ve kterém výuka těchto témat probíhá. Pojem základní výpočty v chemii v Tabulce 4 obsahuje výpočty v následujících oblastech chemie: látkové množství, molární hmotnost, látková koncentrace, hmotnostní zlomek, apod.

		Mezipředmětové vztahy v ŠVP	Základní výpočty v chemii	Složení roztoků	Vyčíslování chemických	Výpočty z chemických rovnic	Výpočty z chemických vzorců	Výpočet pH	Termochemie
ZŠ	škola č. 1	ANO	9.	-	8.	9.	-	-	-
	škola č. 2	ANO	-	8.	-	8.	-	-	-
SŠ	škola č. 3	ANO	1.	1.	1.	1.	1.	1.	-
	škola č. 4	NE	1.	1.	1.	1.	1.	2.	2.
	škola č. 5	ANO	1.	-	-	-	-	1.	-
	škola č. 6	ANO	1.	-	1.	-	-	-	-
	škola č. 7	ANO	1.	1.	1.	1.	2.	-	-
	škola č. 8	NE	1.	1.	1.	-	-	-	-

Tabulka 4: Rozdělení učiva chemie v příslušných ročnících pro jednotlivé školy

5.2 Analýza učebnic

V rámci této diplomové práce jsem se též zabývala analýzou vybraných učebnic pro základní a střední školy. Na základní škole je učebnice hlavní oporou při studiu, na střední škole se podle mých zkušeností vyučuje především podle zpracovaných materiálů vyučujícího a učebnice slouží jako doplňkový materiál při samostudiu. V obou případech žák má k dispozici učebnici a je mu umožněno se z ní učit, a proto je důležité mít kvalitní učebnici, aby si žák nemusel dále dohledávat potřebné informace. Jelikož se v diplomové práci orientuji na mezipředmětové vztahy ve výuce matematiky a chemie a vytvářím příklady, které se dají vypočítat různými způsoby, porovnávala jsem učebnice z hlediska počtu řešených a neřešených příkladů a počtu způsobů řešení. Pokud je v tabulce (Tabulka 6 – 16) ve sloupci počet způsobů uvedeno číslo 1, znamená to, že se jedná o řešení s chemických přístupem. Jestliže se v tomto sloupci nachází

číslo 2, je řešení uvedeno jednak chemických přístupem, jednak matematickým způsobem. Pouze v kapitole učebnic o vyčíslování chemických rovnic je matematickým způsobem myšleno využití soustavy lineárních rovnic. Ve všech ostatních případech je ukázáno řešení s využitím přímé nebo nepřímé úměrnosti a výpočet je proveden pomocí trojčlenky. Výsledky uvádím pro uspořádání v tabulkách (Tabulka 6 – 16).

Zde uvádím přehledný seznam analyzovaných učebnic:

- učebnice pro základní školy:

Hravá chemie 8, Gabriela Budínská, Květoslava Štikovcová, Lucie Jelínková, Jana Jandová, 2019

Hravá chemie 9, Gabriela Budínská, Aneta Krizanová, Věra Nývltová, Petr Toman, 2019

Chemie 9 – nová generace, Jiří Škoda, Pavel Doulík, Milan Šmídl, Ivana Pelikánová, 2018

- učebnice pro střední školy:

Obecná chemie I. (Chemie pro spolužáky), Vilém Obrátil, Leoš Sáblík, 2018

Obecná chemie II. (Chemie pro spolužáky), Vilém Obrátil, Leoš Sáblík, 2018

Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl, Aleš Mareček, Jaroslav Honza, 2005

Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. díl, Jaroslav Honza, Aleš Mareček, 2005

Obecná a anorganická chemie, Vratislav Šrámek, Ludvík Kosina, 1996

Chemie pro SOŠ nechemického zaměření, Martin Čapek Adamec, 2020

Chemie pro gymnázia I. (Obecná a anorganická), Bohuslav Dušek, Vratislav Freml, 2007

Chemie – sbírka příkladů pro studenty středních škol, Aleš Mareček, Jaroslav Honza, 2001

Autor, název učebnice, rok	**Zkratka pro učebnici**	**Citace**
Budínská a kol.: Hravá chemie 8, 2019	UC-ZS-1	(Budínská et al., 2019a)
Budínská a kol.: Hravá chemie 9, 2019	UC-ZS-2	(Budínská et al., 2019b)
Škoda a kol.: Chemie 9 – nová generace, 2018	UC-ZS-3	(Škoda et al., 2018)
Obrátil, V., Sáblík, L.: Obecná chemie I. (Chemie pro spolužáky), 2018	UC-SS-1	(Obrátil, Sáblík, 2018a)
Obrátil, V., Sáblík, L.: Obecná chemie II. (Chemie pro spolužáky), 2018	UC-SS-2	(Obrátil, Sáblík, 2018b)
Mareček, A., Honza, J.: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl, 2005	UC-SS-3	(Mareček, Honza, 2005a)
Honza, J., Mareček, A.: Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. díl, 2005	UC-SS-4	(Mareček, Honza, 2005b)

Tabulka 5: Seznam analyzovaných učebnic a jim přidělené zkratky

Autor, název učebnice, rok	Zkratka pro učebnici	Citace
Šrámek, V., Kosina, L.: Obecná a anorganická chemie, 1996	UC-SS-5	(Šrámek, Kosina, 1996)
Čapek Adamec, M.: Chemie pro SOŠ nechemického zaměření, 2020	UC-SS-6	(Čapek Adamec, 2020)
Dušek, B., Freml, V.: Chemie pro gymnázia I. (Obecná a anorganická), 2007	UC-SS-7	(Dušek, Freml, 2007)
Mareček, A., Honza, J.: Chemie – sbírka příkladů pro studenty středních škol, 2001	UC-SS-8	(Mareček, Honza, 2001)

Tabulka 5: Seznam analyzovaných učebnic a jim přidělené zkratky – pokračování

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
hustota	1	0	0
hmotnostní zlomek	9	3	2
vyčíslování rovnic	10	0	0
látkové množství	13	4	1
látková koncentrace	10	3	1
molární hmotnost	13	4	1
hmotnostní zlomek	15	4	2

Tabulka 6: Analýza učebnice Hravá chemie 8 (Budínská et al., 2019a)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
vyčíslování redoxních rovnic	15	1	1
výpočty z chemických rovnic	14	3	1

Tabulka 7: Analýza učebnice Hravá chemie 9 (Budínská et al., 2019b)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
molární hmotnost	2	2	1
hmotnostní zlomek	4	4	1
látková koncentrace	3	3	1
výpočty z chemických rovnic	2	1	2

Tabulka 8: Analýza učebnice Chemie 9 – nová generace (Škoda et al., 2018)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
násobný poměr slučovací	2	1	2
poločas rozpadu	2	1	1

Tabulka 9: Analýza učebnice Obecná chemie I. (Chemie pro spolužáky) (Obrátil, Sáblík, 2018a)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
relativní atomová hmotnost	10	4	1
látkové množství	9	3	1
rozpustnost, součin rozpustnosti	8	3	1
hustota	3	1	1
hmotnostní zlomek	4	1	1
objemový zlomek	2	1	1
koncentrace	8	2	1
výpočty z chemického vzorce	11	3	1
ideální plyn	8	1	1
vyčíslování chemické rovnice	8	5	2
výpočty z chemických rovnic	14	4	2
rychlost chemické reakce	3	1	1
ředění roztoků	12	5	1
rovnovážná konstanta	1	1	1
výpočty pH	10	5	1
termodynamika	5	3	1
termochemie	8	3	1
elektrochemie	2	1	1
elektrolýza	5	1	1

Tabulka 10: Analýza učebnice Obecná chemie II. (Chemie pro spolužáky) (Obrátil, Sáblík, 2018b)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
látkové množství	11	2	2
vyčíslování chemické rovnice	20	4	2
výpočty z chemických rovnic	12	3	1
hmotnostní zlomek	7	4	1
objemový zlomek	6	3	1
molární koncentrace	16	6	2
ředění roztoků	5	2	2
koncentrace roztoků a výpočty z rovnic	9	4	2
termochemie	9	4	2
kinetika	2	1	1
výpočet pH	6	3	1

Tabulka 11: Analýza učebnice Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl (Mareček, Honza, 2005a)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
Elektrochemie	4	1	1

Tabulka 12: Analýza učebnice Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. díl (Mareček, Honza, 2005b)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
hmotnost atomů a molekul	7	5	1
látkové množství	14	7	2
Avogadrův zákon	1	1	1
vyčíslování rovnic	43	9	2
termochemie	1	1	1
výpočet pH	4	2	1
hmotnostní zlomek	19	10	2
výpočty ze vzorce	7	3	1
výpočty z chemických rovnic	17	6	2
objemový zlomek	3	3	2
látková koncentrace	5	2	2
Ředění a směšování roztoků	6	2	2

Tabulka 13: Analýza učebnice Obecná a anorganická chemie (Šrámek, Kosina, 1996)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
látkové množství	8	0	0
hmotnostní a objemový zlomek	5	0	0
látková koncentrace	1	0	0
výpočty z chemických rovnic	2	0	0

Tabulka 14: Analýza učebnice Chemie pro SOŠ nechemického zaměření (Čapek Adamec, 2020)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
složení směsí	5	3	1
molární hmotnost	1	1	1
látková koncentrace	1	0	0
výpočty z chemických rovnic	3	1	2
reakční teplo	3	1	1
součin rozpustnosti	1	0	0
výpočet pH	2	0	0
elektrochemie	1	0	0

Tabulka 15: Analýza učebnice Chemie pro gymnázia I. (Obecná a anorganická) (Dušek, Freml, 2007)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
látkové množství	40	9	2
vyčíslování chemické rovnice	81	3	1
výpočty z chemických rovnic	39	7	1
hmotnostní zlomek	40	8	2
objemový zlomek	14	7	1
molární koncentrace	79	15	2
ředění roztoků	22	7	2
výpočty z chemického vzorce	26	4	1

Tabulka 16: Analýza učebnice Chemie – sbírka příkladů pro studenty středních škol (Mareček, Honza, 2001)

učivo	počet příkladů celkem	počet řešených příkladů	počet způsobů řešení
termochemie	12	4	2
elektrochemie	16	5	2
výpočet pH	58	13	1
součin rozpustnosti	11	3	2

Tabulka 16: Analýza učebnice Chemie – sbírka příkladů pro studenty středních škol – pokračování (Mareček, Honza, 2001)

Pro snadnější porovnávání učebnic jsem zhotovila shrnující Tabulku 17 pro učebnice základní školy, ve které jsem se soustředila na jednotlivé učivo využívající početní úkony. Analogicky jsem postupovala i pro analýzu učebnic středních škol (Tabulka 18). Pro rozbor učebnic středních škol jsem brala ohled také na tematické celky učiva ve vyučovacím předmětu chemie, které jsou sumarizovány v Tabulce 4 (str. 28) v kapitole 5.2 Analýza ŠVP. Podle těchto tematických celků jsem upravila souhrnnou Tabulku 18.

		látkové množství	hmotnostní zlomek	koncentrace	molární hmotnost	vyčíslování rovnic	výpočty z rovnic
UC-ZS-1	řešené	4	3	3	4	0	-
	neřešené	9	6	7	9	10	-
UC-ZS-2	řešené	-	-	-	-	1	3
	neřešené	-	-	-	-	14	11
UC-ZS-3	řešené	-	4	3	2	-	1
	neřešené	-	0	0	0	-	1

Tabulka 17: Porovnání učebnic v počtu řešených a neřešených příkladů pro základní školy

		ZÁKLADNÍ VÝPOČTY				složení roztoků	výpočty z chem. vzorce	vyčíslování rovnic	výpočty z rovnic	výpočty pH	termochemie
		látkové množství	hmotnostní zlomek	objemový zlomek	koncentrace						
UC-SS-2	řešené	3	1	1	2	5	3	5	4	5	3
	neřešené	6	3	1	6	7	8	3	10	5	5
UC-SS-3	řešené	2	4	3	4	2	-	4	3	3	4
	neřešené	9	3	3	5	3	-	16	9	3	5
UC-SS-5	řešené	7	10	3	2	2	3	9	6	2	1
	neřešené	7	9	0	3	4	4	34	11	2	0
UC-SS-6	řešené	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	neřešené	8	5		1	-	-	-	2	-	-
UC-SS-7	řešené	-	-	-	0	2	-	-	1	0	1
	neřešené	-	-	-	1	3	-	-	2	2	2
UC-SS-8	řešené	9	8	7	15	7	4	3	7	13	4
	neřešené	31	32	7	64	15	22	78	32	45	8

Tabulka 18: Porovnání učebnic v počtu řešených a neřešených příkladů pro střední školy

6 Pedagogický výzkum

Během své 2. souvislé pedagogické praxe na Gymnáziu Zábřeh jsem se rozhodla provést průzkum, zda žáci při řešení příkladů využívají více logický přístup řešení příkladů nebo zda aplikují naučené vzorce při řešení příkladů. Použila jsem pro zkoumání dvě třídy – šestý a sedmý ročník osmiletého gymnázia. V obou třídách jsem nechala žáky vypočítat dva příklady, přičemž oba příklady byly velmi jednoduché a vyřešit by jej měli žáci 7. ročníku základních škol. Zadání a vzorové řešení těchto příkladů je uvedeno níže v textu. Součástí každého příkladu je také tabulka s počty žáků, v níž je uvedeno, kolik žáků příklad vyřešilo a jakým způsobem. Ve třídě šestého ročníku osmiletého gymnázia jsem měla možnost vyšetřovat 26 žáků, ve třídě sedmého ročníku osmiletého gymnázia 28 žáků.

Průzkum jsem pro větší možnosti srovnání uskutečnila také s obory Praktická sestra a Asistent zubního technika na Střední zdravotnické škole Olomouc. V obou oborech probíhalo testování v rámci 1. ročníku SŠ. Volila jsem stejné příklady jako v průzkumu na Gymnáziu Zábřeh. Jak uvádím v kapitole 5.2 Analýza ŠVP této diplomové práce, oba obory mají stejný školní vzdělávací program v předmětu chemie. Z oboru Praktická sestra se výzkumu zúčastnilo 26 žáků a z oboru Asistent zubního technika 26 žáků.

Níže uvádím zadání a možné řešení jednotlivých příkladů.

Příklad 1: Kolik gramů hydroxidu draselného potřebujeme pro přípravu 250 g 10% roztoku hydroxidu draselného?

Řešení:

a) pomocí vzorců

$$m_{KOH} = w_{KOH} \cdot m_{roztok} = 0{,}1 \cdot 250 = 25\ g$$

b) trojčlenkou

100 % ..... 250 g

10 % ..... x g

$$x = \frac{10}{100} \cdot 250 = 25\ g$$

c) přes procenta

1 % …… 250:100 = 2,5 g

10 % …….. 2,5 · 10 = 25 g

Odpověď: Potřebujeme 25 g hydroxidu draselného.

Příklad 2: Bronz je slitina mědi a cínu. Jaká je hmotnost cínu v bronzové sošce o hmotnosti 550 g, jestliže tento bronz obsahuje 33 % cínu?

Řešení:

a) pomocí vzorců

$$m_A = w_A \cdot m_{směs} = 0{,}33 \cdot 550 = 181{,}5\ g$$

b) trojčlenkou

100 % …… 550 g

33 % …… x g

$$x = \frac{33}{100} \cdot 550 = 181{,}5\ g$$

c) přes procenta

1 % …… 550:100 = 5,5 g

33 % …….. 5,5 · 33 = 181,5 g

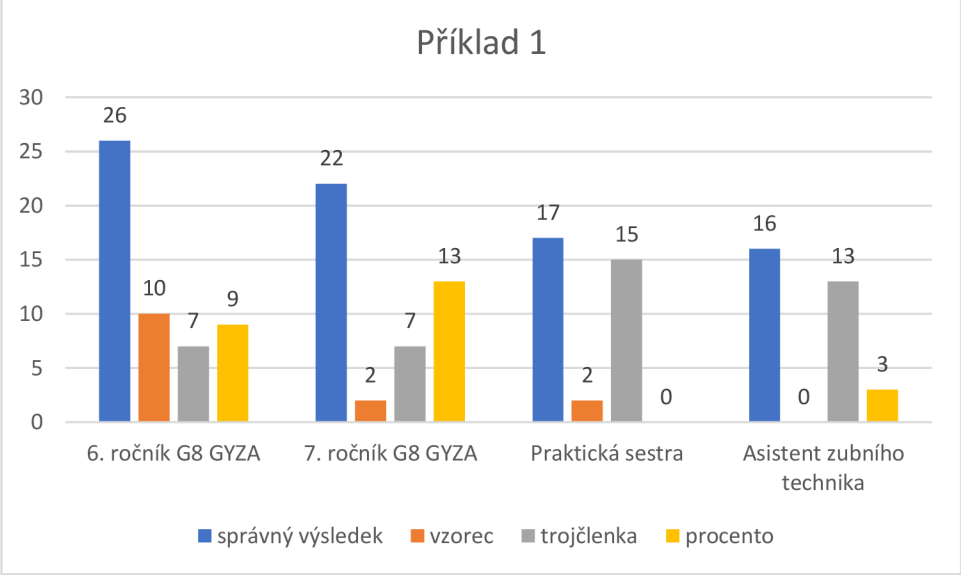
Odpověď: Soška obsahuje 181,5 g cínu.

Výsledky svého bádání jsem shrnula v tabulkách, které jsou vyplněny následovně: 1 – splněno, žák má; 0 – nesplněno, žák nemá. Každá tabulka je určena pro jednu konkrétní třídu. Celý průzkum byl anonymní, žáci pouze pro porovnávání zveřejnili, jestli jsou mužského nebo ženského pohlaví. Tyto tabulky jsou uvedeny v přílohách na konci diplomové práce (Příloha č. 1 – 8).

Souhrnně jsem ještě do Tabulky 19 zapsala, kolik žáků příklad č. 1 vyřešilo a jakým způsobem ke správnému řešení dospělo, také jsem do ní uvedla počet žáků, jež ve vyřešení příkladu č. 1 nebyli úspěšní. Obdobným způsobem jsem zpracovala Tabulku 20 pro příklad č. 2. Četnost jednotlivých řešení u jednotlivých oborů je graficky znázorněno pro příklad č. 1 na Grafu 1, pro příklad č. 2 na Grafu 2.

počet žáků	**celkem**	**správný výsledek**	**řešení pomocí vzorců**	**řešení pomocí trojčlenky**	**řešení pomocí procent**	**chybný nebo žádný výsledek**
6. ročník G8 GYZA	26	26	10	7	9	0
7. ročník G8 GYZA	28	22	2	7	13	6
Praktická sestra	26	17	2	15	0	9
Asistent zubního technika	26	16	0	13	3	10

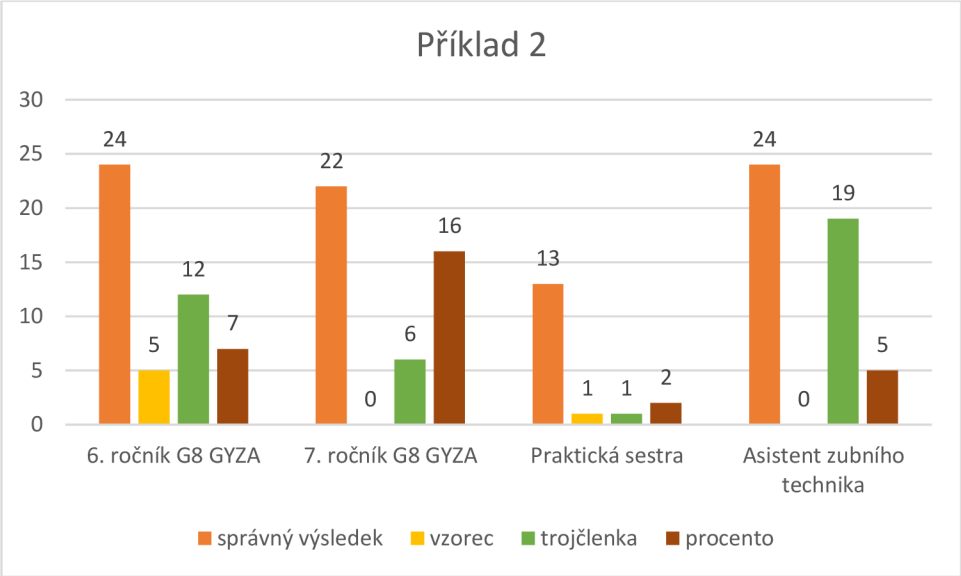
Tabulka 19: Shrnutí výsledků žáků pro příklad č. 1



Graf 1: Zastoupení způsobů řešení u příkladu č. 1

počet žáků	celkem	správný výsledek	řešení pomocí vzorců	řešení pomocí trojčlenky	řešení pomocí procent	chybný nebo žádný výsledek
6. ročník G8 GYZA	26	24	5	12	7	2
7. ročník G8 GYZA	28	22	0	6	16	6
Praktická sestra	26	13	1	10	2	13
Asistent zubního technika	26	24	0	19	5	2

Tabulka 20: Shrnutí výsledků žáků pro příklad č. 2



Graf 2: Zastoupení způsobů řešení u příkladu č. 2

7 Soubor výpočtových úloh pro různá témata na SŠ

Pozn.: Při výpočtech, kde se objevuje látkové množství, hmotnostní zlomek a objemový zlomek zaokrouhlujeme hodnoty těchto veličin na 4 desetinná místa.

7.1 Hmotnostní zlomek

Teorie

Hmotnostní zlomek využíváme k vyjadřování procentuálního zastoupení látky A v roztoku nebo ve směsi. Lze tedy tímto způsobem vyjádřit zastoupení prvku v určité sloučenině v procentech nebo koncentraci roztoků.

Hmotnostní zlomek značíme w_A. Hmotnostní zlomek látky A ve směsi je definován jako podíl hmotnosti látky A ku celkové hmotnosti směsi:

$$w_A = \frac{m_A}{m_C}$$

w_A … hmotnostní zlomek látky A ve směsi

m_A … hmotnost látky A

m_C … hmotnost celku

Počítáme-li koncentraci roztoku, využíváme upravený vztah:

$$w_A = \frac{m_A}{m_\odot} = \frac{m_A}{m_A + m_R}$$

w_A … hmotnostní zlomek látky A v roztoku

m_A … hmotnost látky A

m_R… hmotnost rozpouštědla

$m_\odot$ … hmotnost roztoku, kde $m_\odot = m_A + m_R$

Hmotnostní procento určité složky ve směsi (v roztoku) dostaneme vynásobením jejího hmotnostního zlomku stem:

$$hm.\% = w \cdot 100$$

(Mareček, Honza, 2005a)

Řešené příklady:

1. Jaký je hmotnostní zlomek KNO_3 v roztoku, který vznikl rozpuštěním 35 g dusičnanu draselného ve 120 g vody?

řešení 1:

a) vystačíme si s definicí hmotnostního zlomku, použijeme následující vzorec

$$w_{KNO_3} = \frac{m_{KNO_3}}{m_{KNO_3} + m_{vody}} = \frac{35}{35 + 120} = \frac{35}{125} = 0{,}2258$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) nejprve je nutné si vypočítat hmotnost celého roztoku

$$m_{roztoku} = m_{KNO_3} + m_{vody} = 35 + 120 = 155\ g$$

b) sestavíme trojčlenku, úvahou zjistíme, že 100 % je hmotnost roztoku

155 g roztoku ..... 100 %

35 g KNO_3 ..... x %

$$\frac{x}{100} = \frac{35}{155}$$

$$x = \frac{35}{155} \cdot 100$$

$$x = 22{,}58$$

c) je nutné si uvědomit, že při výpočtu pomocí trojčlenky dostáváme rovnou hmotnostní procenta, vydělením čísla 22,58 stem získáme hodnotu hmotnostního zlomku 0,2258

Odpověď: Hmotnostní zlomek KNO_3 v roztoku je 0,2258.

2. Kolik gramů vody budeme potřebovat, aby byl z 1,8 g KCl připraven roztok chloridu draselného, ve kterém je hmotnostní zlomek chloridu draselného 0,15?

řešení 1:

a) vystačíme si s definicí hmotnostního zlomku, využijeme následující vzorec

$$w_{KCl} = \frac{m_{KCl}}{m_{roztoku}} = \frac{m_{KCl}}{m_{KCl} + m_{vody}}$$

b) nejprve vypočteme hmotnost celého roztoku

$$m_{roztoku} = \frac{m_{KCl}}{w_{KCl}} = \frac{1{,}80}{0{,}15} = 12{,}00\ g$$

c) odečtením hmotnosti KCl od hmotnosti celého roztoku získáme hmotnost vody

$$m_{voda} = m_{roztok} - m_{KCl} = 12{,}0 - 1{,}8 = 10{,}2\ g$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) pomocí trojčlenky vypočítáme hmotnost celého roztoku, úvahou zjistíme, že 15 % je hmotnost KCl, tedy 15 % odpovídá 1,8 g

1,8 g KCl ..... 15 %

x g roztoku ..... 100 %

$$\frac{x}{1{,}8} = \frac{100}{15}$$

$$x = \frac{100}{15} \cdot 1{,}8$$

$$x = 12{,}0\ g$$

c) hmotnost celého roztoku je 12 g, je nutné vypočítat hmotnost vody, od hmotnosti celého roztoku odečteme hmotnost KCl

$$m_{voda} = m_{roztok} - m_{KCl} = 12{,}0 - 1{,}8 = 10{,}2\ g$$

Odpověď: Na přípravu roztoku budeme potřebovat 10,2 g vody.

3. Jaký bude hmotnostní zlomek síranu zinečnatého v roztoku, který vznikl rozpuštěním 45 g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ v 500 g vody?

$M_r(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) = 287,56$, $M_r(ZnSO_4) = 161,45$

řešení 1:

a) vypočítáme hmotnostní zlomek síranu zinečnatého v heptahydrátu síranu zinečnatého

$$w_{ZnSO_4} = \frac{M_r(ZnSO_4)}{M_r(ZnSO_4 \cdot 7H_2O)} = \frac{161{,}45}{287{,}56} = 0{,}56$$

b) vypočítáme hmotnost síranu zinečnatého ve 45 g heptahydrátu síranu zinečnatého

$$m_{ZnSO_4} = w_{ZnSO_4} \cdot m_{ZnSO_4 \cdot 7H_2O} = 0{,}56 \cdot 45 = 25{,}20\ g$$

c) vypočteme hmotnostní zlomek síranu zinečnatého v roztoku

$$w_{ZnSO_4} = \frac{m_{ZnSO_4}}{m_{ZnSO_4 \cdot 7H_2O} + m_{vody}} = \frac{25{,}20}{45 + 500} = 0{,}0462$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) pomocí trojčlenky vypočítáme hmotnost síranu zinečnatého ve 45 g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

161,45 g $ZnSO_4$ …….. 287,56 g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

x g ……45 g

$$\frac{x}{161{,}45} = \frac{45}{287{,}56}$$

$$x = \frac{45}{287{,}56} \cdot 161{,}45 = 25{,}27\ g$$

b) potřebujeme vypočítat hmotnost celého roztoku, kterou získáme sečtením hmotnosti vody a hmotnosti heptahydrátu síranu zinečnatého

$$m_{roztoku} = m_{ZnSO_4 \cdot 7H_2O} + m_{vody} = 45 + 500 = 545\ g$$

c) sestavíme trojčlenku a vypočítáme hmotnostní zlomek síranu zinečnatého v roztoku

545 g …….. 100 %

25,27 g …….. x %

$$\frac{25{,}27}{545} = \frac{x}{100}$$

$$x = \frac{25{,}27}{545} \cdot 100 = 4{,}63\ \%$$

d) je nutné si uvědomit, že při výpočtu pomocí trojčlenky dostáváme rovnou hmotnostní procenta, vydělením čísla 4,63 stem získáme hodnotu hmotnostního zlomku 0,0463

Odpověď: Hmotnostní zlomek síranu zinečnatého v roztoku je 0,0462. (Pozn.: V důsledku zaokrouhlování v průběhu příkladu u řešení 2 se výsledek liší o 0,0001 a vychází 0,0463).

4. Ve které z uvedených sloučenin PH_3, P_4O_6, P_4O_{10} je nejmenší procentuální obsah fosforu?

($M_r(PH_3) = 33,998$, $M_r(P_4O_6) = 219,890$, $M_r(P_4O_{10}) = 283,886$, $A_r(P) = 30,974$)

řešení 1:

a) vypočítáme hmotnostní zlomky a hmotnostní procenta fosforu v jednotlivých sloučeninách

$$w_P = \frac{A_r(P)}{M_r(PH_3)} = \frac{30{,}974}{33{,}998} = 0{,}9111 \qquad \text{v \%: } 91{,}11\ \%$$

$$w_P = \frac{4 \cdot A_r(P)}{M_r(P_4O_6)} = \frac{4 \cdot 30{,}974}{219{,}890} = 0{,}5634 \qquad \text{v \%: } 56{,}34\ \%$$

$$w_P = \frac{4 \cdot A_r(P)}{M_r(P_4O_{10})} = \frac{4 \cdot 30{,}974}{283{,}886} = 0{,}4364 \qquad \text{v \%: } 43{,}64\ \%$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) sestavíme trojčlenky pro výpočet procentuálního zastoupení fosforu v jednotlivých sloučeninách

P v PH_3:

33,998 …… 100 %

30,974 …… x %

$$\frac{x}{100} = \frac{30{,}974}{33{,}998}$$

$$x = \frac{30{,}974}{33{,}998} \cdot 100 = 91{,}11\ \%$$

P v P_4O_6:

219,89 …… 100 %

$4 \cdot 30{,}974$ …… x %

$$\frac{x}{100} = \frac{4 \cdot 30{,}974}{219{,}890}$$

$$x = \frac{4 \cdot 30{,}974}{219{,}89} \cdot 100 = 56{,}34\ \%$$

P v P_4O_{10}:

283,886 …… 100 %

$4 \cdot 30{,}974$ …… x %

$$\frac{x}{100} = \frac{4 \cdot 30{,}974}{283{,}886}$$

$$x = \frac{4 \cdot 30{,}974}{283{,}886} \cdot 100 = 43{,}64\ \%$$

Odpověď: Nejmenší procentuální obsah fosforu je ve sloučenině P_4O_{10}, a to 43,64 %.

5. Kolik vody je potřeba na rozpuštění 25 g NaCl, jestliže má být připraven 15% roztok chloridu sodného?

řešení 1:

a) vyjdeme z definice hmotnostního zlomku $w_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{m_{roztoku}}$ a vypočteme hmotnost roztoku

$$m_{roztoku} = \frac{m_{NaCl}}{w_{NaCl}} = \frac{25{,}00}{0{,}15} = 166{,}67\ g$$

b) hmotnost vody vypočteme jako rozdíl hmotnosti roztoku a hmotnosti NaCl.

$$m_{voda} = m_{roztok} - m_{NaCl} = 166{,}67 - 25{,}00 = 141{,}67\ g$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) zadání příkladu nám říká, že 15% hmotnosti roztoku je 25 g NaCl, pomocí trojčlenky vypočítáme hmotnost roztoku

15 % ..... 25 g

100 % ..... x g

$$x = \frac{100}{15} \cdot 25 = 166{,}67\ g$$

b) hmotnost vody vypočteme jako rozdíl hmotnosti roztoku a hmotnosti NaCl

$$m_{voda} = m_{roztok} - m_{NaCl} = 166{,}67 - 25{,}00 = 141{,}67\ g$$

Odpověď: Je potřeba 141,67 g vody.

7.2 Objemový zlomek

Teorie

U roztoků vzniklých smísením kapalin se jejich koncentrace vyjadřuje pomocí objemového zlomku a objemových procent. Objemový zlomek látky A v roztoku je definován následující formulí:

$$\varphi_A = \frac{V_A}{V_\odot}$$

φ_A … objemový zlomek látky A v roztoku

V_A … objem látky A

$V_\odot$… objem celého roztoku

Koncentraci vyjádřenou pomocí objemových procent získáme vynásobením objemového zlomku φ_A stem.

$$obj.\% = \varphi_A \cdot 100$$

(Mareček, Honza, 2005a)

Řešené příklady:

1. Roztok methanolu o objemu 750 cm^3 byl připraven zředěním 280 cm^3 absolutního methanolu. Jaká je koncentrace roztoku vyjádřená v objemových procentech?

řešení 1:

a) vyjdeme z definice objemového zlomku a dosadíme do základního vztahu

$$\varphi_{methanol} = \frac{V_{methanol}}{V_{roztok}} = \frac{280}{750} = 0{,}3733$$

b) objemový zlomek přepočítáme na objemové procento

$$\varphi_{methanol}\,(\%) = 0{,}3733 \cdot 100\,\% = 37{,}33\,\%$$

řešení 2 (učivo M: nepřímá úměrnost, trojčlenka):

a) sestavíme trojčlenku, doplníme hodnoty, jen si musíme dát pozor, že se jedná o nepřímou úměrnost

↑ 100 % ..... 280 cm^3 ↓

x % ..... 750 cm^3

x = 37,33 %

Odpověď: Koncentrace roztoku methanolu je 37,33 objemových %.

2. Roztok byl připraven zředěním 90 g absolutního methanolu na celkový objem 550 cm^3. Vyjádřete koncentraci roztoku methanolu v objemových procentech. ($\rho_{methanol} = 0{,}7917\ g \cdot cm^{-3}$)

řešení 1:

a) nejprve je nutné vypočítat objem roztoku absolutního methanolu, využijeme vztah pro výpočet hustoty

$$V_{methanol} = \frac{m_{methanol}}{\rho_{methanol}} = \frac{90}{0{,}7917} = 113{,}68\ cm^3$$

b) nyní využijeme vztah pro výpočet objemového zlomku a převedeme jej na objemová procenta

$$\varphi_{methanol} = \frac{V_{methanol}}{V_{roztok}} = \frac{113{,}68}{550} = 0{,}2067$$

$$\varphi_{methanol}\ (\%) = 0{,}2067 \cdot 100\ \% = 20{,}67\ \%$$

řešení 2 (učivo M: nepřímá úměrnost, trojčlenka):

a) nejprve je nutné vypočítat objem roztoku absolutního methanolu, využijeme vztah pro výpočet hustoty

$$V_{methanol} = \frac{m_{methanol}}{\rho_{methanol}} = \frac{90}{0{,}7917} = 113{,}68\ cm^3$$

b) sestavíme trojčlenku, doplníme hodnoty, jen si musíme dát pozor, že se jedná o nepřímou úměrnost

100 % ..... 113,68 cm^3

x % ..... 550,00 cm^3

x = 20,67 %

Odpověď: Koncentrace roztoku methanolu je 20,67 objemových %.

3. K 350 cm^3 roztoku ethanolu o koncentraci 36,8 % obj. ($\rho = 0,95298\ g \cdot cm^{-3}$) bylo přidáno 150 g vody. Vypočítejte koncentraci připraveného roztoku ve hmotnostních %, jestliže $\rho_{ethanol} = 0,78924\ g \cdot cm^{-3}$.

řešení 1:

a) vycházíme ze základního vztahu pro výpočet objemového zlomku a vypočteme objem absolutního ethanolu

$$\varphi_{ethanol} = \frac{V_{ethanol}}{V_{roztoku\ (36,8\%)}}$$

$$V_{ethanol} = \varphi_{ethanol} \cdot V_{roztoku\ (36,8\%)} = 0,368 \cdot 350 = 128,8\ cm^3$$

b) nyní vypočítáme hmotnost absolutního ethanolu pomocí vztahu pro výpočet hustoty

$$m_{ethanol} = \rho_{ethanol} \cdot V_{ethanol} = 0,78924 \cdot 128,8 = 101,65\ g$$

c) vypočítáme pomocí vztahu pro výpočet hustoty také hmotnost 36,8 % obj. roztoku ethanolu

$$m_{36,8\%\ roztok} = \rho_{36,8\%\ roztok} \cdot V_{36,8\%\ roztok} = 0,95298 \cdot 350 = 333,54\ g$$

d) koncentraci připraveného roztoku vypočteme ze vztahu pro výpočet hmotnostního zlomku a přepočítáme na hmotnostní procento

$$w = \frac{m_{ethanol}}{m_{36,8\%\ roztok} + m_{voda}} = \frac{101,65}{333,54 + 150} = 0,2102$$

$$w\ (\%) = 0,2102 \cdot 100\ \% = 21,02\ \%$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměrnost, nepřímá úměrnost):

a) sestavíme trojčlenku pro výpočet objemu absolutního ethanolu v původním roztoku, jedná se o nepřímou úměrnost

36,8 % ..... 350 cm^3

100 % ..... x cm^3

x = 128,8 cm^3

b) nyní vypočítáme hmotnost absolutního ethanolu pomocí vztahu pro výpočet hustoty

$$m_{ethanol} = \rho_{ethanol} \cdot V_{ethanol} = 0{,}78924 \cdot 128{,}8 = 101{,}65\ g$$

c) vypočítáme pomocí vztahu pro výpočet hustoty také hmotnost 36,8 % obj. roztoku ethanolu

$$m_{36{,}8\%\ roztok} = \rho_{36{,}8\%\ roztok} \cdot V_{36{,}8\%\ roztok} = 0{,}95298 \cdot 350 = 334{,}54\ g$$

d) vypočítáme hmotnost nového roztoku

$$m_{36{,}8\%\ roztok} + m_{voda} = 334{,}54 + 150 = 483{,}54\ g$$

e) sestavíme trojčlenku pro výpočet hmotnostního zlomku v nově připraveném roztoku, zde se jedná o přímou úměrnost

100 % ..... 483,54 g

x % ..... 101,65 g

x = 21,02 %

Odpověď: Koncentrace připraveného roztoku je 21,02 hmotnostních %.

7.3 Látkové množství

Teorie

1 mol odpovídá počtu částic, který je roven počtu atomů ve 12 g nuklidu uhlíku ^{12}C. Avogadrova konstanta N_A určuje počet částic v jednom molu, hodnota Avogadrovy konstanty je $6{,}022 \cdot 10^{23}$ mol^{-1} (částic). Základní formule pro výpočet látkového množství je

$$n = \frac{N}{N_A}, \text{ kde}$$

n … látkové množství,

N … počet částic,

N_A … Avogadrova konstanta.

(Obrátil, Sáblík, 2018b)

Látkové množství n látky lze vypočítat pomocí hmotnosti m této látky a její molekulové hmotnosti M:

$$n = \frac{m}{M}$$

U plynných látek lze pro výpočet látkového množství využívat následujícího vzorce, jelikož objem 1 molu jakéhokoliv plynu je za normálních podmínek 22,41 dm^3:

$$n = \frac{V}{V_m}, \text{ kde}$$

n … látkové množství plynu

V … objem plynu

V_m …molární objem, V_m = 22,41 dm^3.

(Mareček, Honza, 2005a)

Řešené příklady:

1. Vypočítejte hmotnost oxidu železitého, jestliže znáš jeho látkové množství n = 0,0850 mol. $M(Fe_2O_3) = 159,69\ g/mol$

řešení 1:

a) vyjdeme ze základního vztahu pro výpočet látkového množství $n = \frac{m}{M}$ a vypočítáme hmotnost

$$m = n \cdot M = 0{,}0850 \cdot 159{,}69 = 13{,}57\ g$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) sestavíme trojčlenku pro výpočet hmotnosti 0,0850 molu oxidu železitého, víme, že údaj $M(Fe_2O_3) = 159{,}69\ g/mol$ nám říká, že je 1 mol má hmotnost 159,69 g

1 mol ..... 159,69 g

0,0850 mol ..... x g

x = 13,57 g

Odpověď: Hmotnost 0,0850 mol oxidu železitého je 13,57 g.

2. Vypočítejte, kolik molekul vod obsahuje 0,15 mol vody.

řešení 1:

a) vyjdeme ze základního vztahu pro výpočet látkového množství $n = \frac{N}{N_A}$

$$N = n \cdot N_A = 0{,}15 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 9{,}033 \cdot 10^{22}\ molekul$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) sestavíme trojčlenku pro výpočet počtu molekul, víme, že 1 mol obsahuje $6{,}022 \cdot 10^{23}$ molekul, jedná se o přímou úměrnost

1 mol ..... $6{,}022 \cdot 10^{23}$ molekul

0,15 mol ..... x molekul

x = $9{,}033 \cdot 10^{22}\ molekul$

Odpověď: 0,15 mol vody obsahuje $9{,}033 \cdot 10^{22}$ molekul vod.

3. Vypočítejte látkové množství aniontů chloridových v 538,14 g $CoCl_2 \cdot 6\,H_2O$. $M(CoCl_2 \cdot 6\,H_2O) = 236,93\ g/mol$

řešení (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) sestavíme trojčlenku pro výpočet látkového množství aniontů chloridových v hexahydrátu chloridu kobaltnatého, ze vzorce $CoCl_2 \cdot 6\,H_2O$ vidíme, že obsahuje 2 moly chloridových aniontů

236,93 g ..... 2 mol Cl^-

538,14 g ..... x mol Cl^-

x = 4,5426 mol

Odpověď: Látkové množství aniontů chloridových je 4,5426 mol.

4. Je za normálních podmínek obsaženo více molekul ve 20 dm^3 vodíku H_2 nebo v 50 g dusíku N_2? (A_r (N) = 14)

řešení 1:

a) vypočítáme látkové množství 20 dm^3 vodíku

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{20}{22,41} = 0,8925\ mol$$

b) vypočítáme látkové množství 50 g dusíku

$$n = \frac{m}{M(N_2)} = \frac{50}{2 \cdot 14} = 1,7857\ mol$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) sestavíme trojčlenku pro výpočet látkového množství 20 dm^3 vodíku

1 mol ..... 22,41 dm^3

x mol ..... 20 dm^3

x = 0,8925 mol

b) sestavíme trojčlenku pro výpočet látkové množství 50 g dusíku

1 mol ..... 28 g

x mol ..... 50 g

x = 1,7857 mol

Pozn.: Je evidentně vidět, že látkové množství 50 g dusíku je větší než látkové množství 20 dm^3 vodíku, tudíž také počet molekul 50 g dusíku je větší než látkové množství 20 dm^3 vodíku.

Odpověď: Více molekul je obsaženo v 50 g dusíku.

5. Zjistěte, jaký je počet molů NO a počet molekul NO v 5,5 dm^3 oxidu dusnatého. Objem je měřen za normálních podmínek.

řešení 1:

a) vypočítáme počet molů NO

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{5{,}5}{22{,}41} = 0{,}2454\ mol$$

b) vypočítáme počet molekul NO

$$N = n \cdot N_A = 0{,}2454 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 1{,}48 \cdot 10^{23}\ molekul$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra):

a) sestavíme trojčlenku pro výpočet molů NO

1 mol ..... 22,41 dm^3

x mol ..... 5,5 dm^3

x = 0,2454 mol

b) sestavíme trojčlenku pro výpočet molekul NO

1 mol ..... $6{,}022 \cdot 10^{23}$ molekul

0,2454 mol ..... x molekul

x = $1{,}48 \cdot 10^{23}$ molekul

Odpověď: V 5,5 dm^3 oxidu dusnatého je 0,2454 mol NO a $1{,}48 \cdot 10^{23}$ *molekul* NO.

7.4 Roztoky

7.4.1 Molární koncentrace

Teorie

Molární koncentrace je nejvíce užívaná veličina pro vyjádření koncentrace roztoků. Je určena jako počet molů dané látky rozpuštěné v roztoku určitého objemu, nejčastěji je údaj vztažen k roztoku o objemu 1 dm^3. Pro výpočet molární koncentrace se využívá vztahu

$$c_A = \frac{n_A}{V}, \text{ kde}$$

c_A … molární koncentrace dané látky A,

n_A … látkové množství dané látky A,

V … objem roztoku.

Základní jednotkou molární koncentrace je podle SI $mol \cdot m^{-3}$, avšak mnohem více se používá $mol \cdot dm^{-3}$.

(Mareček, Honza, 2005a)

Řešené příklady:

1. Vypočítejte molární koncentraci 0,02 mol síranu sodného v 1 000 ml vody. Změnu objemu zanedbejte.

řešení:

a) vycházíme ze základního vztahu pro výpočet molární koncentrace

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}02}{1} = 0{,}02\ mol \cdot dm^{-3}$$

Odpověď: Molární koncentrace 0,02 molu síranu sodného v 1 000 ml vody je $0{,}02\ mol \cdot dm^{-3}$.

2. Kolik g bromidu draselného musí laborant navážit, jestliže připravuje 0,5 litru roztoku bromidu draselného o molární koncentraci $0,03\ mol \cdot dm^{-3}$? (M (KBr) = 119 g/mol)

řešení:

a) využijeme upraveného vztahu pro výpočet molární koncentrace, ve kterém vystupuje hmotnost látky a molární hmotnost látky, pomocí tohoto vztahu vypočítáme hmotnost

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$m = c \cdot M \cdot V = 0{,}03 \cdot 119 \cdot 0{,}5 = 1{,}79\ g$$

Odpověď: Laborant musí navážit 1,79 g bromidu draselného.

3. Kolik cm^3 30% roztoku HNO_3 ($\rho = 1,1800\ g \cdot cm^{-3}$) je potřeba k přípravě 650 cm^3 roztoku kyseliny dusičné o koncentraci 1,5 mol/l? (M(HNO_3) = 63 g/mol)

řešení:

a) nejprve vypočítáme látkové množství kyseliny dusičné v roztoku kyseliny dusičné o koncentraci 1,5 mol/l

$$n = c \cdot V = 1{,}5 \cdot 0{,}65 = 0{,}975\ mol$$

b) vypočítáme hmotnost čisté kyseliny dusičné v roztoku kyseliny dusičné o koncentraci 1,5 mol/l

$$m = n \cdot M = 0{,}975 \cdot 63 = 61{,}425\ g$$

c) vypočítáme hmotnost roztoku pomocí hmotnostního zlomku, známe z předchozího kroku hmotnost čisté kyseliny dusičné a ze zadání známe hmotnostní zlomek kyseliny dusičné v roztoku

$$m(roztok) = \frac{m}{w} = \frac{61{,}425}{0{,}300} = 204{,}750\ g$$

d) objem 30% roztoku kyseliny dusičné přepočítáme ze vzorce pro výpočet hustoty

$$V = \frac{m(roztok)}{\rho} = \frac{204{,}750}{1{,}1800} = 173{,}52\ cm^3$$

Odpověď: Na přípravu 650 cm^3 roztoku kyseliny dusičné o koncentraci 1,5 mol/l je potřeba 173,52 cm^3 30% roztoku kyseliny dusičné.

4. Kolik ml 20% roztoku hydroxidu sodného o hustotě 1,2191 $g \cdot cm^{-3}$ je potřeba pro přípravu 750 ml roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 2,5 mol/l? (M(NaOH) = 40 g/mol)

řešení (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) z definice molární koncentrace víme, že roztok o koncentraci 2,5 mol/l znamená, že ve 1 000 ml se nachází 2,5 molu této látky

b) využijeme poznatku z předchozího kroku a sestavíme trojčlenku pro výpočet látkového množství v 750 ml

1 000 ml …….. 2,5 mol

750 ml …….. x mol

x = 1,8750 mol

c) vypočítáme hmotnost čistého hydroxidu sodného

$$m = n \cdot M = 1{,}8750 \cdot 40 = 75\ g$$

d) pomocí vzorce pro výpočet hmotnostního zlomku vypočítáme hmotnost roztoku

$$m(20\%\ roztok) = \frac{m}{w} = \frac{75}{0{,}2} = 375\ g$$

e) přepočítáme pomocí vztahu pro výpočet hustoty hmotnost roztoku na objem

$$V = \frac{m(20\%\ roztok)}{\rho} = \frac{375}{1{,}2191} = 307{,}6\ ml$$

Odpověď: Pro přípravu 750 ml roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 2,5 mol/l je potřeba 307,6 ml 20% roztoku hydroxidu sodného.

5. Určete, v jakém objemu roztoku dusičnanu sodného o koncentrace 0,5 mol/l je obsaženo 0,22 mol kationtů sodných.

řešení (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) vzorec dusičnanu sodného je $NaNO_3$

b) ze vzorce lze odvodit, že látková koncentrace roztoku odpovídá látkové koncentraci sodných kationtů, která je tedy rovna 0,5 mol/l

c) sestavíme přímou úměru pro výpočet objemu obsahující 0,22 molu Na^+

0,50 mol ..... 1 dm^3

0,22 mol ..... x dm^3

x = 0,44 dm^3

Odpověď: 0,22 mol kationtů sodných je obsaženo v 0,44 dm^3 roztoku dusičnanu sodného o koncentraci 0,5 mol/l.

6. Určete, zda lze zneutralizovat 150 cm^3 roztoku HCl o koncentraci 0,7 mol/l roztokem NaOH, který byl připraven z 4,5 g NaOH. (M(NaOH) = 40 g/mol)

řešení:

a) zapíšeme rovnici neutralizace $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

b) vypočítáme látkové množství hydroxidu sodného

$$n(NaOH) = \frac{m}{M} = \frac{4,5}{40} = 0,1125\ mol$$

c) vypočítáme látkové množství kyseliny chlorovodíkové

$$n(HCl) = c \cdot V = 0,7 \cdot 0,15 = 0,105\ mol$$

d) porovnáním látkových množství dojdeme k závěru, že může dojít k neutralizaci

Odpověď: Ano, roztokem připraveným z 4,5 g NaOH můžeme zneutralizovat 150 cm^3 roztoku HCl o koncentraci 0,7 mol/l.

7.4.2 Ředění roztoků

Teorie

Směšovací rovnice

Využívá se principu zákonu zachování hmotnosti, tedy vznikne-li roztok smícháním jiných roztoků, jeho hmotnost bude odpovídat součtu hmotností těchto smíchaných roztoků. Směšovací rovnice má tvar

$$m_1 w_1 + \cdots + m_n w_n = m_c w_c, \text{ kde}$$

m_1 … hmotnost 1. výchozího roztoku,

w_1 … hmotnostní zlomek 1. výchozího roztoku,

m_n … hmotnost n-tého výchozího roztoku,

w_n … hmotnostní zlomek n-tého výchozího roztoku,

m_c … hmotnost vzniklého roztoku, kde $m_c = m_1 + \ldots + m_n$,

w_c … hmotnostní zlomek vzniklého roztoku.

Hmotnostní zlomek rozpouštědla je roven nule, jelikož rozpouštědlo neobsahuje žádnou rozpuštěnou látku. Hmotnostní zlomek čisté nerozpuštěné látky je roven 1.

Protože roztoky bývají často vyjadřovány pomocí látkové koncentrace c, směšovací rovnice je známa také ve tvaru $c_1 V_1 + \cdots + c_n V_n = c_c V_c$, kde

c_1 … koncentrace 1. výchozího roztoku,

V_1 … objem 1. výchozího roztoku,

c_n … koncentrace n-tého výchozího roztoku,

V_n … objem n-tého výchozího roztoku,

V_c … objem vzniklého roztoku (pozn.: kvůli objemové kontrakci neplatí $V_1 + \cdots + V_n = V_c$),

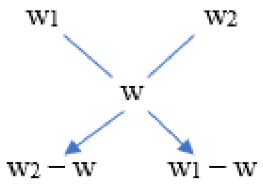
c_c … koncentrace vzniklého roztoku.

Taktéž látková koncentrace rozpouštědla je rovna nule, jelikož rozpouštědlo neobsahuje žádnou rozpuštěnou látku.

(Obrátil, Sáblík, 2018b)

Křížové pravidlo

Pozn: Křížové pravidlo využíváme pouze pokud mícháme dva roztoky o určitých koncentracích. Stejně jako v případě směšovací rovnice existují dva typy v závislosti na údajích o vyjádření koncentrací. Lze využít pouze pro výpočet hmotnosti nebo objemu výchozích roztoků.



$$\frac{|w_2 - w|}{|w_1 - w|} = \frac{m_1}{m_2}$$

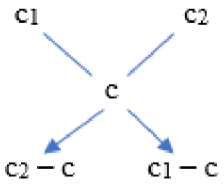
w_1 … hmotnostní zlomek 1. roztoku

w_2 … hmotnostní zlomek 2. roztoku

w … hmotnostní zlomek vzniklého roztoku

m_1 … hmotnost prvního roztoku

m_2 … hmotnost druhého roztoku



$$\frac{|c_2 - c|}{|c_1 - c|} = \frac{V_1}{V_2}$$

c_1 … látková koncentrace 1. roztoku

c_2 … látková koncentrace 2. roztoku

c … látková koncentrace vzniklého roztoku

V_1 … objem 1. roztoku

V_2 … objem 2. roztoku

(Obrátil, Sáblík, 2018b)

Řešené příklady:

1. Zmatený student chemie v laboratorním cvičení omylem slil dohromady dvě kádinky. V jedné kádince bylo 0,7 litru roztoku kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,5 $mol \cdot dm^{-3}$, ve druhé 1,3 litru roztoku kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,3 $mol \cdot dm^{-3}$. Vypočítejte koncentraci výsledného roztoku. Změnu objemu zanedbejte.

řešení (učivo M: lineární rovnice):

a) využijeme směšovací rovnici, ve které vystupuje objem a molární koncentrace, dosadíme do ní a vypočteme koncentraci výsledného roztoku

$$c_1V_1 + c_2V_2 = c_3(V_1 + V_2)$$

$$0{,}50 \cdot 0{,}70 + 0{,}30 \cdot 1{,}30 = c_3(0{,}70 + 1{,}30)$$

$$0{,}37 = c_3$$

Odpověď: Koncentrace výsledného roztoku je 0,37 $mol \cdot dm^{-3}$.

2. Vypočítejte koncentraci hydroxidu sodného, který vznikl smísením 450 cm^3 40% roztoku NaOH o hustotě $1{,}4300\ g \cdot cm^{-3}$, 130 g 20% roztoku NaOH a 380 cm^3 20% roztoku NaOH o hustotě $1{,}2191\ g \cdot cm^{-3}$.

řešení (učivo M: lineární rovnice):

a) vypočítáme hmotnost 450 cm^3 40% roztoku NaOH a hmotnost 380 cm^3 20% roztoku NaOH pomocí vztahu pro výpočet hustoty

$$m(40\%\ roztoku) = V(40\%\ roztoku) \cdot \rho(40\%\ roztoku) = 450 \cdot 1{,}4300 = 643{,}5\ g$$

$$m(20\%\ roztoku) = V(20\%\ roztoku) \cdot \rho(20\%\ roztoku) = 380 \cdot 1{,}2191 = 463{,}3\ g$$

b) nyní můžeme využít směšovací rovnice $m_1w_1 + m_2w_2 = m_3w_3$ a vypočítat koncentraci roztoku po smíchání, sečteme hmotnosti 20% roztoků NaOH, získáme následující tvar, rovnici vyřešíme vzhledem k w_3

$$643{,}5 \cdot 0{,}4 + (130{,}0 + 463{,}3) \cdot 0{,}2 = (643{,}5 + 130{,}0 + 463{,}3) \cdot w_3$$

$$0{,}3 = w_3$$

Odpověď: Výsledný roztok hydroxidu sodného měl koncentraci 30 %.

3. Vypočítejte, kolik ml vody musíme použít pro přípravu 20% roztoku kyseliny sírové ($\rho = 1,1394\ g \cdot cm^{-3}$) ze 150 cm³ 98% roztoku kyseliny sírové ($\rho = 1,8361\ g \cdot cm^{-3}$)?

řešení (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) vypočítáme hmotnost 98% kyseliny sírové v roztoku pomocí vztahu pro výpočet hustoty

$$m(98\%) = V \cdot \rho = 150 \cdot 1{,}8361 = 275{,}4\ g$$

b) vypočítáme hmotnost 100% kyseliny sírové ze vztahu pro výpočet hmotnostního zlomku

$$m(100\%) = m(98\%) \cdot w = 275{,}4 \cdot 0{,}98 = 269{,}9\ g$$

c) sestavíme trojčlenku pro výpočet hmotnosti celého roztoku

269,9 g ..... 20 %

x g ..... 100 %

x = 1 379,5 g

d) hmotnost vody zjistíme odečtením hmotnosti 98% roztoku kyseliny sírové od hmotnosti celého roztoku

$$m(voda) = m(roztok) - m(98\%) = 1379{,}5 - 275{,}4 = 1074{,}1\ g$$

e) hustota vody je takřka rovna 1, proto hmotnost vody vypočítané v předchozím kroku odpovídá objemu vody

Odpověď: Potřebujeme 1 074,1 ml vody.

4. Určete výslednou koncentraci roztoku, jenž vznikl ze 300 g 15% roztoku kyseliny chlorovodíkové, do něhož bylo zavedeno 40 dm³ (přepočteno na normální podmínky) plynného chlorovodíku? (M(HCl) = 36,5 g/mol)

řešení (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) z definice hmotnostního zlomku vypočítáme hmotnost 100% HCl

$$m(100\%\ HCl) = m \cdot w = 300 \cdot 0{,}15 = 45\ g$$

b) sestavíme trojčlenku, pomocí které vypočítáme hmotnost HCl odpovídající 40 dm^3

$22{,}41\ dm^3$ ..... 36,5 g

$40{,}0\ dm^3$ ..... x g

x = 65,1 g

c) vypočítáme celkovou hmotnost HCl

$$m\ (celk.HCl) = m\ (100\%\ HCl) + 65{,}1 = 45 + 65{,}1 = 110{,}1\ g$$

d) vypočítáme celkovou hmotnost roztoku

$$m(celk.roztok) = m(15\%\ roztok) + 65{,}1 = 300 + 65{,}1 = 365{,}1\ g$$

e) určíme výslednou koncentraci vzniklého roztoku

$$w\ (vzniklý\ roztok) = \frac{m\ (celk.HCl)}{m(celk.roztok)} = \frac{110{,}1}{365{,}1} = 0{,}3015$$

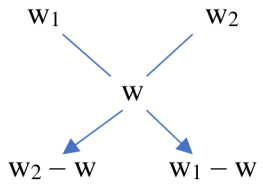
$$\%\ w\ (vzniklý\ roztok) = 0{,}3015 \cdot 100\ \% = 30{,}15\ \%$$

Odpověď: Koncentrace vzniklého roztoku kyseliny chlorovodíkové je 30,15 %.

5. Vypočítejte hmotnost 25% roztoku NaCl, který je nutno přidat ke 12 g 5% roztoku NaCl, jestliže výsledný roztok má mít koncentraci 12 %.

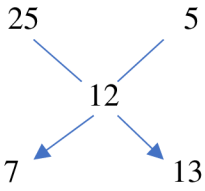
řešení (učivo M: poměr):

a) využijeme křížové pravidlo, ve kterém vystupují hmotnostní zlomky a hmotnosti



$$\frac{|w_2 - w|}{|w_1 - w|} = \frac{m_1}{m_2}$$

b) dosadíme do schématu údaje ze zadání a vypočítáme hmotnost 25% roztoku NaCl



$$\frac{|5-12|}{|25-12|} = \frac{7}{13} = \frac{m_1}{m_2}$$

$$m_1 = \frac{7}{13} \cdot m_2 = \frac{7}{13} \cdot 12 = 6{,}5\ g$$

Odpověď: Je nutno přidat 6,5 g 25% roztoku NaCl.

7.5 Výpočty z chemického vzorce

Teorie

Chemický vzorec je jednoduchý zápis sloučenin. Chemické vzorce se rozdělují na několik typů podle toho, jaké sdělení má vzorec oznamovat. Stechiometrický (nebo také empirický) vzorec určuje poměr atomů v molekule. Sumární neboli molekulový vzorec udává prvky a počet jejich atomů v molekule. Funkční (racionální) prozrazuje strukturu sloučenin, ukazují určité charakteristické skupiny atomů. Strukturní (konstituční) znázorňují vazebné poměry v molekule, ale většinou neodpovídají rozmístění atomů (Mareček, Honza, 2005a).

Řešené příklady:

1. Vypočítejte procentuální zastoupení arsenu v tetraoxoarseničnanu barnatém. A_r (As) = 74,9 a $M_r(Ba_3(AsO_4)_2)$ = 689,7

řešení:

a) napíšeme vzorec tetraoxoarseničnanu barnatého $Ba_3(AsO_4)_2$

b) vypočítáme procentuální zastoupení arsenu v tetraoxoarseničnanu barnatého

$$w(As) = \frac{2 \cdot A_r(As)}{M_r(Ba_3(AsO_4)_2)} = \frac{2 \cdot 74{,}9}{689{,}7} = 0{,}2172$$

$$\%\, w(As) = 0{,}2172 \cdot 100\ \% = 21{,}72\ \%$$

Odpověď: Procentuální zastoupení arsenu v tetraoxoarseničnanu barnatém je 21,72 %.

2. Vypočítejte stechiometrický vzorec sloučeniny, jestliže víte procentuální zastoupení prvků: 26,07 % hořčíku a 73,93 % chloru. (A_r(Mg) = 24,3; A_r(Cl) = 35,5)

řešení (učivo M: poměr)

a) procentuální zastoupení jednotlivých prvků podělíme relativními atomovými hmotnostmi jednotlivých prvků

$$Mg\colon \frac{26{,}070}{24{,}300} = 1{,}073 \qquad Cl\colon \frac{73{,}930}{35{,}500} = 2{,}083$$

b) nyní vypočítáme poměr prvků ve sloučenině, výsledné podíly z předchozího kroku vydělíme menším z nich

$$Mg: \frac{1{,}073}{1{,}073} = 1 \qquad Cl: \frac{2{,}083}{1{,}073} = 2$$

c) poměr prvků ve sloučenině Mg:Cl je 1:2

Odpověď: Stechiometrický vzorec sloučeniny je $MgCl_2$.

3. Analýzou bylo zjištěno, že jistý uhlovodík obsahuje 85,71 % uhlíku a 14,29 % vodíku. Vypočítejte stechiometrický vzorec. Stanovte molekulový vzorec této látky, jestliže víte, že její relativní molekulová hmotnost je 56. (A_r (H) = 1,00, A_r (C) = 12)

řešení (učivo M: poměr):

a) procentuální zastoupení jednotlivých prvků podělíme relativními atomovými hmotnostmi jednotlivých prvků

$$H: \frac{14{,}29}{1{,}00} = 14{,}29 \qquad C: \frac{85{,}710}{12{,}000} = 7{,}143$$

b) nyní vypočítáme poměr prvků ve sloučenině, výsledné podíly z předchozího kroku vydělíme menším z nich

$$H: \frac{14{,}290}{7{,}143} = 2 \qquad C: \frac{7{,}143}{7{,}143} = 1$$

c) poměr prvků ve sloučenině C:H je 1:2, tedy stechiometrický vzorec je CH_2

d) molekulový vzorec látky stanovíme tak, že relativní molekulovou hmotnost zkoumané látky podělíme relativní molekulovou hmotností jednotky CH_2, zjistíme tímto způsobem číslo, kterým vynásobíme stechiometrický vzorec

$$\frac{56}{14} = 4$$

Odpověď: Stechiometrický vzorec sloučeniny je CH_2, molekulový vzorec stanovované sloučeniny je C_4H_8.

7.6 Výpočty z chemických rovnic

Teorie

V chemii je důležité umět vypočítat, jaké množství výchozích látek budeme potřebovat pro výrobu určitého množství produktu. K tomu slouží výpočty z chemických rovnic. Pro výpočty z chemických rovnic je důležité znát vyčíslenou chemickou rovnici nebo si reakční schéma dokázat vyčíslit. Máme-li chemickou vyčíslenou rovnici, stechiometrické koeficienty můžeme dát v podíl a vznikne tzv. stechiometrický poměr, který je pro výpočet množství výchozích látek důležitý.

$$a\,A + b\,B \rightarrow c\,C + d\,D$$

$\frac{n(A)}{n(B)} = \frac{a}{b}$, kde

n (A) … látkové množství látky A,

n (B) … látkové množství látky B,

a … stechiometrický koeficient látky A,

b … stechiometrický koeficient látky B.

(Obrátil, Sáblík, 2018b)

Řešené příklady:

1. Kolik gramů oxidu siřičitého vzniklo spálením 0,25 molu S_8 v kyslíkové atmosféře? Průběh reakce je vystižen následující chemickou rovnicí: $S_8 + 8\,O_2 \rightarrow 8\,SO_2$.
$M(SO_2) = 64,07\ g/mol$

řešení 1:

a) vyjádříme si poměr látkových množství

$$\frac{n(S_8)}{n(SO_2)} = \frac{1}{8}$$

b) vypočítáme látkové množství oxidu siřičitého pomocí látkového množství síry

$$n(SO_2) = n(S_8) \cdot 8 = 0,25 \cdot 8 = 2,0000\ mol$$

c) vypočítáme hmotnost oxidu siřičitého pomocí látkového množství

$$m(SO_2) = n(SO_2) \cdot M(SO_2) = 2,0000 \cdot 64,07 = 128,14\ g$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra):

a) vyjdeme z chemické rovnice a sestavíme trojčlenku pro výpočet hmotnosti oxidu siřičitého

$$S_8 + 8\,O_2 \rightarrow 8\,SO_2$$

1 mol …….. 8 · 64,07 g

0,25 mol ……. x g

x = 128,14 g

Odpověď: Reakcí vznikne 128,14 g oxidu siřičitého.

2. Jako tzv. mineralogická zkouška na vápenec se označuje reakce uhličitanu vápenatého s kyselinou. Této reakce využívají mineralogové při stanovování vápence jako horniny. Tento proces vystihuje také následující rovnice:

$$\boldsymbol{CaCO_3 + 2\,HCl \rightarrow 2\,CaCl_2 + CO_2 + H_2O.}$$

Vypočítejte, kolik cm^3 CO_2 se při reakci uvolnilo, jestliže zreagovaly 2 g uhličitanu vápenatého za normálních podmínek. ($\boldsymbol{M(CaCO_3) = 100,09\ g/mol}$)

řešení 1:

a) vyjádříme si poměr látkových množství

$$\frac{n(CaCO_3)}{n(CO_2)} = \frac{1}{1}$$

b) vypočítáme látkové množství oxidu uhličitého pomocí látkového množství vápence

$$n(CO_2) = n(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{2}{100,09} = 0,01998\ mol$$

Pozn.: Aby nedošlo kvůli většímu zaokrouhlování ke zkreslení výsledku, zaokrouhlíme látkové množství oxidu uhličitého na 5 desetinných míst.

c) vypočítáme objem oxidu siřičitého pomocí látkového množství

$$V(SO_2) = n(SO_2) \cdot V_m = 0,01998 \cdot 22,41 = 0,4478\ dm^3 = 447,8\ cm^3$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra):

a) vyjdeme z chemické rovnice a sestavíme trojčlenku pro výpočet objemu oxidu siřičitého

$$CaCO_3 + 2\,HCl \rightarrow 2\,CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

$$100{,}09\ g \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 22{,}41\ dm^3$$

$$2\ g \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots x\ dm^3$$

x = 0,4478 dm^3= 447,8 cm^3

Odpověď: Reakcí vzniklo 447,8 cm^3 oxidu siřičitého.

3. V laboratoři lze chlorovodík připravit působením koncentrované kyseliny sírové na chlorid sodný, reakci popisuje následující rovnice:

$$\boldsymbol{NaCl + H_2SO_4 \rightarrow HCl + NaHSO_4.}$$

Vypočítejte, kolik gramů chloridu sodného je potřeba pro výrobu 1 dm^3 chlorovodíku za normálních podmínek. ($\boldsymbol{M(NaCl) = 58{,}44\ g/mol}$)

řešení 1:

a) vyjádříme si poměr látkových množství

$$\frac{n(NaCl)}{n(HCl)} = \frac{1}{1}$$

b) vypočítáme látkové množství chloridu sodného pomocí látkového množství chlorovodíku

$$n(NaCl) = n(HCl) = \frac{V}{V_m} = \frac{1}{22{,}41} = 0{,}0446\ mol$$

c) vypočítáme hmotnost chloridu sodného pomocí látkového množství

$$m(NaCl) = n(NaCl) \cdot M(NaCl) = 0{,}0446 \cdot 58{,}44 = 2{,}61\ g$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra):

a) vyjdeme z chemické rovnice a sestavíme trojčlenku pro výpočet hmotnosti chloridu sodného

$$NaCl + H_2SO_4 \rightarrow HCl + NaHSO_4$$

58,44 g ..... 22,41 dm^3

x g ..... 1 dm^3

x = 2,61 g

Odpověď: Pro reakci je potřeba 2,61 g chloridu sodného.

4. Rasputin byl ruský zázračný léčitel, který se stal v průběhu svého života natolik vlivným člověkem, že se jej snažili jeho protivníci otrávit. Například kníže Jusupov pro něj nechal připravit pečivo, do jehož těsta pekaři přidali velké množství kyanidu draselného KCN. Při pečení tohoto pečiva nejspíš došlo k následující reakci:

$$\boldsymbol{CO_2\,(g) + 2\,KCN\,(s) + H_2O\,(l) \rightarrow K_2CO_3\,(s) + 2\,HCN\,(g)}$$

Hmotnost kyanidu draselného, které je potřeba pro výrobu 0,265 g uhličitanu draselného, je také smrtelná dávka kyanidu draselného pro člověka. Jaká je smrtelná dávka KCN pro člověka? Pokuste se podle informací z chemické rovnice odhadnout, zda tento pokus o otravu Rasputina byl úspěšný či nikoliv.

$\boldsymbol{M(K_2CO_3) = 138,205\ g/mol, M(KCN) = 65,12\ g/mol}$

Pozn.: Historický motiv k příkladu převzat z (Dušek, Freml, 2007).

řešení 1:

a) vyjádříme si poměr látkových množství

$$\frac{n(KCN)}{n(K_2CO_3)} = \frac{2}{1}$$

b) vypočítáme látkové množství kyanidu draselného pomocí látkového množství uhličitanu draselného

$$n(KCN) = 2 \cdot n(K_2CO_3) = 2 \cdot \frac{m(K_2CO_3)}{M(K_2CO_3)} = 2 \cdot \frac{0,265}{138,205} = 3,8349 \cdot 10^{-3}\ mol$$

c) vypočítáme hmotnost chloridu sodného pomocí látkového množství

$$m(KCN) = n(KCN) \cdot M(KCN) = 3{,}8349 \cdot 10^{-3} \cdot 65{,}12 = 0{,}250\ g$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra):

a) vyjdeme z chemické rovnice a sestavíme trojčlenku pro výpočet hmotnosti chloridu sodného

$$CO_2 + 2\,KCN + H_2O \rightarrow K_2CO_3 + 2\,HCN$$

$$2 \cdot 65{,}12\ g \ldots\ldots\ldots 138{,}205\ g$$

$$x\ g \ldots\ldots\ldots 0{,}265\ g$$

x = 0,250 g

Odpověď: Smrtelná dávka kyanidu draselného pro člověka je zhruba 250 mg. Jelikož při reakci vzniká kyanovodík, který je v plynném skupenství, zřejmě z pečiva při pečení unikal tento plyn a k otrávení nedošlo.

5. V současné době je kladen velký důraz na životní prostředí, a proto musí mít tepelné elektrárny odsiřovací postupy, aby neunikal oxid siřičitý do vzduchu. Často se využívá reakce oxidu siřičitého s oxidem vápenatým za přítomnosti dostatečného přívodu vzduchu, při které vzniká netoxický síran vápenatý. Zjistěte, kolik kg oxidu vápenatého je potřeba na neutralizace 0,5 m^3 oxidu siřičitého za normálních podmínek. Reakce vystihuje následující rovnice: $2\,CaO + 2\,SO_2 + O_2 \rightarrow 2\,CaSO_4$. ($M(CaO) = 56{,}08\ g/mol$)

řešení 1:

a) vyjádříme si poměr látkových množství

$$\frac{n(CaO)}{n(SO_2)} = \frac{2}{2} = \frac{1}{1}$$

b) vypočítáme látkové množství oxidu vápenatého pomocí látkového množství oxidu siřičitého

$$n(CaO) = n(SO_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{500}{22{,}41} = 22{,}3115\ mol$$

c) vypočítáme hmotnost oxidu vápenatého pomocí látkového množství

$$m(CaO) = n(CaO) \cdot M(CaO) = 22{,}3115 \cdot 56{,}08 = 1\,251{,}23\ g \doteq 1{,}25\ kg$$

řešení 2 (učivo M: přímá úměra):

a) vyjdeme z chemické rovnice a sestavíme trojčlenku pro výpočet hmotnosti chloridu sodného

$$2\ CaO + 2\ SO_2 + O_2 \rightarrow 2\ CaSO_4$$

$$2 \cdot 56{,}08\ g \ldots . 2 \cdot 22{,}41\ dm^3$$

$$\underline{x\ g \ldots . . 500\ dm^3}$$

$$x = 1251{,}23\ g \doteq 1{,}25\ kg$$

Odpověď: Na neutralizaci je potřeba 1,25 kg oxidu vápenatého.

7.7 Vyčíslování chemických rovnic

Teorie

K vyjadřování chemického děje se využívá zápisu průběhu tohoto děje, který se nazývá reakční schéma. Jestliže je reakční schéma vyrovnáno, jedná se o chemickou rovnici. Vyrovnaná chemická rovnice obsahuje ve svém zápisu stechiometrické koeficienty. Stechiometrické koeficienty udávají, jaký počet molekul reaktantů do reakce vstupuje a kolik molekul po reakci vzniká.

Na úrovni středoškolského učiva se rovnice rozdělují na dvě kategorie – redoxní a neredoxní rovnice. Redoxní rovnice je děj, při kterém dochází k oxidaci a redukci některých prvků a ve kterém některé atomy mění svá oxidační čísla. U tohoto typu rovnic platí pravidlo, že počet uvolněných elektronů při oxidaci se rovná počtu elektronů, jenž je přijatý při redukci.

Pro účely středoškolské chemie se úloha najít stechiometrické koeficienty daného reakčního schématu může řešit způsobem čistě matematickým, ve kterém se využívá soustavy lineárních rovnic. S ohledem na důležitost redoxních rovnic v chemii se použití matematického postupu nedoporučuje a je vhodnější aplikovat počty vyměněných elektronů.

(Mareček, Honza, 2005a)

Řešené příklady:

1. Doplňte stechiometrické koeficienty následujícího reakčního schématu:

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + N_2 + H_2O$$

řešení:

a) určíme pomocí oxidačních čísel ve sloučeninách, u kterých atomů se mění oxidační čísla, zapíšeme dílčí reakce, vyrovnáním počtu elektronů se dosáhne pomocí křížového pravidla, na konce dílčích reakcí zaznamenáme šipky a za šipku se zapíše počet přenesených elektronů, tato čísla můžu mezi sebou krátit

oxidace: $N^{-III} - 3\,e \rightarrow N^0$ $\quad 3 \rightarrow 1$

redukce: $Cr^{VI} + 3\,e \rightarrow Cr^{+III}$ $\quad 3 \rightarrow 1$

b) nyní zapíšeme 1 k Cr_2O_3 a 1 k N_2, vypočítáme podle počtu atomů koeficient u reaktantu a dopočítáme počet molekul vody a získáváme

$$1\,(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow 1\,Cr_2O_3 + 1\,N_2 + 4\,H_2O$$

2. Doplňte stechiometrické koeficienty následujícího reakčního schématu:

$$\boldsymbol{NaIO_3 + NaI + HCl \rightarrow I_2 + NaCl + H_2O}$$

řešení:

a) určíme pomocí oxidačních čísel ve sloučeninách, u kterých atomů se mění oxidační čísla, zapíšeme dílčí reakce, vyrovnáním počtu elektronů se dosáhne pomocí křížového pravidla, na konce dílčích reakcí zaznamenáme šipky a za šipku se zapíše počet přenesených elektronů

oxidace: $I^{-I} - 1\,e \rightarrow I^0$ 5

redukce: $I^V + 5\,e \rightarrow I^0$ 1

b) nyní zapíšeme 5 k NaI a 1 k $NaIO_3$, doplníme koeficient k jodu, dopočítáme koeficient u NaCl, následně koeficient u HCl a nakonec doplníme koeficient u molekuly vody, získáme

$$1\,NaIO_3 + 5\,NaI + 6\,HCl \rightarrow 3\,I_2 + 6\,NaCl + 3\,H_2O$$

3. Doplňte stechiometrické koeficienty následujícího reakčního schématu:

$$\boldsymbol{P + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + NO}$$

řešení:

a) určíme pomocí oxidačních čísel ve sloučeninách, u kterých atomů se mění oxidační čísla, zapíšeme dílčí reakce, vyrovnáním počtu elektronů se dosáhne pomocí křížového pravidla, na konce dílčích reakcí zaznamenáme šipky a za šipku se zapíše počet přenesených elektronů, tato čísla můžu mezi sebou krátit

oxidace: $P^0 - 5\,e \rightarrow P^V$ 3

redukce: $N^V + 3\,e \rightarrow N^{II}$ 5

b) nyní zapíšeme číslo 3 k P i k H_3PO_4, doplníme koeficient 5 u HNO_3 i NO, dopočítáme koeficient u molekuly vody a získáme

$$3\,P + 5\,HNO_3 + 2\,H_2O \rightarrow 3\,H_3PO_4 + 5\,NO$$

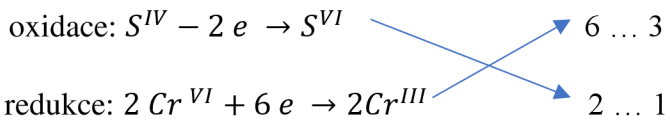
4. Doplňte stechiometrické koeficienty následujícího reakčního schématu:

$$K_2Cr_2O_7 + SO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

řešení:

a) určíme pomocí oxidačních čísel ve sloučeninách, u kterých atomů se mění oxidační čísla, zapíšeme dílčí reakce, vyrovnáním počtu elektronů se dosáhne pomocí křížového pravidla, na konce dílčích reakcí zaznamenáme šipky a za šipku se zapíše počet přenesených elektronů, tato čísla můžu mezi sebou krátit

poznámka: Pro snadnější výpočty stechiometrických koeficientů můžeme do dílčí reakce pro redukci využít skutečnosti, že v dichromanu draselném jsou dva atomy chromu. Jeden atom chromu v oxidačním stavu +VI přijme 3 elektrony a oxidační stav se změní se na +III. Dva atomy chromu v oxidačním stavu +VI tedy přijmou 6 elektronů, aby se oxidační stav dvou atomů chromu změnil na +III.



b) nyní zapíšeme číslo 1 k $K_2Cr_2O_7$ i k $Cr_2(SO_4)_3$, doplníme koeficient 3 u SO_2, dopočítáme koeficient u K_2SO_4, nyní zbývá určit koeficient u H_2SO_4 a dopočítáme koeficient u molekuly vody a získáme

$$\mathbf{1}\,K_2Cr_2O_7 + \mathbf{3}\,SO_2 + \mathbf{1}\,H_2SO_4 \rightarrow \mathbf{1}\,Cr_2(SO_4)_3 + \mathbf{1}\,K_2SO_4 + \mathbf{1}\,H_2O$$

5. Doplňte koeficienty následujícího reakčního schématu:

$$KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$

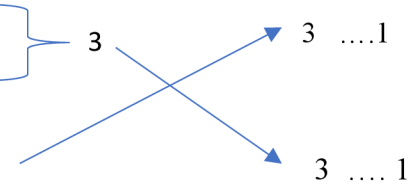
řešení:

a) určíme pomocí oxidačních čísel ve sloučeninách, u kterých atomů se mění oxidační čísla, zapíšeme dílčí reakce, vyrovnáním počtu elektronů se dosáhne pomocí křížového pravidla, na konce dílčích reakcí zaznamenáme šipky a za šipku se zapíše počet přenesených elektronů, tato čísla můžu mezi sebou krátit, jelikož se tu vyskytují dvě oxidace, je nutné sečíst elektrony podílející se na oxidaci dohromady

oxidace 1: $Mn^{VII} - 1\,e \rightarrow Mn^{VI}$

oxidace 2: $O^{-II} - 2\,e \rightarrow O^{0}$

redukce: $Mn^{VII} + 3\,e \rightarrow Mn^{IV}$



b) nyní napíšeme 1 k molekule kyslíku, 1 k molekula oxidu manganičitého a 1 k molekule mangananu draselného, dopočítáme koeficient na straně reaktantů a získáme

$$2\,KMnO_4 \rightarrow 1\,K_2MnO_4 + 1\,MnO_2 + 1\,O_2$$

6. Doplňte stechiometrické koeficienty následujícího reakčního schématu:

$$\boldsymbol{Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_3}$$

řešení (učivo M: soustavy lineárních rovnic):

a) určíme pomocí oxidačních čísel ve sloučeninách, zda se u atomů se mění oxidační čísla, tato rovnice není redoxní, můžeme využít matematického postupu (soustav lineárních rovnic)

b) před reaktanty a produkty umístíme koeficienty a, b, c, vycházíme z předpokladu, že počet atomů jednotlivých prvků se musí na straně reaktantů a produktů rovnat

$$a\,Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow b\,Fe_2O_3 + c\,SO_3$$

c) pro každý prvek sestavíme lineární rovnice, kde čísla u těch koeficientů a, b, c značí kolikrát se vyskytuje daný prvek ve sloučenině

Fe: 2a = 2b

S: 3a = c

O: 12a = 3b + 3c

d) rovnice je lineárně závislá, zvolím si např. koef. a = 1 a nyní dosazovací či sčítací metodou dopočítáme soustavy lineárních rovnic a získáme zbytek koeficientů

a = 1

b = 1

c = 3

e) vyčíslená rovnice má tvar $1\,Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow 1\,Fe_2O_3 + 3\,SO_3$

7. Doplňte stechiometrické koeficienty následujícího reakčního schématu:

$$\boldsymbol{KHSO_3 \rightarrow K_2S_2O_5 + H_2O}$$

řešení (učivo M: soustavy lineárních rovnic):

a) určíme pomocí oxidačních čísel ve sloučeninách, zda se u atomů se mění oxidační čísla, tato rovnice není redoxní, můžeme využít matematického postupu (soustav lineárních rovnic)

b) před reaktanty a produkty umístíme koeficienty a, b, c, vycházíme z předpokladu, že počet atomů jednotlivých prvků se musí na straně reaktantů a produktů rovnat

$$a\ KHSO_3 \rightarrow b\ K_2S_2O_5 + c\ H_2O$$

c) pro každý prvek sestavíme lineární rovnice, kde čísla u těch koeficientů a, b, c značí kolikrát se vyskytuje daný prvek ve sloučenině

K: a = 2b

H: a = 2c

S: a = 2b

O: 3a = 5b + c

d) rovnice je lineárně závislá, zvolím si např. koef. a = 1 a nyní dosazovací či sčítací metodou dopočítáme soustavy lineárních rovnic a získáme zbytek koeficientů

a = 1

b = $\frac{1}{2}$

c = $\frac{1}{2}$

e) nyní čísla vynásobíme takovým číslem, aby nám vznikly celočíselné koeficienty, tedy vynásobíme číslem 2 a získáváme

a = 2, b = 1, c = 1

f) vyčíslená rovnice má tvar $2\ KHSO_3 \rightarrow 1\ K_2S_2O_5 + 1\ H_2O$

8. Doplňte stechiometrické koeficienty následujícího reakčního schématu:

$$\boldsymbol{SiF_4 + H_2O \rightarrow H_2SiF_6 + H_2SiO_3}$$

řešení (učivo M: soustavy lineárních rovnic):

a) určíme pomocí oxidačních čísel ve sloučeninách, zda se u atomů se mění oxidační čísla, tato rovnice není redoxní, můžeme využít matematického postupu (soustav lineárních rovnic)

b) před reaktanty a produkty umístíme koeficienty a, b, c, d, vycházíme z předpokladu, že počet atomů jednotlivých prvků se musí na straně reaktantů a produktů rovnat

$$a\ SiF_4 + b\ H_2O \rightarrow c\ H_2SiF_6 + d\ H_2SiO_3$$

c) pro každý prvek sestavíme lineární rovnice, kde čísla u těch koeficientů a, b, c, d značí kolikrát se vyskytuje daný prvek ve sloučenině

Si: a = c + d

F: 4a = 6c

H: 2b = 2c + 2d

O: b = 3d

d) rovnice je lineárně závislá, zvolím si např. koef. a = 1 a nyní dosazovací či sčítací metodou dopočítáme soustavy lineárních rovnic a získáme zbytek koeficientů

a = 1

b = 1

c = $\frac{2}{3}$

d = $\frac{1}{3}$

e) nyní čísla vynásobíme takovým číslem, aby nám vznikly celočíselné koeficienty, tedy vynásobíme číslem 3 a získáváme

a = 3, b = 3, c = 2, d = 1

f) vyčíslená rovnice má tvar $3\ SiF_4 + 3\ H_2O \rightarrow 2\ H_2SiF_6 + 1\ H_2SiO_3$

9. Doplňte stechiometrické koeficienty následujícího reakčního schématu:

$$\boldsymbol{K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O}$$

řešení (učivo M: soustavy lineárních rovnic):

a) určíme pomocí oxidačních čísel ve sloučeninách, zda se u atomů se mění oxidační čísla, tato rovnice není redoxní, můžeme využít matematického postupu (soustav lineárních rovnic)

b) před reaktanty a produkty umístíme koeficienty a, b, c, d, e, vycházíme z předpokladu, že počet atomů jednotlivých prvků se musí na straně reaktantů a produktů rovnat

$$a\ K_2CrO_4 + b\ H_2SO_4 \rightarrow c\ K_2Cr_2O_7 + d\ K_2SO_4 + e\ H_2O$$

c) pro každý prvek sestavíme lineární rovnice, kde čísla u těch koeficientů a, b, c, d, e značí kolikrát se vyskytuje daný prvek ve sloučenině

K: 2a = 2c + 2d

Cr: a = 2c

O: 4a + 4b = 7c + 4d + e

H: 2b = 2e

S: b = d

d) rovnice je lineárně závislá, zvolím si např. koef. b = 1 a nyní dosazovací či sčítací metodou dopočítáme soustavy lineárních rovnic a získáme zbytek koeficientů

a = 2

b = 1

c = 1

d = 1

e = 1

e) vyčíslená rovnice má tvar $2\ K_2CrO_4 + 1\ H_2SO_4 \rightarrow 1\ K_2Cr_2O_7 + 1\ K_2SO_4 + 1\ H_2O$

10. Doplňte stechiometrické koeficienty následujícího reakčního schématu:

$$\boldsymbol{SO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightarrow Ca(HSO_3)_2 + CO_2}$$

řešení (učivo M: soustavy lineárních rovnic):

a) určíme pomocí oxidačních čísel ve sloučeninách, zda se u atomů se mění oxidační čísla, tato rovnice není redoxní, můžeme využít matematického postupu (soustav lineárních rovnic)

b) před reaktanty a produkty umístíme koeficienty a, b, c, d, e, vycházíme z předpokladu, že počet atomů jednotlivých prvků se musí na straně reaktantů a produktů rovnat

$$a\ SO_2 + b\ CaCO_3 + c\ H_2O \rightarrow d\ Ca(HSO_3)_2 + e\ CO_2$$

c) pro každý prvek sestavíme lineární rovnice, kde čísla u těch koeficientů a, b, c, d, e značí kolikrát se vyskytuje daný prvek ve sloučenině

S: a = 2d

O: 2a + 3b + c = 6d + 2e

Ca: b = d

C: b = e

H: 2c = 2d

d) rovnice je lineárně závislá, zvolím si např. koef. b = 1 a nyní dosazovací či sčítací metodou dopočítáme soustavy lineárních rovnic a získáme zbytek koeficientů

a = 2

b = 1

c = 1

d = 1

e = 1

e) vyčíslená rovnice má tvar $2\ SO_2 + 1\ CaCO_3 + 1\ H_2O \rightarrow 1\ Ca(HSO_3)_2 + 1\ CO_2$

7.8 Termochemie

Teorie

Termochemie se věnuje teplu, jež se spotřebovává nebo uvolňuje při chemické reakci. K vyjádření množství tepla se používá veličina enthalpie H.

Standardní slučovací teplo $\Delta H^0_{sluč}$ je množství tepla, které se uvolní nebo spotřebuje při reakci, ve které vzniká 1 mol sloučeniny přímo z prvků. Prvky i produkty musí být ve standardním stavu – teplota 298,15 K a tlak 101,325 kPa. Pro prvky platí, že jejich standardní slučovací tepla jsou nulová. Jednotkou standardního slučovacího tepla je kJ/mol.

Standardní spalné teplo ΔH^0_{spal} je množství tepla, které se uvolní nebo spotřebuje při reakci, ve které se spálí 1 mol látky v nadbytku kyslíku. Reaktanty i produkty musí být ve standardním stavu – teplota 298,15 K a tlak 101,325 kPa. Pro prvky neplatí, že jejich standardní slučovací tepla jsou nulová. Jednotkou standardního slučovacího tepla je kJ/mol.

(Mareček, Honza, 2005a; Obrátil, Sáblík, 2018b)

Řešené příklady:

1. Vypočítejte, jaké množství tepla se uvolní spálením 40 dm^3 vodíku za normálních podmínek, jestliže $\Delta H^0_{sluč} H_2O\ (l) = -285,83\ kJ/mol$ a jestliže tato reakce probíhá za konstantního tlaku.

řešení (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) reakce probíhá podle rovnice: $2\ H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ H_2O(l)$

b) využijeme rovnice, vytvoříme trojčlenku a pomocí přímé úměry vypočítáme látkové množství, které odpovídá 40 dm^3 vodíku

$$2\ H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ H_2O(l)$$

$2 \cdot 22,41\ dm^3$ ..... 2 mol

$40\ dm^3$ ..... x mol

x = 1,7849 mol

c) nyní vypočítáme množství uvolněného tepla, vynásobíme látkové množství odpovídající 40 dm^3 vodíku se standardním slučovacím teplem vody

$$1,7849 \cdot (-285,83) = -510,18\ kJ$$

Odpověď: Spálením 40 dm^3 vodíku se uvolní 510,18 kJ tepla.

2. Vypočítejte množství tepla, které se uvolní spálením 180 g propanu, víte-li, že $\Delta H^0_{spal} C_3H_8 = -2\,220\ kJ/mol$. ($M(C_3H_8) = 44,1 g/mol$)

řešení:

a) vypočítáme látkové množství 180 g propanu

$$n = \frac{m}{M} = \frac{180}{44,1} = 4,0816\ mol$$

b) nyní vypočítáme množství uvolněného tepla, vynásobíme látkové množství odpovídající 180 g propanu se standardním spalným teplem propanu

$$4,0816 \cdot (-2\,220) = -9\,061,15\ kJ$$

Odpověď: Spálením 180 g propanu se uvolní 9 061,15 kJ tepla.

3. 96,25 g síry bylo za standardních podmínek spáleno na oxid siřičitý. V průběhu reakce se uvolnilo 890,49 kJ tepla. Vypočítejte standardní slučovací teplo oxidu siřičitého. $A_r(S) = 32,06$

řešení (učivo M: přímá úměra, trojčlenka):

a) reakce probíhá podle rovnice: $S\,(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$

b) využijeme rovnice, vytvoříme trojčlenku a pomocí přímé úměry vypočítáme látkové množství, které odpovídá 96,25 g síry

$$S\,(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$$

32,06 g…… 1 mol

96,25 g …… x mol

x = 3,0022 mol

c) nyní vypočítáme standardní slučovací teplo oxidu siřičitého, množství uvolněného tepla vydělíme látkovým množstvím odpovídající 96,25 g síry

$$\Delta H^0_{sluč} SO_2 = \frac{-890,49}{3,0022} = -296,61\ kJ/mol$$

Odpověď: Standardní slučovací teplo oxidu siřičitého je – 296,61 kJ/mol.

7.9 Součin rozpustnosti

Teorie

Sraženiny vznikají při srážecích reakcích, jedná se o málo rozpustné látky. Součin rozpustnosti vyjadřuje disociaci látek na ionty. Z hodnoty lze zjistit, zda se látka bude dobře nebo špatně rozpouštět. Čím vyšší hodnota součinu rozpustnosti, tím snadněji se bude látka rozpouštět. Pro výpočet součinu rozpustnosti se využívá následujícího vztahu:

$$XY \rightarrow a\,X + b\,Y$$

$$K_s = [X]^a \cdot [Y]^b \text{ , kde}$$

K_s … součin rozpustnosti látky XY,

[X]… koncentrace iontu X,

[Y]… koncentrace iontu Y,

a … stechiometrický koeficient u iontu X,

b … stechiometrický koeficient u iontu Y.

Rozpustnost udává maximální hmotnostní koncentraci látky v roztoku. Vyjadřuje kolik gramů látky se za daných podmínek (tlak a teplota) rozpustí v určitém objemu rozpouštědla za vzniku nasyceného roztoku. Hmotnostní koncentrace látky v roztoku se obvykle přepočítává na látkovou koncentraci této látky v roztoku.

(Mareček, Honza, 2005a; Obrátil, Sáblík, 2018b)

Řešené příklady:

1. Vypočítejte součin rozpustnosti síranu barnatého, je-li rozpustnost $\mathbf{1,05 \cdot 10^{-5}\ mol/dm^3}$.

řešení:

a) síran barnatý má vzorec $BaSO_4$, tudíž platí

$$[BaSO_4] = [Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 1{,}05 \cdot 10^{-5}\ mol/dm^3$$

b) rovnici rozpouštění síranu barnatého ve vodě lze zjednodušeně zapsat jako

$$BaSO_4 \rightarrow Ba^{2+} + SO_4^{2-}$$

c) součin rozpustnosti vypočítáme z jeho definice

$$K_S = [Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = (1{,}05 \cdot 10^{-5})^2 = 1{,}10 \cdot 10^{-10}$$

Odpověď: Součin rozpustnosti síranu barnatého je $1{,}10 \cdot 10^{-10}$.

2. Vypočítejte součin rozpustnosti dusitanu stříbrného, je-li rozpustnost $\mathbf{0,022\ mol/dm^3}$.

řešení:

a) dusitan stříbrný má vzorec $AgNO_2$, tudíž platí

$$[AgNO_2] = [Ag^+] = [NO_2^-] = 0{,}022\ mol/dm^3$$

b) rovnici rozpouštění dusitanu stříbrného ve vodě lze zjednodušeně zapsat jako

$$AgNO_2 \rightarrow Ag^+ + NO_2^-$$

c) součin rozpustnosti vypočítáme z jeho definice

$$K_S = [Ag^+] \cdot [NO_2^-] = (0{,}022)^2 = 4{,}84 \cdot 10^{-4}$$

Odpověď: Součin rozpustnosti síranu barnatého je $4{,}84 \cdot 10^{-4}$.

3. Vypočítejte součin rozpustnosti sulfidu měďného, je-li rozpustnost $\mathbf{8,56 \cdot 10^{-17}\ mol/dm^3}$.

řešení:

a) sulfid měďný má vzorec Cu_2S, tudíž platí

$$[Cu_2S] = [S^{2-}] = 8{,}56 \cdot 10^{-17}\ mol/dm^3$$

b) rovnici rozpouštění sulfidu měďného ve vodě lze zjednodušeně zapsat jako

$$Cu_2S \rightarrow 2\ Cu^+ + S^{2-}$$

c) pro koncentraci měďných kationtů platí, že bude dvojnásobkem koncentrace sulfidových aniontů, tedy $[Cu^+] = 2 \cdot [S^{2-}]$

d) součin rozpustnosti vypočítáme z jeho definice,

$$K_S = [Cu^+]^2 \cdot [S^{2-}] = (2 \cdot 8{,}56 \cdot 10^{-17})^2 \cdot (8{,}56 \cdot 10^{-17}) = 2{,}51 \cdot 10^{-48}$$

Odpověď: Součin rozpustnosti sulfidu měďného je $2{,}51 \cdot 10^{-48}$.

4. Součin rozpustnosti sulfidu měďnatého je $\mathbf{6,00 \cdot 10^{-36}}$. Vypočítejte jeho rozpustnost v $\mathbf{mol/dm^3}$.

řešení (učivo M: rovnice):

a) sulfid měďnatý má vzorec CuS, tudíž platí $[CuS] = [Cu^{2+}] = [S^{2-}]$

b) rovnici rozpouštění sulfidu měďného ve vodě lze zjednodušeně zapsat jako

$$CuS \rightarrow Cu^{2+} + S^{2-}$$

c) vyjádříme součin rozpustnosti

$$K_s = [Cu^{2+}] \cdot [S^{2-}]$$

d) označíme koncentraci měďnatých kationtů neznámou x, jelikož $[Cu^{2+}] = [S^{2-}]$, tedy také koncentrace sulfidových aniontů je rovna x a získáme tvar

$$K_s = x \cdot x$$

e) za součin rozpustnosti dosadíme jeho hodnotu, dostaneme lineární rovnici, kterou vzhledem k neznámé x vyřešíme

$$6{,}00 \cdot 10^{-36} = x \cdot x$$

$$\sqrt{6{,}00 \cdot 10^{-36}} = x$$

$$2{,}45 \cdot 10^{-18} = x$$

Odpověď: Rozpustnost sulfidu měďnatého je $2{,}45 \cdot 10^{-18}\ mol/dm^3$.

5. Součin rozpustnosti sulfid stříbrný je $6,00 \cdot 10^{-50}$. Vypočítejte jeho rozpustnost v mol/dm^3.

řešení (učivo M: rovnice):

a) sulfid stříbrný má vzorec Ag_2S, tudíž platí $[Ag_2S] = [S^{2-}]$

b) rovnici rozpouštění sulfidu stříbrného ve vodě lze zjednodušeně zapsat jako

$$Ag_2S \rightarrow 2\,Ag^+ + S^{2-}$$

c) pro koncentraci měďných kationtů platí, že bude dvojnásobkem koncentrace sulfidových aniontů, tedy $[Ag^+] = 2 \cdot [S^{2-}]$

c) vyjádříme součin rozpustnosti

$$K_s = [Ag^+]^2 \cdot [S^{2-}]$$

d) označíme koncentraci sulfidových aniontů neznámou x, jelikož $[Ag^+] = 2 \cdot [S^{2-}]$, tedy koncentrace kationtů stříbrných je rovna 2x a získáme tvar

$$K_s = (2x)^2 \cdot x$$

e) za součin rozpustnosti dosadíme jeho hodnotu, dostaneme lineární rovnici, kterou vzhledem k neznámé x vyřešíme

$$6{,}00 \cdot 10^{-50} = (2x)^2 \cdot x$$

$$6{,}00 \cdot 10^{-50} = 4x^3$$

$$\sqrt[3]{\frac{6{,}00 \cdot 10^{-50}}{4}} = x$$

$$2{,}47 \cdot 10^{-17} = x$$

Odpověď: Rozpustnost sulfidu měďnatého je $2{,}47 \cdot 10^{-17}\ mol/dm^3$.

7.10 Výpočet pH

Teorie

Experimentálně bylo zjištěno, že molární koncentrace hydroxidových aniontů a oxoniových kationtů je ve vodě o objemu 10^7 l rovna 10^{-7} mol/dm^3. Součin molárních koncentrací hydroxidových aniontů a oxoniových kationtů je nazýván jako tzv. iontový součin vody K_v, za standardních podmínek je hodnota K_v konstantní.

$$K_v = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

K vyjádření kyselosti roztoku se využívá tzv. pH, jež je definováno jako kladná hodnota exponentu koncentrace oxoniových kationtů. K výpočtu zásaditosti roztoku lze využít tzv. pOH, jež je definováno jako kladná hodnota exponentu koncentrace hydroxidových aniontů.

$$pH = -\log[H_3O^+],\ pOH = -\log[OH^-]$$

Se zřetelem na iontový součin vody platí pH + pOH = 14, a tudíž platí i pH = pOH = 7. Je-li pH rovno 7, hovoříme o neutrálním roztoku. Pokud je hodnota pH menší než 7, roztok je kyselý, naopak pokud je pH větší než 7, pak je roztok zásaditý.

(Mareček, Honza, 2005a)

Řešené příklady:

1. Vypočítejte pH:

i) roztoku kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,01 mol/l,

ii) roztoku kyseliny sírové o koncentraci 0,003 mol/l,

iii) roztoku hydroxidu barnatého o koncentraci 0,0007 mol/l.

řešení i) (učivo M: dekadický logaritmus):

a) kyselina chlorovodíková je silná jednosytná kyselina, disociaci ve vodě vystihuje rovnice: $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

b) platí tedy $c(H_3O^+) = c(HCl) = 0{,}01\ mol/dm^3$

c) z definice pH zjistíme jeho hodnotu

$$pH = -\log c(H_3O^+) = -\log 0{,}01 = 2{,}00$$

Odpověď: pH roztoku kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,01 mol/l je 2,00.

řešení ii) (učivo M: dekadický logaritmus):

a) kyselina sírová je silná dvojsytná kyselina, disociaci ve vodě vystihuje rovnice:

$$H_2SO_4 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + HSO_4^-$$

$$HSO_4^- + H_2O \rightarrow H_3O^+ + SO_4^{2-}$$

b) platí tedy $c(H_3O^+) = 2 \cdot c(H_2SO_4) = 2 \cdot 0{,}003 = 0{,}006\ mol/dm^3$

c) z definice pH zjistíme jeho hodnotu

$$pH = -\log c(H_3O^+) = -\log 0{,}006 = 2{,}22$$

Odpověď: pH roztoku kyseliny sírové o koncentraci 0,003 mol/l je 2,22.

řešení iii) (učivo M: dekadický logaritmus):

a) hydroxid barnatý je silný dvojsytný hydroxid, lze předpokládat, že ve vodě bude plně disociován

$$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2\,OH^-$$

b) platí tedy $c(OH^-) = 2 \cdot c(Ba(OH)_2) = 2 \cdot 0{,}0007 = 0{,}0014\ mol/dm^3$

c) z definice pH zjistíme jeho hodnotu

$$pH = 14 - pOH = 14 - (-\log c(OH^-)) = 14 - (-\log 0{,}0014) = 11{,}15$$

Odpověď: pH roztoku hydroxidu barnatého o koncentraci 0,0007 mol/l je 11,15.

2. 2 g 35% kyseliny chlorovodíkové byly zředěny na objem 1 dm^3. Vypočítejte pH takto připraveného roztoku. ($M(HCl) = 36{,}46\ g/mol$)

řešení:

a) vypočítáme hmotnost 100% kyseliny chlorovodíkové v jejím 35% roztoku

$$w = \frac{m(100\%\ HCl)}{m(35\%\ HCl)}$$

$$m(100\%\ HCl) = m(35\%\ HCl) \cdot w = 2 \cdot 0{,}35 = 0{,}70\ g$$

b) vypočítáme látkové množství 100% kyseliny chlorovodíkové

$$n(100\%\ HCl) = \frac{m(100\%\ HCl)}{M(HCl)} = \frac{0{,}70}{36{,}46} = 0{,}0192\ mol$$

c) látkové množství je obsaženo v 1 dm^3 roztoku, jeho molární koncentrace je tedy 0,0192 mol/dm^3

d) vypočítáme pH z jeho definice, jedná se o silnou jednosytnou kyselinu, předpokládáme, že bude ve vodě zcela disociována, navíc platí, že $c(H_3O^+) = c(HCl)$

$$pH = -\log c(H_3O^+) = -\log 0{,}0192 = 1{,}72$$

Odpověď: pH připraveného roztoku je 1,72.

3. Vypočítejte pH roztoku, který vznikl zředěním 35 cm^3 roztoku kyseliny dusičné o koncentraci 0,07 mol/l na objem 950 cm^3.

řešení (učivo M: přímá úměrnost, dekadický logaritmus):

a) vypočítáme látkové množství 35% kyseliny dusičné v 35 cm^3 0,07 mol/l roztoku

$$c = \frac{n}{V}$$

$$n = c \cdot V = 0{,}07 \cdot 0{,}035 = 2{,}45 \cdot 10^{-3}\ mol$$

b) sestavíme trojčlenku, pomocí níž vypočítáme, látkové množství v 1 000 cm^3

$2{,}45 \cdot 10^{-3}\ mol$..... 950 cm^3

x mol ..... 1000 cm^3

x = $2{,}5790 \cdot 10^{-3}$ mol

c) látkové množství je obsaženo v 1 dm^3 roztoku, jeho molární koncentrace je tedy $2{,}5790 \cdot 10^{-3}$ mol/l

d) vypočítáme pH z jeho definice, jedná se o silnou jednosytnou kyselinu, předpokládáme, že bude ve vodě zcela disociována, navíc platí, že $c(H_3O^+) = c(HNO_3)$

$$pH = -\log c(H_3O^+) = -\log(2{,}5790 \cdot 10^{-3}) = 2{,}59$$

Odpověď: pH připraveného roztoku je 2,59.

4. Vypočítejte pH roztoku, který vznikl zředěním 15 cm^3 roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 0,15 mol/l na objem 1,9 dm^3.

řešení (učivo M: přímá úměrnost, dekadický logaritmus):

a) vypočítáme látkové množství hydroxidu sodného v 15 cm^3 roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 0,15 mol/l

$$n = c \cdot V = 0{,}15 \cdot 0{,}015 = 2{,}25 \cdot 10^{-3}\ mol$$

b) sestavíme trojčlenku, pomocí níž vypočítáme, látkové množství v 1 dm^3

$2{,}25 \cdot 10^{-3}\ mol$..... 1,9 dm^3

x mol ..... 1 dm^3

x = $1{,}1842 \cdot 10^{-3}$ mol

c) látkové množství je obsaženo v 1 dm^3 roztoku, jeho molární koncentrace je tedy $1{,}1842 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3

d) vypočítáme pH z jeho definice, jedná se o silný jednosytný hydroxid, předpokládáme, že bude ve vodě zcela disociován, navíc platí, že $c(OH^-) = c(NaOH)$

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - \left(-\log c\,(OH^-)\right) = 14 - (-\log 1{,}1842 \cdot 10^{-3}) = 11{,}07$$

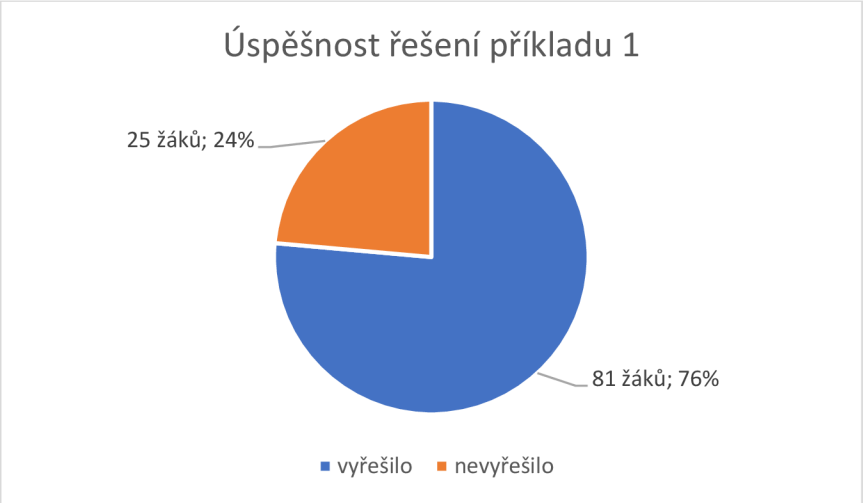
Odpověď: pH připraveného roztoku je 11,07.

Výsledky a diskuze

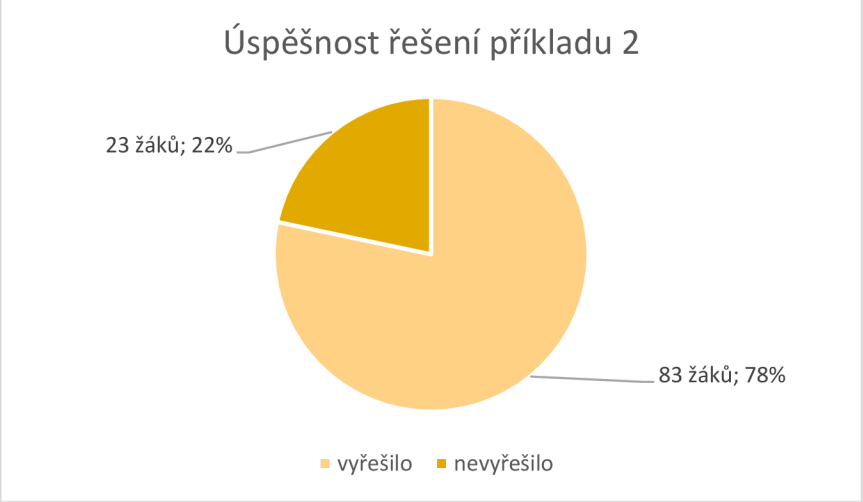
V současné době je kladen velký důraz na propojování předmětů navzájem, což je samotnou podstatou této diplomové práce. V šesti z osmi prozkoumaných ŠVP se objevuje v učebních osnovách předmětu chemie zmínka o mezipředmětových vazbách k ostatním přírodovědným předmětům jako je fyzika, matematika, biologie, ale také k dějepisu, apod. Ve většině případů je ve vypracovaných ŠVP mezipředmětový vztah vyznačen pouze písmenem předmětu, se kterým dochází ke spojitosti (např. F, M, D). Velmi zřídka je pak v závorce uvedeno, jakého učiva toho druhého propojeného předmětu se týká (např. M – základní výpočty).

Učebnice poslední dobou prochází velkou obměnou. Podle mého názoru se nyní spíše než obsahová stránka učebnice řeší její vizuální stránka. Samozřejmě se jedná o přirozený vývoj, jenž se dotýká celé společnosti, a především na základních školách je potřeba žáky zaujmout. Sumárně se mi analyzované učebnice pro základní školy, které jsem vybírala především novější z pohledu roku vydání, líbily. Pro účely ZŠ je vnímám jako dostačující, co se týče počtu řešených příkladů i způsobů řešení. Při analyzování učebnic pro střední školy mě zarazila rozmanitost, která jde ale ruku v ruce s variabilitou typů středních škol. Například v učebnici Chemie pro střední odborné školy nechemického zaměření (Čapek Adamec, 2020) jsem postrádala vyřešené příklady. Chemie se na těchto typech škol neučí do detailu, ale myslím si, že právě z tohoto důvodu bych žákům, kteří s učebnicí pracují, více poradila a ukázala jim možná řešení. Trendem mezi současnými učebnicemi je rozhodně edice Chemie pro spolužáky (Obrátil, Sáblík,2018 a; Obrátil, Sáblík, 2018b) skupinky lidí a autorů z prostředí www.prospoluzaky.cz. Z vlastní zkušenosti vím, že některým učitelům z gymnázií se nezamlouvá někdy až příliš zjednodušené vysvětlení daných chemických témat, ale sama jsem ještě studentkou, vzpomínám si na středoškolské učebnice a velmi se mi tato edice zamlouvá. Z Tabulky 10 (str. 31) lze vidět, že autoři se opravdu snaží přiblížit co nejvíce věku a schopnostem žáků a tomu odpovídají počty řešených a neřešených příkladů. Jako nejrozšířenější učebnice, co se týká použití na gymnáziích, vnímám díla od autorské dvojice Mareček a Honza (2005a, 2005b). Tito autoři vytvořili také doplňující sbírky úloh do chemie, např. (Mareček, Honza, 2001), avšak není nutné si tyto rozšiřující knihy kupovat. Jelikož se autoři v Chemii pro gymnázia 1. díl a 2. díl snaží o vysvětlení látky, doplňují ji podle mě dostatkem řešených příkladů i úloh k dalšími procvičení a upevnění učiva.

Závěrem bych ráda shrnula poznatky z pedagogického průzkumu. Myslela jsem si, že žáci více využívají mechanického počítání se vzorečky, ale jsem mile překvapena, že tomu tak není. Žáci se snažili pro mě logičtější cestou přijít na řešení příkladů. Co mě však zarazilo, byl počet žáků, kteří příklady nebyli schopni vyřešit. Situaci znázorňuje Graf 3 a Graf 4. Procentuální rozložení způsobů řešení jednotlivých žáků jsou ilustrovány na Grafu 5 a 6. Jednalo se opravdu o velmi jednoduché příklady a jak jsem zmiňovala v úvodu kapitoly 6, žák 7. ročníku základní školy je schopen tyto příklady vyřešit. K vyřešení těchto příkladů opravdu stačí pouze znalosti o procentech. V budoucnu bych chtěla ve své výuce při výpočtech v chemii ukazovat obě možné cesty – mechanický způsob pomocí vzorečků a logický způsob. Žák by se měl sám rozhodnout, který způsob mu více vyhovuje a který bude používat. Rolí učitele je mu pomoci, popřípadě pomoct nasměrovat, ale jistě jeho úkolem není za žáka rozhodnout, jakým směrem se má žák vydat.



Graf 3: Úspěšnost žáků u příkladu č. 1



Graf 4: Úspěšnost žáků u příkladu č. 2

Graf 5: Procentuální zastoupení použití vzorců, trojčlenky a využití 1 % u příkladu č. 1

Graf 6: Procentuální zastoupení použití vzorců, trojčlenky a využití 1 % u příkladu č. 2

Úspěšnost žáků při řešení pro příklad 1 a příklad 2 je procentuálně zhruba stejná (viz Graf 3 a Graf 4), odpovídá zhruba 77 %. Jak je možné vidět z Grafu 5 a Grafu 6, nejvíce bylo využito řešení pomocí trojčlenkou. U obou příkladů tímto způsobem řešilo více než 50 % žáků. Co se týče zbylých dvou metod, příklad 1 byl s chemickou tematikou, proto tomu odpovídá využití vzorců (17 % žáků). Nicméně k mému překvapení také docela hodně žáků využilo počítání přes vzorce i u druhého příkladu, a to 7 % žáků, a to i přes skutečnost, že se způsob výpočtu pomocí procent v učebnicích chemie vůbec neobjevuje.

Statisticky významné je však pouze ve třídách na gymnáziu, kde se počty dívek a chlapců rovnají, zaměřit se právě na porovnání, jaký způsob si pro výpočet příkladů vybrali chlapci a jaký dívky. Pro přehlednost jsem využila zadání informací do tabulek (Tabulka 21 – 24).

kluci		**dívky**	
vzorec	2	vzorec	8
trojčlenka	4	trojčlenka	3
procento	6	procento	3

Tabulka 21: Zastoupení metod u žáků 6. ročníku osmiletého gymnázia v 1. příkladu

kluci		**dívky**	
vzorec	2	vzorec	0
trojčlenka	2	trojčlenka	5
procento	7	procento	6

Tabulka 22: Zastoupení metod u žáků 7. ročníku osmiletého gymnázia v 1. příkladu

kluci		**dívky**	
vzorec	3	vzorec	2
trojčlenka	7	trojčlenka	5
procento	3	procento	4

Tabulka 23: Zastoupení metod u žáků 6. ročníku osmiletého gymnázia v 2. příkladu

kluci		**dívky**	
vzorec	0	vzorec	0
trojčlenka	2	trojčlenka	4
procento	7	procento	8

Tabulka 24: Zastoupení metod u žáků 7. ročníku osmiletého gymnázia v 2. příkladu

Jak lze vyčíst z dat z Tabulek 21 – 24, pouze u prvního příkladu v 6. ročníku osmiletého gymnázia je nějaký viditelně větší rozdíl v použité metodě mezi kluky a dívkami. Dívky v tomto případě upřednostnili chemický přístup pro řešení příkladu. Obecně statisticky významné rozdíly ale nejsou mezi pohlavími ve způsobu řešení příkladů. Ve většině případů se chlapci i dívky přiklonili k matematickému pojetí řešení. Docela mě překvapilo počet žáků, kteří řešili přes procento. Zmiňuji tento fakt již o dva odstavce dříve, ale tento způsob řešení chemických příkladů se v učebnicích opravdu vůbec neobjevuje. Žáci tedy prokázali schopnost propojit matematiku a chemii.

Příčina neúspěchu u daných příkladů je neznámá. Většina žáků, kteří nedokázali příklad č. 1 nebo příklad č. 2 vyřešit, nechali volné místo u řešení tohoto příkladu. Popřípadě špatně sestavili trojčlenku a nedospěli tedy ke správnému výsledku, nebo sice znali vzorec pro hmotnostní zlomek, ale neuměli s ním pracovat a dosadit do něj.

Příklady vytvořené v rámci této diplomové práce byly záměrně vybrány pouze početní, protože právě na těchto příkladech je krásně vidět propojení chemie a matematiky v učivu chemie. Příklady jsou děleny podle chemických témat. Vybírala jsem ve většině případů, až na oblast termochemie a součin rozpustnosti, témata, se kterými se žáci i jiných středních škol než pouze gymnázií setkají v rámci svého studia chemie na jejich škole. V rámci mého vlastního studia na vysoké škole jsem měla možnost navštěvovat různé typy škol a v podobě náslechových hodin se účastnit výuky předmětů chemie a matematika. V souvislosti s touto zkušeností jsem zvolila také chemické okruhy (hmotnostní zlomek, výpočty z chemických rovnic, látkové množství), se kterými se žák seznámí již na základní škole, a vypracovala v této oblasti příklady, protože jsem v rámci náslechové praxe na středních školách viděla u žáků nejistotu či neznalost v těchto tématech. Podle mého je důležité se těmto okruhům důkladně věnovat také ve výuce chemie na střední škole. Příklady jsou řešeny buď užitím vzorců i matematickým postupem, nebo jsou v rámci kapitoly ukázány úlohy, které lze řešit jedním ze zmíněných způsobů. Matematika je samozřejmě aplikována také v chemickém postupu, který spočívá v použití vzorců, aplikují se zde znalosti o algebraických výrazech, avšak matematický postup vyžaduje znalost daného tématu a logickou posloupnost. Každému je přirozenější jiný způsob řešení a sám by si měl vybrat cestu a metodu řešení. Během svých pedagogických praxí jsem vypozorovala, že pro žáky, kterým chemie příliš nejde nebo je chemie nebaví, si raději vyberou výpočet pomocí vzorečků, jelikož se zpaměti naučí vzorec, do kterého dosadí veličiny ze zadání, a po zadání hodnot do kalkulačky jim ihned vyskočí výsledek.

Závěr

Hlavním cílem diplomové práce bylo vytvoření úloh s chemickou tematikou, na kterých jsou aplikovány mezipředmětové vztahy ve výuce chemie a matematiky. Vybrala jsem deset chemických témat – hmotnostní zlomek, objemový zlomek, látkové množství, roztoky, výpočty z chemického vzorce, výpočty z chemických rovnic, vyčíslování chemických rovnic, termochemie, součin rozpustnosti, výpočet pH. Úlohy u některých kapitol jsou řešeny dvojím způsobem – z pohledu chemického přístupu a matematickým logickým postupem bez využití vzorců. Každý z těchto tematických celků začíná vysvětlením teoretických pojmů potřebných k výpočtu úloh, pokračuje řešenými příklady. U příkladů, které jsou kompletně řešeny matematickým způsobem nebo jedno z jejich řešení je matematické, je zdůrazněno učivo matematiky aplikováno na tomto řešení. Na jednodušších příkladech, které jsou řešeny jednak pomocí vzorců, jednak pomocí matematického postupu, lze vidět, že matematický postup mnohdy řešení příkladu velmi zjednodušuje, což by žákům mohlo být bližší, než si pamatovat a aplikovat chemické vzorce.

Teoretická část se zaměřuje na didaktické pojetí motivace ve výuce, objasňuje důležitost motivace žáků. Další kapitola je věnována učebním úlohám, rozdělení učebních úloh a jejich funkcím v procesu výuky. V neposlední řadě je popsán pojem mezipředmětové vztahy, které jsou podstatnou složkou výuky. Zmíněny jsou také mezinárodní přírodovědná šetření PISA a TIMSS a výsledky českých žáků v posledních provedených testováních obou šetření.

V praktické části jsou analyzovány RVP pro základní školy a RVP pro gymnázia z pohledu předmětů matematika a chemie. Jsou vytvořeny tabulky učiva, ze kterých je patrné, že vesměs všechen matematický aparát potřebný pro výpočet úloh je žákům vysvětlen již v rámci studia na základních školách. Další částí je analýza učebnic z pohledu mezipředmětových vazeb mezi chemií a matematikou, přičemž bylo zjišťováno, kolika příklady učebnice disponuje, jaký je počet řešených příkladů a zda jsou tyto příklady řešené čistě chemickým postupem, nebo je v učebnicích ukázán také matematický postup. Součástí diplomové práce je pedagogický výzkum, který byl uskutečněný ve čtyřech třídách na dvou různých typech škol. V rámci výzkumu žáci řešili početní příklady a převážně bylo zkoumáno, jakou metodu při řešení využívají. Většina žáků využívala matematického postupu bez použití vzorců.

Seznam použité literatury

BLAŽEK, Radek, Zuzana JANOTOVÁ, Eva POTUŽNÍKOVÁ a Josef BASL. *Mezinárodní šetření PISA 2018: národní zpráva*. Praha: Česká školní inspekce, **2019**.

BUDÍNSKÁ, Gabriela, Květoslava ŠTIKOVCOVÁ, Lucie JELÍNKOVÁ a Jana JANDOVÁ. *Hravá chemie 8: učebnice pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Praha: Taktik, **2019a**.

BUDÍNSKÁ, Gabriela, Aneta KRIZANOVÁ, Věra NÝVLTOVÁ a Petr TOMAN. *Hravá chemie 9: učebnice pro 9. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Praha: Taktik, **2019b**.

ČAPEK ADAMEC, Martin. *Chemie pro SOŠ nechemického zaměření*. Praha: Eduko nakladatelství, **2020**.

CHUTER, Claire. *The role of motivation in learning* [online], **2020** [cit 2021-12-20]. Dostupné z: https://theeducationhub.org.nz/motivation/

FREML, Vratislav a Bohuslav DUŠEK. *Chemie pro gymnázia I. – Obecná a anorganická*, Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, **2007**.

KALHOUS, Zdeněk a Otto OBST. *Školní didaktika*, Praha: Portál, **2002**.

MAREČEK, Aleš a Jaroslav HONZA. *Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl*, NAKLADATELSTVÍ OLOMOUC, **2005a**.

MAREČEK, Aleš a Jaroslav HONZA. *Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. díl*, NAKLADATELSTVÍ OLOMOUC, **2005b**.

MAREČEK, Aleš a Jaroslav HONZA. *Chemie – sbírka pro studenty středních škol*, Brno: Dataprint, **2001**.

MAREŠ, Jiří. *Pedagogická psychologie*. Praha: Portál, **2013**.

OBRÁTIL, Vilém a Leoš SÁBLÍK. *Chemie pro spolužáky – Obecná chemie I*. Hradec Králové: ProSpolužáky.cz, **2018a**.

OBRÁTIL, Vilém a Leoš SÁBLÍK. *Chemie pro spolužáky – Obecná chemie II*. Hradec Králové: ProSpolužáky.cz, **2018b**.

PRŮCHA, Jan, Jiří MAREŠ a Eliška WALTEROVÁ. *Pedagogický slovník*. 4. aktualizované vyd. Praha: Portál, **2003**.

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia [online], Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, **2017** [cit. 2022-01-10]. Dostupné z: http://www.nuv.cz/file/159

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání [online], Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, **2021** [cit. 2022-01-10]. Dostupné z: https://www.msmt.cz/file/56051/

SAUNTSON, Henry. *The Complete Guide to Motivation in Education* [online], **2021**[cit 2021-12-20]. Dostupné z: https://theacherofsci/motivation-in-education/

ŠKODA, Jiří, Pavel DOULÍK, Milan ŠMÍDL a Ivana PELIKÁNOVÁ. *Chemie 9 – nová generace*. Plzeň: Fraus, **2018**.

Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání a gymnázium. Jeseník: Gymnázium, Jeseník, Komenského 281, **2019**. Dostupné z: https://www.gymjes.cz/skolni-vzdelavaci-program

Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání. Gymnázium, Olomouc – Hejčín, Tomkova 45, 779 00 Olomouc, **2009**. Dostupné z: https://www.gytool.cz/soubory/SVP/2016-08-18%20SVP%202009.pdf

Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání. Uničov: Gymnázium, Uničov, Gymnazijní 257, **2019**. Dostupné z: https://www.gymun.cz/informace-o-skole/svp

Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání. Zábřeh: Gymnázium, Zábřeh, náměstí Osvobození 20, **2019**. Dostupné z: https://gyza.cz/storage/dokumenty/svp_gyza_2019_Final.pdf

Školní vzdělávací program – ŠVP Aplikovaná chemie. Brno: Střední průmyslová škola chemická Brno, Vranovská 65, **2016**. Dostupné z: https://www.spschbr.cz/user/data/VP_ApCH_nove.pdf

Školní vzdělávací program Praktická sestra 53-41-M/03. Olomouc: Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Emanuela Pöttinga a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Olomouc, Pöttingova 624/2, **2019**. Interní materiál Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Emanuela Pöttinga a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Olomouc.

Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání [online], Olomouc: Základní škola Olomouc, tř. Spojenců 8, **2013** [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: https://www.zsspojencuol.com/svp

Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání. Šumperk: Základní škola Šumperk, Sluneční 38, **2013**. Dostupné z: https://slunecniskola.cz/wp-content/uploads/2021/10/SVP-pro-ZV-2021-202229.pdf

ŠRÁMEK, Vladislav a Ludvík KOSINA. *Obecná a anorganická chemie*, NAKLADATELSTVÍ OLOMOUC, **1996**.

TOMÁŠEK, Vladislav, Simona BOUDOVÁ, Libor KLEMENT, Josef BASL, Tomáš ZATLOUKAL, Dana PRAŽÁKOVÁ a Svatava JANOUŠKOVÁ. *Mezinárodní šetření TIMSS 2019: národní zpráva*. Praha: Česká školní inspekce, **2020**.

ZAJDÁKOVÁ, Magdaléna. *Mezipředmětové vztahy* (bakalářská práce), Brno: Masarykova univerzita, **2006** [cit 2021-09-21]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/b0wka/Mezipredmetove_vztahy.pdf

Seznam grafů

Graf 1: Zastoupení způsobů řešení u příkladu č. 1
Graf 2: Zastoupení způsobů řešení u příkladu č. 2
Graf 3: Úspěšnost žáků u příkladu č. 1
Graf 4: Úspěšnost žáků u příkladu č. 2
Graf 5: Procentuální zastoupení použití vzorců, trojčlenky a využití 1 % u příkladu č. 1
Graf 6: Procentuální zastoupení použití vzorců, trojčlenky a využití 1 % u příkladu č. 2

Seznam obrázků

Obrázek 1: Porovnání výsledků žáků v šetření TIMSS v krajích ČR

Seznam tabulek

Tabulka 1: Učivo chemie a příslušné učivo matematiky
Tabulka 2: Přehled učiva chemie a jeho zastoupení v RVP ZV a RVP G
Tabulka 3: Přehled učiva matematiky a jeho zastoupení v RVP ZV a RVP G
Tabulka 4: Rozdělení učiva chemie v příslušných ročnících pro jednotlivé školy
Tabulka 5: Seznam analyzovaných učebnic a jim přidělené zkratky
Tabulka 6: Analýza učebnice Hravá chemie 8
Tabulka 7: Analýza učebnice Hravá chemie 9
Tabulka 8: Analýza učebnice Chemie 9 – nová generace
Tabulka 9: Analýza učebnice Obecná chemie I. (Chemie pro spolužáky)
Tabulka 10: Analýza učebnice Obecná chemie II. (Chemie pro spolužáky)
Tabulka 11: Analýza učebnice Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl
Tabulka 12: Analýza učebnice Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. díl
Tabulka 13: Analýza učebnice Obecná a anorganická chemie
Tabulka 14: Analýza učebnice Chemie pro SOŠ nechemického zaměření
Tabulka 15: Analýza učebnice Chemie pro gymnázia I. (Obecná a anorganická)
Tabulka 16: Analýza učebnice Chemie – sbírka příkladů pro studenty středních škol
Tabulka 17: Porovnání učebnic v počtu řešených a neřešených příkladů pro základní školy
Tabulka 18: Porovnání učebnic v počtu řešených a neřešených příkladů pro střední školy
Tabulka 19: Shrnutí výsledků žáků pro příklad č. 1
Tabulka 20: Shrnutí výsledků žáků pro příklad č. 2
Tabulka 21: Zastoupení metod u žáků 6. ročníku osmiletého gymnázia v 1. příkladu

Tabulka 22: Zastoupení metod u žáků 7. ročníku osmiletého gymnázia v 1. příkladu
Tabulka 23: Zastoupení metod u žáků 6. ročníku osmiletého gymnázia v 2. příkladu
Tabulka 24: Zastoupení metod u žáků 7. ročníku osmiletého gymnázia v 2. příkladu

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Výsledky žáků 6. ročníku nižšího gymnázia pro příklad č. 1
Příloha č. 2 – Výsledky žáků 7. ročníku nižšího gymnázia pro příklad č. 1
Příloha č. 3 – Výsledky žáků 1. ročníku oboru praktická sestra pro příklad č. 1
Příloha č. 4 – Výsledky žáků 1. ročníku oboru asistent zubního technika pro příklad č. 1
Příloha č. 5 – Výsledky žáků 6. ročníku nižšího gymnázia pro příklad č. 2
Příloha č. 6 – Výsledky žáků 7. ročníku nižšího gymnázia pro příklad č. 2
Příloha č. 7 – Výsledky žáků 1. ročníku oboru praktická sestra pro příklad č. 2
Příloha č. 8 – Výsledky žáků 1. ročníku oboru asistent zubního technika pro příklad č. 2

Přílohy

Příloha č. 1 – Výsledky žáků 6. ročníku nižšího gymnázia pro příklad č. 1

dívka/hoch	výsledek 25	jednotka g	vztah $w_A = \frac{m_A}{m}$	výpočet se vztahem	trojčlenka	výpočet pomocí trojčlenky	procenta	výpočet s procenty	numericky správně
dívka 1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
dívka 2	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
dívka 3	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 4	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 2	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 3	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 5	1	1	1	1	0	0	0	0	1
dívka 6	1	1	1	1	0	0	0	0	1
dívka 7	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 8	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 4	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 5	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 6	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 7	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 8	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 9	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 9	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 10	1	1	1	1	0	0	0	0	1
dívka 11	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 10	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 12	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 11	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 12	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 13	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 13	1	1	1	1	0	0	0	0	1

Příloha č. 2 – Výsledky žáků 7. ročníku nižšího gymnázia pro příklad č. 1

dívka/hoch	výsledek 25	jednotka g	vztah $w_A = \frac{m_A}{m}$	výpočet se vztahem	trojčlenka	výpočet pomocí trojčlenky	procenta	výpočet s procenty	numericky správně
dívka 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hoch 1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 2	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 3	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 2	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 3	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 4	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 5	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 6	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 4	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 5	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 6	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 7	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 8	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 7	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 8	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 9	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 9	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 10	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 10	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 11	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hoch 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hoch 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 13	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 14	1	1	0	0	0	0	1	1	1

Příloha č. 3 – Výsledky žáků 1. ročníku oboru praktická sestra pro příklad č. 1

dívka/hoch	výsledek 25	jednotka g	vztah $w_A = \frac{m_A}{m}$	výpočet se vztahem	trojčlenka	výpočet pomocí trojčlenky	procenta	výpočet s procenty	numericky správně
dívka 1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
dívka 2	0	0	0	0	1	1	0	0	0
dívka 3	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 4	0	0	1	1	0	0	0	0	0
dívka 5	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 6	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 7	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 8	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 9	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 10	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 11	1	1	0	0	1	0	0	0	0
hoch 1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
dívka 12	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 13	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 14	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 16	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 17	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 18	1	1	0	0	0	0	0	0	0
dívka 19	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 20	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 21	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 23	0	0	1	0	0	0	0	0	0
dívka 24	0	0	1	0	0	0	0	0	0
dívka 25	1	1	0	0	1	1	0	0	1

Příloha č. 4 – Výsledky žáků 1. ročníku oboru asistent zubního technika pro příklad č. 1

dívka/hoch	výsledek 25	jednotka g	vztah $w_A = \frac{m_A}{m}$	výpočet se vztahem	trojčlenka	výpočet pomocí trojčlenky	procenta	výpočet s procenty	numericky správně
dívka 1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 2	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 3	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 6	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 7	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 8	1	1	0	0	0	0	0	0	0
dívka 9	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 10	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 11	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 12	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 13	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 15	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 17	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 18	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 19	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 20	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 21	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 22	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 23	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 25	0	1	0	0	1	1	0	0	0
hoch 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Příloha č. 5 – Výsledky žáků 6. ročníku nižšího gymnázia pro příklad č. 2

dívka/hoch	výsledek 181,5	jednotka g	vztah $w_A = \frac{m_A}{m}$	výpočet se vztahem	trojčlenka	výpočet pomocí trojčlenky	procenta	výpočet s procenty	numericky správně
dívka 1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
dívka 2	1	1	0	0	1	0	0	0	1
hoch 1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 3	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 4	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 2	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 3	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 5	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 6	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 8	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 4	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 5	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 6	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 7	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 8	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 9	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 10	1	1	1	1	0	0	0	0	1
dívka 11	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 10	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 12	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 11	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 12	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 13	1	1	1	1	0	0	0	0	1
hoch 13	1	1	1	1	0	0	0	0	1

Příloha č. 6 – Výsledky žáků 7. ročníku nižšího gymnázia pro příklad č. 2

dívka/hoch	výsledek 181,5	jednotka g	vztah $w_A = \frac{m_A}{m}$	výpočet se vztahem	trojčlenka	výpočet pomocí trojčlenky	procenta	výpočet s procenty	numericky správně
dívka 1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 2	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 3	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 2	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hoch 4	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 5	1	1	0	0	0	0	0	0	0
hoch 6	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 4	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 5	0	0	0	0	0	0	1	1	0
dívka 6	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 7	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 8	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 7	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 8	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 9	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 9	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 10	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 10	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 11	0	0	0	0	0	0	1	1	0
hoch 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hoch 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 11	1	1	0	0	0	0	1	1	1
hoch 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 12	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 13	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 14	1	1	0	0	0	0	1	1	1

Příloha č. 7 – Výsledky žáků 1. ročníku oboru praktická sestra pro příklad č. 2

dívka/hoch	výsledek 181,5	jednotka g	vztah $w_A = \frac{m_A}{m}$	výpočet se vztahem	trojčlenka	výpočet pomocí trojčlenky	procenta	výpočet s procenty	numericky správně
dívka 1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
dívka 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 5	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 7	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 8	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 9	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 11	1	1	0	0	1	1	0	0	0
hoch 1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
dívka 12	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 13	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 14	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 16	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 17	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 18	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 19	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 20	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 21	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dívka 24	0	0	1	0	0	0	0	0	0
dívka 25	1	1	0	0	1	1	0	0	1

Příloha č. 8 – Výsledky žáků 1. ročníku oboru asistent zubního technika pro příklad č. 2

dívka/hoch	výsledek 181,5	jednotka g	vztah $w_A = \frac{m_A}{m}$	výpočet se vztahem	trojčlenka	výpočet pomocí trojčlenky	procenta	výpočet s procenty	numericky správně
dívka 1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 2	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 3	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 4	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 5	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 6	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 7	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 8	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 9	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 10	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 11	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 12	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 13	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 14	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 15	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 16	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 17	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 18	1	1	0	0	0	0	1	1	1
dívka 19	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 20	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 21	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 22	1	0	0	0	1	1	0	0	1
dívka 23	1	1	0	0	1	1	0	0	1
dívka 24	0	1	0	0	1	1	0	0	0
dívka 25	1	1	0	0	1	1	0	0	1
hoch 1	1	1	0	0	0	0	1	1	1