

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra anorganické chemie



**MOTIVAČNÍ VÝPOČTOVÉ ÚLOHY  
PRO VÝUKU CHEMIE NA SŠ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Bc. Alexandra Obruča  
Studijní obor: Učitelství chemie pro střední školy – Učitelství biologie pro střední školy  
Typ studia: Prezenční  
Vedoucí práce: Mgr. Iveta Bártová, Ph.D.

Olomouc 2022

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 25. 3. 2022

.....

Bc. Alexandra Obruča



## **Poděkování**

Velké díky patří mé vedoucí Mgr. Ivetě Bártové, Ph.D. za podporu při dokončení studia, za její cenné rady, připomínky a také empatii. Dále chci poděkovat také doc. RNDr. Martě Klečkové, CSc., bez které by tato práce nevznikla. A v neposlední řadě mé poděkování směřuje mé rodině, a to především mému manželovi, který mě podporuje celé studium a také mému synovi, díky kterému dokončuji magisterské studium.

## **Bibliografická identifikace:**

Jméno a příjmení autora:	Bc. Alexandra Obruča
Název práce:	Motivační výpočtové úlohy pro výuku chemie na SŠ
Typ práce:	Diplomová
Pracoviště:	Katedra anorganické chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci
Vedoucí práce:	Mgr. Iveta Bártová, Ph.D.
Rok obhajoby práce:	2022

### **Abstrakt:**

Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Hlavním cílem diplomové práce bylo vytvoření sbírky řešených úloh se stručným chemickým zadáním a zadáním s kontextem pro výuku na středních školách. Teoretická část zahrnuje rešerši o problematice učebních úloh, motivaci v hodinách chemie a především o chemických výpočtech. Praktická část se zabývá analýzou středoškolských učebnic a kurikulárních dokumentů na státní a školní úrovni. Praktická část také zahrnuje postup provedení pedagogického výzkumu. Konec praktické části je věnován kapitole o chemických výpočtech se stručnou teorií a ukázkami ze sbírky úloh a jejich ověření v praxi. Výsledky pedagogického výzkumu a ověřování chemických výpočtu jsou zahrnuty v kapitole Výsledky a diskuze. Sbíрка řešených příkladů je přílohou diplomové práce.

Klíčová slova:	učební úlohy, motivační úlohy, chemické výpočty, sbírka řešených příkladů
Počet stran:	82
Jazyk:	Čeština

## **Bibliographical identification:**

Author's first name and surname: Bc. Alexandra Obruča

Title: Motivational computational tasks for teaching chemistry at secondary school

Type of thesis: Master

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

Supervisor: Mgr. Iveta Bártová, Ph.D.

Year of presentation: 2022

### **Abstract:**

The diploma thesis is divided into the theoretical and practical part. The main goal of diploma thesis was to create a collection of solved tasks with the brief task and focus on teaching at the high schools. The theoretical part includes verification of the problematics learning tasks, the motivation during the chemistry classes and especially chemistry calculations. The analysis of the secondary school textbooks and curricular documents are presented in the practical part. It also includes the methods of executing nebo performing pedagogical research. In conclusion, the diploma thesis contains chemistry calculations with the brief theory and examples from the collection of exercises. Verification in practice of created exercises is also included. The results of the pedagogical researches and chemistry calculations can be found in the chapter "Results and Discussion". The collection of solved tasks is in the attachment of the diploma thesis.

Keywords: learning tasks, motivation tasks, chemical calculations, collection of solved tasks

Number of pages: 82

Language: Czech

# OBSAH

ÚVOD .....	8
CÍLE PRÁCE .....	9
TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 Motivace ve výuce.....	10
1.1 Motivace ve výuce chemických výpočtů .....	11
2 Učební úlohy.....	12
2.1 Definice učebních úloh.....	12
2.2 Taxonomie učebních úloh .....	13
2.3 Parametry učební úlohy .....	15
2.4 Zadání učebních úloh .....	15
2.5 Řešení učebních úloh .....	16
2.6 Analýza vlastností učebních úloh.....	17
2.6.1 Obtížnost úloh .....	17
2.6.2 Citlivost úloh.....	18
2.6.3 Analýza nenormovaných odpovědí.....	18
2.6.4 Nevhodné vlastnosti .....	19
3 Didaktika chemických výpočtů .....	20
4 Učivo chemické výpočty .....	22
4.1 Základní jednotky SI .....	22
4.2 Základní chemické výpočty .....	24
PRAKTICKÁ ČÁST.....	26
5 Analýza středoškolských učebnic.....	26
5.1 Analýza českých středoškolských učebnic .....	28
5.2 Analýza cizojazyčných středoškolských učebnic .....	32
6 Analýza rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia.....	35
6.1 Chemické výpočty v RVP G .....	35
7 Analýza školních vzdělávacích programů vybraných škol .....	36
7.1 Analýza chemických výpočtů ve školních vzdělávacích programech .....	40
7.2 Shrnutí analýzy jednotlivých školních vzdělávacích programů.....	41
8 Pedagogický výzkum.....	42
8.1 Cíl pedagogického výzkumu .....	42
8.2 Metoda sběru dat .....	43

8.3	Výzkumný vzorek .....	43
9	Soubor chemických výpočtů .....	45
9.1	Hmotnostní zlomek <b>w</b> .....	46
9.2	Molární koncentrace <b>c</b> .....	48
9.3	Hmotnostní koncentrace <b>cm</b> .....	50
9.4	Ředění roztoků .....	52
9.5	Výpočty z chemických rovnic .....	55
9.6	pH .....	58
9.7	Ověření chemických výpočtů .....	61
VÝSLEDKY A DISKUZE .....		62
10	Výsledky pedagogického výzkumu .....	62
10.1	Motivace a chemické výpočty .....	62
10.2	Středoškolské učebnice využívané učiteli .....	63
10.3	Přístup učitelů k výuce chemických výpočtů .....	64
10.4	Proč žáci u chemických výpočtů chybují .....	65
10.5	Žádoucí změna ze strany učitelů .....	66
11	Výsledky ověřování znalostí chemických výpočtů .....	67
12	Hodnocení výzkumných otázek .....	72
ZÁVĚR .....		75
POUŽITÁ LITERATURA .....		76
PŘÍLOHY .....		83

# ÚVOD

*„Non Scholze, sed vitae discimus.“ - Seneca*

V dnešní době patří předmět chemie k méně oblíbeným předmětům na gymnáziích. Časová dotace je nedostatečná, a tak učitelé mnohdy zapomínají na motivaci, zdůrazňování mezipředmětových vztahů či využití chemie v praxi. To stejné platí i pro chemické výpočty, kdy se v učebnicích setkáme se strohou teorií a minimem příkladů k procvičení, nemluvě o jakémkoli propojení s praxí a motivací žáků. Žáci pak nechápou, proč by se měli učit počítat nejen v matematice, ale i v předmětu chemie.

Předložená diplomová práce zahrnuje nejen problematiku chemických výpočtů, ale také problematiku motivace, která je velice důležitá, aby se zvýšil zájem žáků o předmět chemie. Připravený soubor motivačních výpočtových úloh pro výuku na středních školách byl vytvořen na základě analýzy pedagogického výzkumu, jehož cílem bylo zjistit, jaké dovednosti a znalosti mají studenti 1. ročníků chemických oborů na univerzitách v České republice. Výzkum zkoumal nejen celkovou úspěšnost zadaných výpočtů, ale i formulace úloh (úloha s chemickým stručným zadáním vs. úloha s kontextem), příčiny selhání při řešení výpočtů a typ chemických výpočtů [1].

Součástí souborů úloh jsou následující typy výpočtů: hmotnostní zlomek, molární koncentrace, hmotnostní koncentrace, ředění roztoků, výpočty z chemických rovnic a výpočty pH. Příklady úloh byly vždy vytvořeny ve dvou variantách – zadání chemické stručné a zadání s motivačním kontextem.

Důležitou součástí diplomové práce bylo také vypracování literární rešerše zaměřené na výpočtové chemické úlohy na SŠ. Byly uskutečněny rozhovory s vybranými učiteli chemie na gymnáziích, zaměřené na odhalení klíčových problémů při řešení úloh žáky. Byla zpracována analýza Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia a porovnána s analýzou školních vzdělávacích programů ze škol, na nichž učí oslovení učitelé.

## CÍLE PRÁCE

Pro diplomovou práci byly stanoveny následující cíle:

- Hlavním cílem diplomové práce bylo vytvoření souboru motivačních výpočtových úloh pro výuku chemie na SŠ, jejich ověření ve školské praxi a vyhodnocení.
- Zpracování literární rešerše se zaměřením na výpočtové chemické úlohy pro SŠ.
- Provedení rozhovorů s 8 - 10 učiteli chemie SŠ se zaměřením na chemické výpočty a na základě těchto rozhovorů bylo vytipovat problémy žáků při řešení chemických úloh.
- Zpracování výsledků formou diplomové práce.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 Motivace ve výuce

Motivace (z lat. *moder* – hýbat, pohybovat) je „*souhrn hybných činitelů v činnostech, učení a osobnosti*“ [2, s. 84]. Hybným činitelem jsou takové aktivity, které jedince podněcují, podporují, nebo naopak tlumí činnost. Motivace zahrnuje jednak vnější cíle, ale také vnitřní motivy. Příkladem vnějšího cíle může být úspěšné ukončení studia a být odborníkem v daném oboru. Vnitřní motivace je úzce spjata s vnějšími cíli. Vnější cíl může vnitřní motivaci podněcovat, ale i oslabovat. [2]

Chemie patří spolu s fyzikou, biologií, geologií a geografii do vzdělávací oblasti Člověk a příroda podle rámcových vzdělávacích programů pro gymnázia (dále RVP G) [3]. A jak už vyplývá z názvu této vzdělávací oblasti, spadají tyto předměty pod tzv. přírodní vědy, které zkoumají živou a neživou přírodu. Žáci proto od těchto předmětů očekávají, že budou vše zkoumat, pozorovat, experimentovat. Představy žáků se mnohdy mohou lišit od způsobů, jakým jsou tyto předměty v dnešní době vyučovány, což může vést k postupnému ochabování zájmu se v této oblasti vzdělávat [4].

Podle Čápa [2, s. 186] lze zájem o učení chápat jako „*souhrnné označení žákovy motivace ve vztahu k učení (popř. předmětu)*“. Jde o motivaci, na níž působí větší počet rozmanitých potřeb, citů, dílčích motivačních momentů, a to v kombinaci, které jsou odlišné interindividuálně a intraindividuálně (při srovnání různých období v průběhu života jednotlivce).

Motivaci k učení rozlišujeme vnitřní a vnější. Vnitřní motivace jsou dílčí motivy související s příslušným předmětem, který se žák učí, např. poznávací potřeba, potřeba činnosti, uspokojení ze společné sociální komunikace a interakce při učení. Kdežto vnější motivace je spjata s učební činností jen okrajově (odměna, pochvala, trest). Pokud žák bere předmět v rámci dostižení budoucího povolání, jde o vnitřní motivaci a seberealizaci. Nesmí dojít k tomu, aby šlo jen o motivaci vnější, protože bez radosti z dostiženého cíle, osvojení něčeho nového, může dojít i k nespokojenosti v různých oblastech života. A právě vnější motivace kolikrát může narušit vnitřní motivaci žáka, jelikož bude očekávat pochvalu za každou provedenou činnost. [2]

Motivovaný žák se efektivněji učí, lze využít mnoho možností, jak zapojit aktivně motivaci do výuky chemie, od chemických jednoduchých pokusů, propojení učiva s běžným životem nebo zajímavostí ze světa, přes různé chemické hry, projektovou výuku, exkurze, až po využití



digitální technologie. Mnoho škol v souvislosti s tímto investuje do interaktivních tabulí, vybavení učeben, laboratoří. [5]

### 1.1 Motivace ve výuce chemických výpočtů

Chemické výpočty patří k méně oblíbenému učivu. Jedná se o učivo abstraktní, které je ve výuce chemie na SŠ málo propojené s běžným životem. Neoblíbenost chemických výpočtů prohlubuje i fakt, že matematika, jejíž základní aplikace je nutné v chemických výpočtech umět používat, je z pohledů mnoha žáků vnímána jako neoblíbený předmět. [6]

Nedostatek propojení výuky chemických výpočtů s využitím v běžném životě vede k prohlubování tzv. *chemofobie*, strachu nejen z předmětu chemie, ale i strachu z chemie jako takové. Jelikož jsou učitelé chemie na základních a středních školách prvními chemiky - profesionály, se kterými se žáci setkávají, příprava budoucích učitelů chemie by proto měla obsahovat škálu motivačních didaktických prostředků a přístupů. [7]

V mnoha již proběhlých výzkumech se předmět chemie řadil vždy na poslední příčky oblíbenosti. Důležitým faktorem je nejen náročnost předmětu, ale i atraktivnost učiva. A právě chemické výpočty řadí žáci mezi méně důležité téma. [8]

Je také důležité ukázat žákům, že chemické výpočty nenajdou jen ve vyučování, ale že se s chemickými výpočty setkají v životě, např. výpočet hmotnostní koncentrace minerálních látek rozpuštěných v rybníce, nebo výpočet hmotnostního zlomku cukru ve slazených minerálkách.

Žáci se mohou zapojit do soutěží, kde jsou chemické výpočty potřeba. Nejvyšší chemickou soutěží, kterou pořádá ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, je Chemická olympiáda. Soutěž je vyhlašována každoročně. [9]

## 2 Učební úlohy

Učební úlohy patří neodmyslitelně do výuky v jakémkoli předmětu a na jakémkoli úrovni vzdělávání. Díky nim lze nejen motivovat žáky k učení, ale i osvojit a upevnit znalosti žáků a také zhodnotit znalosti žáků. Před samotným vytvořením učební úlohy je důležité stanovit výukové cíle, jichž má být dosaženo. [10]

### 2.1 Definice učebních úloh

Učebními úlohami se zabývá mnoho psychologů, pedagogů i didaktiků a neexistuje přesná definice ani jednotné kritérium třídění a klasifikace učebních úloh. Nejobecněji lze učební úlohu definovat jako „širokou škálu všech učebních zadání, a to od nejjednodušších úkolů, vyžadujících pouhou pamětní reprodukci poznatků, až po složité úkoly, vyžadující tvořivé myšlení“ [13, s. 329].

Čtrnáctová [10, s. 25] definuje chemické učební úlohy jako „požadavek na žáky, aby vykonali určitou cílevědomou činnost, směřující k předem stanovenému cíli, a to k jeho složce poznatkové a složce činnosti.“

J. Mareš [11, s. 365] definuje učební úlohu jako „promyšleně připravenou práci pro žáka či skupinu žáků, která se zadává proto, aby zajistila u žáků dosažení stanoveného učebního cíle. Úloha má rozvíjet znalosti a dovednosti žáků, při jejím řešení je důležitý jak postup, tak i výsledek.“

Podle Heluse [12, s. 220] je „učební úloha každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle, a je zaměřena na všechny tři aspekty učení. Obsahový aspekt učení představuje specifický odraz společenskohistorické zkušenosti. Operační aspekt učení je tvořený učebními, poznávacími a jinými činnostmi a operacemi žáka. Motivační aspekt je charakterizován především zájmy, sklony, potřebami žáka.“

Učební úlohy jsou jedním z nejdůležitějších nástrojů řízení učení a aktivizace žáků a zároveň nejúčinnějším prostředkem k ověřování plnění stanovených výukových cílů. Je potřeba vytvářet učební úlohy na takové úrovni, aby rozvíjely kognitivní složku osobnosti žáka, stejně tak i afektivní a psychomotorickou. [13]

Řešení učebních úloh není pro žáky snadné, jelikož nejsou schopni s textem správně pracovat, a to buď z důvodu nedostatku zkušeností s textem pracovat, přetížeností žáků, nebo neochotou učitelů naučit žáky správné práci s textem. Přitom pomocí řešení problémových úloh si žáci zdokonalují práci s textem, hledají řešení v problémových úlohách a vytváří si myšlenkové operace, a především si rozvíjí vlastní osobnost. [14]

Z výzkumu od Chupáče [15] vyšlo najevo, že žáci díky řešení souboru problémových úloh učivo nejen lépe pochopili a osvojili, ale také velmi kladně hodnotili zařazení problémových úloh do každodenního života, což vedlo k pozitivní motivaci žáků k chemii.

## 2.2 Taxonomie učebních úloh

Jednoznačně největším přínosem v problematice třídění učebních úloh je práce D. Tollingerové, která vytvořila taxonomii učebních úloh podle náročnosti poznávacích operací [10]. Inspirací pro taxonomii byla Bloomova taxonomie kognitivních učebních cílů (Tabulka 1) [13].

Tabulka 1: Taxonomie kognitivní cílů podle B. S. Blooma [13].

VÝUKOVÝ CÍL	AKTIVITA ŽÁKA	SLOVESA
<b>Znalost (zapamatování)</b>	Žák na základě pamětních procesů si vybaví pojmy, pravidla, metody, zákony a dokáže si vybavit nebo reprodukovat informace	<i>definovat, doplnit, zapsat, pojmenovat, popsat, přiřadit, reprodukovat, seřadit, vybrat, vysvětlit, určit, nazvat</i>
<b>Porozumění</b>	Žák chápe význam sděleného obsahu a dovede ho využít a dokáže vlastními slovy sdělit učivo	<i>dokázat, interpretovat, objasnit, přeložit, převést, vyjádřit vlastními slovy, vypočítat, změřit</i>
<b>Aplikace</b>	Dochází k transferu učení do situací pro jedince nových řešení/problémů, žák dokáže použít dříve naučenou látku při zpracování nového učiva	<i>aplikovat, demonstrovat, diskutovat, navrhnout, prokázat, řešit, vyzkoušet, uspořádat</i>
<b>Analýza</b>	Žák dokáže rozložit sdělení na prvky nebo části, rozlišit fakta od hypotéz	<i>analyzovat, najít principy, uspořádat, provést rozbor, specifikovat, rozhodnout</i>
<b>Syntéza</b>	Jde o schopnost skládání prvků z částí v celek, kombinací prvků se vytváří struktura, žák musí vytvořit něco pro něj nového	<i>kategorizovat, klasifikovat, kombinovat, modifikovat, napsat sdělení, vyvodit obecné závěry, shrnout</i>
<b>Hodnotící posouzení</b>	Jde o posouzení hodnoty myšlenek, dokumentů, metod, způsobů řešení, žák posuzuje hodnotu, vybírá preferovanou možnost a obhajuje svůj výběr	<i>argumentovat, obhájit, ocenit, oponovat, posoudit, prověřit, vyvrátit, zdůvodnit</i>

1) Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků:

- a) Úlohy na znovupoznání.
- b) Úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, čísel a pojmů.
- c) Úlohy na reprodukci definic, norem, pravidel apod.

d) Úlohy na reprodukci velkých celků, básní, textů, tabulek apod.

Učební úlohy vyžadují pamětní operace od žáka: Jak zní? Definujte! Co platí? Uveďte zásady pro ...! Reprodukujte! Předneste! [13]

2) Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatků:

- a) Úlohy na zjišťování faktů (měření, vážení, jednoduché výpočty).
- b) Úlohy na vyjmenování a popis faktů (výčet, soupis).
- c) Úlohy na vyjmenování a popis procesů a způsobů činnosti.
- d) Úlohy na rozbor a skladbu (analýzu a syntézu).
- e) Úlohy na pozorování a rozlišování (komparace a diskriminace).
- f) Úlohy na třídění (kategorizace a klasifikace).
- g) Úlohy na zjišťování vztahů mezi fakty (příčina, následek, cíl, prostředek, způsob apod.).
- h) Úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování.
- i) Řešení jednoduchých příkladů.

Druhá kategorie obsahuje úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace: *Změřte! Vypočítejte rozměr! Popište, jak bude probíhat! Určete shody a rozdíly! Porovnejte! Proč? Co je příčinou?* [13]

3) Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatků:

- a) Úlohy na překlad (translace, transformace).
- b) Úlohy na výklad (vysvětlení smyslu, významu, zdůvodnění apod.).
- c) Úlohy na vyvozování.
- d) Úlohy na odvozování.
- e) Úlohy na dokazování a ověřování.
- f) Úlohy na hodnocení.

Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace začínají slovními formulacemi: *Vysvětlete význam! Zdůvodněte, k čemu je to dobré! Z uvedených příkladů odvoďte pravidlo, postup! Dokažte, ověřte správnost!* [13]

4) Úlohy vyžadující sdělení poznatků:

- a) Úlohy na vypracování přehledu, výtahu, obsahu apod.
- b) Úlohy na vypracování zprávy, pojednání, referátu apod.
- c) Samostatné písemné práce, projekty apod.

Jde o úlohy zahrnující úlohy, které vyžadují k řešení kromě myšlenkových operací i písemnou (slovní) výpověď: *Vypracujte přehled, zprávu, referát, nakreslete schéma ...* [13]

- 5) Úlohy vyžadující tvořivé myšlení:
- a) Úlohy na praktickou aplikaci.
  - b) Řešení problémových situací.
  - c) Kladení otázek a formulace úloh.
  - d) Úlohy na objevování na základě vlastních pozorování.
  - e) Úlohy na objevování na základě vlastních úvah.

Poslední kategorie vyžaduje od žáků tvořivý přístup a tvořivé řešení na základě přechozích znalostí operací, schopnost tyto operace kombinovat do rozsáhlejších celků a vyvodit z nich závěr. *Řešte tematický úkol! Vymyslete praktický příklad, Na základě vlastního pozorování určete!* [13]

### **2.3 Parametry učební úlohy**

Aby učební úlohy plnily svou funkci, musí být dodrženy určité parametry [11]:

- 1) Obsahový parametr - zahrnuje obsahovou stránku učebních úloh v rámci vyučovacího předmětu, tematického celku nebo mezipředmětové souvislosti.
- 2) Stimulační/motivační parametr - ovlivňuje žakovu zvědavost a může ovlivnit žakovské postoje k úloze.
- 3) Operační parametr - určuje činnosti, které má žák při jejím řešení použít, aby splnil zadání a dospěl k výsledku. Vychází z taxonomie učebních úloh Tollingerové.
- 4) Formativní parametr - učební úlohy jsou vytvářeny, aby se s jejich pomocí žáci naučili stanovený cíl vyučovací hodiny, cíl tématu nebo předmětu. Učební úlohy pomáhají formovat znalosti a dovednosti žáků.
- 5) Regulativní parametr - zadání učební úlohy řídí žakovu činnost a ovlivňuje průběh řešení.

### **2.4 Zadání učebních úloh**

Každá úloha může být formulována verbálně (pouze slovy), nebo může obsahovat i neverbální vyjádření. Základ zadání tvoří jedna nebo více vět, které formulují otázku v úloze nebo příkaz k řešení úlohy. Pokud je úloha vyjádřena pouze slovy, měla by obsahovat zajímavé a motivující informace, např. poznatky z praxe [10].

Tyto složky mohou být zadány i neverbálními prostředky, jejichž použití v úlohách má jednak motivační účinek, a také usnadňují pochopení a řešení samotné úlohy. V chemické úloze lze využít následující neverbální prostředky [10]:

- 1) Tabulky - např. neúplná periodická tabulka, neúplná tabulka k doplnění údajů.
- 2) Schémata - chemické značky, prvky a rovnice.
- 3) Grafy - jednoduché grafy pro doplnění chybějících částí nebo údajů.
- 4) Modely - modely atomů, molekul, krystalových struktur, které jsou zobrazeny v úloze.
- 5) Realita - obrázky z běžného života, obrázky pokusů.

Výzkum Havlíčkové [16], ve kterém se zabývala vlivem atraktivity kontextu matematické slovní úlohy, ukázal, že atraktivní motivační kontexty úloh mohou vést ke zvýšení snahy žáků o jejich vyřešení, v některých případech dokonce i ke zvýšení úspěšnosti řešení.

Proto je důležité vždy kromě verbálního zadání využít i neverbální složky úlohy. Pro většinu chemických úloh lze použít pouze chemickou symboliku pro popis značek prvků, vzorců sloučenin a chemických rovnic [10].

## 2.5 Řešení učebních úloh

Součástí učební úlohy může být kromě samotného zadání i informace o postupu řešení úlohy. Tyto informace napomáhají žákovi při řešení úlohy a směřují ho k požadovanému výsledku, např. při řešení problémových úloh. V chemických úlohách lze využít následující formulace řešení [10]:

- 1) Úloha s otevřenou nejednoznačnou odpovědí - umožňuje žákům dospět k různým správným řešením úlohy a vyjádřit je vlastním způsobem.
- 2) Úlohy s otevřenou jednoznačnou odpovědí - úloha má jedno řešení, které žák vyjádří vlastním způsobem, kdy místo na odpověď je mimo zadání.
- 3) Úloha doplňovací - úloha s jednoznačným řešením a místo na odpověď je vyznačeno v zadání.
- 4) Úloha přiřazovací - v úloze jsou uvedeny látky, vlastnosti, reakce ve dvou skupinách, které žáci vzájemně spojují.
- 5) Úloha uspořádací - v úloze jsou dány látky, vlastnosti, reakce v jedné skupině, které je potřeba seřadit podle zadaného kritéria.
- 6) Úlohy klasifikační - úlohy, ve které se skupina látek, vlastností, reakcí třídí do skupin podle zadaného kritéria.

- 7) Úloha výběrová - úloha, která obsahuje jevy jedné třídy (např. vlastnosti látek), z nichž je potřeba vybrat ty, které platí pro skupinu látek.
- 8) Úloha s uzavřenou odpovědí - úloha, ve které je odpověď přesně formulována a žák určuje správnou variantu řešení.

## 2.6 Analýza vlastností učebních úloh

Jakmile je vytvořen soubor učebních úloh, je třeba ho ověřit na přiměřeném vzorku žáků. Analýzou učebních úloh rozumíme, zda jsou dodrženy základní vlastnosti didaktického testu jako celku, ale také vlastnosti testových úloh. Při analýze se zaměřujeme především na obtížnost testových úloh, na citlivost testových úloh a na analýzu tzv. nenormovaných odpovědí. [17]

### 2.6.1 Obtížnost úloh

Obtížnost testových úloh hodnotíme především podle počtu testovaných, kteří odpověděli na danou testovou úlohu správně. K tomu, abychom si vyjádřili procento testovaných, kteří řešili danou úlohu správně, nám slouží *index obtížnosti P*. Naopak *hodnota obtížnosti Q* určuje, kolik procent žáků řešilo úlohu chybně nebo ji vynechali [18]:

$$Q = \frac{n_n}{n} \cdot 100$$

kde  $n_n$  je počet žáků, kteří řešili na danou úlohu chybně nebo ji vynechali,  $n$  je celkový počet žáků. [18]

$$P = 100 - Q$$

Pokud je index obtížnosti  $P > 80$ , jsou tyto testové úlohy považovány za extrémně snadné, tudíž by se měly v testu vyskytovat v menší míře, nejlépe na začátku testu, aby poskytly slabším žákům pocit sebevědomí. Naopak je-li index obtížnosti  $P < 20$ , pak jsou úlohy považovány za extrémně těžké a stejně jako úlohy extrémně lehké by se měly v testu vyskytovat výjimečně. [18]

### 2.6.2 Citlivost úloh

Citlivost testových úloh je považována za tzv. rozlišovací hodnotu, bývá však také označována jako diskriminační hodnota nebo rozlišovací ostrost úloh. Čím vyšší hodnotou nabývá citlivost úloh, tím více jsme schopni rozlišovat mezi žáky s velkými znalostmi a malými znalostmi. [17]

K posouzení citlivosti slouží koeficienty citlivosti, které nabývají hodnot od -1 do +1, kdy platí, čím větší hodnotu koeficient nabývá, tím je úloha citlivější. K rozlišení testovaných osob na lepší a horší se využívá celkového počtu bodů v didaktickém testu, kdy se testované osoby seřadí podle počtu získaných bodů a poté se rozdělí na horní polovinu testovaných, tzv. „lepší“ a spodní „horší“ polovinu. [17]

Jedním z možných koeficientů citlivosti je *koeficient ULI* (upper-lower-index). Tento koeficient je považován za nejjednodušší ukazatel citlivosti, pro který byl stanoven vztah [17]:

$$d = \frac{n_L - n_H}{0,5 \cdot n}$$

kde  $d$  je koeficient citlivosti ULI,  $n_L$  je počet žáků z lepší skupiny, kteří odpověděli na úlohu správně,  $n_H$  je počet žáků z horší skupiny, kteří zodpověděli danou úlohu správně a  $n$  je celkový počet žáků. Koeficient ULI se využívá při rozdělení skupiny testovaných na dvě poloviny a je žádoucí, aby pro úlohy s indexem obtížnosti od 30 do 70 bylo  $d$  alespoň 0,25 a pro úlohy extrémně snadné nebo extrémně obtížné bylo  $d$  alespoň 0,15. [17]

### 2.6.3 Analýza nenormovaných odpovědí

Při posuzování obtížnosti a citlivosti testových úloh nesmíme opomenout na testové úlohy, které nebyly zodpovězeny nebo byly zcela vynechány, tudíž musíme provést tzv. rozbor vynechaných odpovědí a rozbor nesprávných odpovědí. [17]

Jestliže dojde k vynechání odpovědi, musíme na tuto testovou úlohu pohlížet ze dvou důvodů, a to buď žáci nezvládli testované učivo, nebo byla testová úloha špatně formulovaná, anebo také nezbyl dostatek času na její vypracování. Pozornost bychom měli věnovat zejména otevřeným úlohám, které vynechalo více než 30 - 40 % žáků, ale také uzavřeným úlohám, u nichž vynechalo odpověď více než 20 % žáků. [17]



#### 2.6.4 Nevhodné vlastnosti

Pakliže si analýzou shrneme veškeré nevhodné vlastnosti testových úloh, kterých bychom se měli vyvarovat při tvorbě správného didaktického testu, musíme dbát na to, aby index obtížnosti  $P$  nebyl vyšší než 80 % (příliš snadná úloha) nebo naopak nižší než 20 % (příliš obtížná úloha), dále jestli index obtížnosti je v rozmezí od  $30 < P < 70$ , tudíž by index citlivosti ULI měl mít hodnoty  $d < 0,25$  a pro úlohy příliš snadné nebo obtížné  $d < 0,15$ . A posledním ukazatelem jsou vynechané nebo nesprávné odpovědi, kdy u uzavřených úloh by neměla hranice překročit 20 % vynechaných odpovědí a u úloh otevřených v rozmezí od 30 do 40 % vynechaných odpovědí. [19]

### 3 Didaktika chemických výpočtů

Učivo chemické výpočty patří do tematického celku Obecná chemie [3]. Organizační formu výuky lze zařadit jak hodinu základního typu, kde se žáci naučí především teorii chemických výpočtů, ale také hodinu laboratorního cvičení, kdy žáci propojí teorii s praxí a lépe pochopí, proč jsou chemické výpočty důležité. Lze organizovat i exkurzi do mikrobiologické laboratoře, či biochemické laboratoře, kdy se setkají s různými roztoky, které se mnohdy musí připravit na danou koncentraci apod. Exkurze je však časově nejnáročnější na přípravu [20].

Důležité jsou mezipředmětové vztahy, kdy se více předmětů prolíná v jednom učivu. A právě u chemických výpočtů je důležitá kooperace chemie s matematikou, fyzikou, biologií a také i českým jazykem [20]:

- matematika – úpravy vzorců, vytýkání neznámé ze vzorce, logaritmy, procenta, zaokrouhlování,
- fyzika – fyzikální veličiny a jednotky,
- biologie – výpočty složení roztoků používaných při úpravě či analýze biologických vzorků (např. v medicíně),
- český jazyk – porozumění textu zadání.

Nejčastější výukovou metodou využívanou u chemických výpočtů je monologický výklad, u kterého často chybí prostředky motivace. Žáci jsou pouhými příjemci hotových informací a nedozví se, proč je důležité umět chemické výpočty pro budoucí praxi, nebo kde se v profesním životě s výpočty mohou setkat. Zařadit by jistě šla i projektová výuka, kdy by si žáci našli informace s využitím mezipředmětových vztahů, rozvíjeli by spolupráci a naučili se hledat informace v odborné literatuře. Avšak ta je časově náročná na přípravu a realizaci. [20]

Mezi výukové metody podle počtu žáků, lze určitě zařadit v rámci výuky chemických výpočtů, jak výuku skupinovou (v laboratorním cvičení), tak samostatnou práci nebo v neposlední řadě i chemické hry, které by byly zaměřeny na procvičování převodu jednotek, veličin a vzorců. [20]

V hodině základního typu se dají chemické výpočty zařadit ve všech fázích vyučovacího procesu, a to [22]:

- fáze motivační (využití zajímavých chemických úloh),
- fáze expoziční (výpočet chemických úloh v rámci nového učiva),
- fáze fixační a aplikační (osvojování postupu řešení úloh),
- fáze diagnostická (ústní nebo písemné zkoušení).

Spojením motivace, mezipředmětových vztahů a chemických výpočtů vznikají *multikomponentní přírodovědné úlohy*, které jsou jednou z možností, jak rozvíjet přírodovědnou gramotnost u žáků. Tyto úlohy jsou zaměřeny na jedno komplexní téma a jsou tvořeny dílčími problémovými úlohami. Jsou to úlohy mezioborové, které mohou podporovat u žáků zájem o přírodní vědy. [21]

Chemické výpočty nejsou mezi žáky oblíbeným učivem, jelikož kromě chemického myšlení musí zapojit i matematické výpočty. Žáci obecně nemají rádi přírodovědné předměty, jelikož od nich očekávají mnohem více, než co jim učitel v hodině nabízí. Proto vliv vyučovacího stylu učitele, spolupráce žáka s učitelem a také žákům styl učení patří mezi důležité faktory, díky kterým jsou chemické výpočty mezi žáky neoblíbené. Výsledky výzkumu Solárové et al [22] ukázaly, že právě styl učení žáka je ovlivněn tvořivou složkou vyučovacího stylu, jakým přistupuje učitel k řešení úloh.

## 4 Učivo chemické výpočty

S chemickými výpočty se žáci setkávají na základní škole, nejčastěji v 8. třídě. V rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání jsou chemické výpočty zakotveny v tematickém celku Směsi (hmotnostní zlomek a koncentrace roztoku) a Chemické reakce (látkové množství, molární hmotnost). [23]

Na střední škole, resp. vyšším stupni víceletého gymnázia se chemické výpočty vyučují nejčastěji v prvním ročníku a v rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia je najdeme v tematickém celku Obecná chemie [3]:

- Soustavy látek a jejich složení.
- Veličiny a výpočty v chemii.
- Stavba atomů.
- Chemická vazba a vlastnosti látek.
- Tepelné změny při chemických reakcích.
- Rychlost chemických reakcí a chemická rovnováha.

### Pojmy

Molární hmotnost ( $M$ ), hmotnostní zlomek ( $w$ ), látková množství ( $n$ ), molární objem ( $V_m$ ), Avogadrova konstanta ( $N_A$ ), látková a hmotnostní koncentrace ( $c$ ,  $c_m$ ), výpočty z chemických rovnic. [24]

### Očekávané výstupy žáka dle RVP [24]:

- Vypočítá jednoduché příklady na výpočet  $w$ ,  $M$ ,  $n$ .
- Ovládá úpravu vzorců a převody správných jednotek veličin.
- Správně vypočítá složení roztoků a potřebná množství látek k jejich přípravě.
- Aplikuje poznatky o chemických výpočtech na příklady běžného života.
- Dokáže zapsat a upravit chemickou rovnici, vypočítat množství reaktantů a produktů.

### 4.1 Základní jednotky SI

Základem chemických výpočtů je mezinárodní soustava jednotek SI (*Système international d'unités*). Jednotky soustavy SI dělíme na: základní, odvozené, doplňkové, násobné a dílčí (tvořené předponami). [26]

Tabulka 2: Základní jednotky soustavy SI [26].

Fyzikální veličina	Označení	Jednotky	Značka
délka	$l$	metr	m
hmotnost	$m$	kilogram	kg
čas	$t$	sekunda	s
termodynamická teplota	$T$	kelvin	K
látkové množství	$n$	mol	mol
elektrický proud	$I$	ampér	A
svítivost	$I$	kandela	cd

Pro chemické výpočty se nejčastěji využívají následující veličiny a jednotky. [25]

**Hmotnost  $m$**  je základní veličinou SI. Hlavní jednotkou je **kilogram [kg]**. Doporučenými dílčími a násobnými jednotkami jsou [26]:

$$1 \text{ gram} = 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$$

$$1 \text{ miligram} = 1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg}$$

$$1 \text{ mikrogram} = 1 \text{ } \mu\text{g} = 10^{-9} \text{ kg}$$

**Termodynamická teplota  $T$**  je základní veličinou SI a její hlavní jednotkou je **kelvin [K]**. Jednotkou teploty je Celsiův stupeň [ $^{\circ}\text{C}$ ], kterou označujeme  $t$ . Mezi veličinami platí vztah:  $T = t + 273,15$ . [26]

**Látkové množství  $n$**  je základní veličinou soustavy SI. Jeho jednotkou je **mol [mol]**. Násobné a dílčí jednotky jsou [26]:

$$1 \text{ milimol} = 1 \text{ mmol} = 10^{-3} \text{ mol}$$

**Objem  $V$**  je odvozenou veličinou SI a jeho hlavní jednotkou je **krychlový metr [ $m^3$ ]**. Dílčí jednotky jsou [26]:

$$1 \text{ krychlový decimetr} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ krychlový centimetr} = 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

Povolenou jednotkou (mimo SI) je litr [l],  $1\ l = 1\ dm^3 = 10^{-3}\ m^3$ . Její násobnou a dílčí jednotkou je 1 mililitr  $= 1\ ml = 1\ cm^3 = 10^{-6}\ m^3$ . [25]

**Tlak  $p$**  je odvozenou veličinou SI. Hlavní jednotkou je **pascal [Pa]**. [26]

$$1\ Pa = 1\ kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$$

**Hustota  $\rho$**  je odvozenou veličinou SI. Hlavní jednotkou hustoty je  $kg \cdot m^{-3}$ . Dílčími jednotkami jsou [25]:

$$1\ kg \cdot dm^{-3} = 10^{-3}\ kg \cdot m^{-3}$$

$$1\ g \cdot dm^{-3} = 10^{-3}\ kg \cdot m^{-3}$$

$$1\ g \cdot cm^{-3} = 10^{-3}\ kg \cdot m^{-3}$$

## 4.2 Základní chemické výpočty

### Hustota $\rho$

Hustota je dána podílem hmotnosti látky  $m$  a objemu  $V$ , který tato látka zaujímá. Jednotkou je  $kg \cdot m^{-3}$ , v praxi se často využívá  $g \cdot cm^{-3}$ . [26]

$$\rho = \frac{m}{V} [kg \cdot m^{-3}]$$

$m$  hmotnost

$\rho$  hustota

$V$  objem

### Látkové množství $n$

Látkové množství je základní jednotkou SI a je mírou počtu specifikovaných elementárních entit. Elementární entitou může být atom, molekula, iont, elektron nebo jakákoliv jiná částice či specifikovaná skupina částic. Jednotkou je  $mol$ . Látkové množství lze vypočítat následovně [27]:

$$n = \frac{m}{M} [\text{mol}]$$

$m$  hmotnost

$n$  látkové množství

$M$  molární hmotnost

$$n = \frac{N}{N_A} [\text{mol}]$$

$N$  počet částic

$n$  látkové množství

$N_A$  Avogadrova konstanta

Látkové množství se dá využít i pro výpočet 1 molu plynu za tzv. normálních podmínek (atmosférický tlak  $101\,325\text{ Pa}$ , teplota  $T_0 = 273,15\text{ K}$ ). Za těchto podmínek 1 mol ideálního plynu zaujímá objem  $22,41 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$ , *molární objem*  $V_m$ . Jednotka molárního objemu je  $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ . [45]

$$n = \frac{V}{V_m} [\text{mol}]$$

$V$  objem

$n$  látkové množství

$V_m$  molární objem

# PRAKTICKÁ ČÁST

Na základě provedených rozhovorů, jejichž provedení bylo jedním z cílů diplomové práce, byly vytipovány klíčové problémy a typy příkladů, u kterých dělá řešení žákům problémy. To vše bylo zohledněno při sestavování sbírky motivačních chemických úloh.

V rámci diplomové práce byla provedena analýza kurikulárních dokumentů souvisejících s chemickými výpočtovými úlohami, a to analýza Rámcového vzdělávacího programu (RVP) pro gymnázia. V návaznosti na analýzu RVP byla provedena analýza vybraných Školních vzdělávacích programů (ŠVP) gymnázií, na nichž působí učitelé, kteří souhlasili s provedením rozhovoru.

V neposlední řadě byla provedena analýza středoškolských učebnic chemie, sbírek chemických úloh a přehledy středoškolského učiva chemie, a to jak českých, tak i cizojazyčných.

Na základě jednotlivých analýz a polostrukturovaných rozhovorů s učiteli chemie, které byly zaměřené na chemické výpočty, byly identifikovány klíčové problémy žáků při řešení chemických úloh.

## 5 Analýza středoškolských učebnic

Před provedením pedagogického výzkumu je důležité se vybavit znalostí zkoumaného problému. Před samotnou analýzou kurikulárních dokumentů (rámcový vzdělávací program pro gymnázia a školní vzdělávací programy), byla provedena analýza aktuálně dostupných a používaných středoškolských učebnic chemie, sbírek příkladů a doplňkových učebnic shrnující středoškolské učivo chemie.

Jelikož existuje mnoho vysokoškolských prací, které se zaměřují na podrobnou obsahovou analýzu středoškolských učebnic chemie, např. bakalářská práce od Marie Huvarové [29], nebo disertační práce od Milana Klečky [30], analýza byla zaměřena především na problematiku spojenou s chemickými výpočty.

Jednotlivým analyzovaným učebnicím byla přiřazena zkratka, pro lepší orientaci v následující analýze (*Tabulka 3 Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.*). Tučně zobrazené tituly jsou klasické výkladové učebnice. Ostatní publikace jsou stručné přehledy vhodné pro přípravu k maturitě nebo sbírky příkladů.



Tabulka 3: Středoškolské učebnice chemie - české.

Název učebnice a autor (rok vydání)	Zkratka pro učebnici	Citace
<b>Mareček, A., Honza, J.: Chemie pro čtyřletá gymnázia: 1. díl. (2005)</b>	<b>MH-U-1</b>	<b>[31]</b>
<b>Mareček, A., Honza, J.: Chemie pro čtyřletá gymnázia: 2. díl. (2002)</b>	<b>MH-U-2</b>	<b>[32]</b>
<b>Mareček, A., Honza, J.: Chemie pro čtyřletá gymnázia: 3. díl. (2000)</b>	<b>MH-U-3</b>	<b>[33]</b>
Mareček, A., Honza, J.: Sbíрка příkladů pro studenty středních škol. (1998)	MH-S-1	[34]
Mareček, A., Honza, J.: Sbíрка řešených příkladů z chemie pro studenty středních škol. (2004)	MH-S-2	[35]
<b>Fleml, V., Dušek, B.: Chemie pro gymnázia. (2001)</b>	<b>FD-U-1</b>	<b>[36]</b>
<b>Kolář, K., Kodíček, M., Pospíšil, J.: Chemie II: (organická a biochemie) : pro gymnázia. (2005)</b>	<b>KK-U-2</b>	<b>[37]</b>
Benešová, M, Satrapová, H.: Odmaturuj! z chemie. (2002)	BS-U	[38]
Kotlík, B., Růžičková, K.: Chemie v kostce pro SŠ. (2009)	KR-U	[39]
Kotlík, B., Růžičková, K.: Cvičení k chemii v kostce. (2000)	KR-S	[40]
Kosina, L., Šrámek, V.: Chemické výpočty a reakce. (1996)	KŠ-U	[41]
<b>Obrátil, V., Sáblik, L. a kol.: Chemie pro spolužáky I. (2018)</b>	<b>OS-U-1</b>	<b>[42]</b>
Obrátil, V., Sáblik, L. a kol.: Chemie pro spolužáky I. (2018)	OS-S-1	[43]
<b>Obrátil, V., Sáblik, L. a kol.: Chemie pro spolužáky II. (2018)</b>	<b>OS-U-2</b>	<b>[44]</b>
Obrátil, V., Sáblik, L. a kol.: Chemie pro spolužáky II. (2018)	OS-S-2	[45]
Vacík, J.: Přehled středoškolské chemie. (1995)	V-U	[46]

Také byla provedena analýza i u cizojazyčných středoškolských učebnic chemie, pro porovnání přístupu k výuce chemických výpočtů v jiných zemích. Byly zvoleny učebnice

chemie ze Slovenska, Anglie a Ruské federace. Učebnicím byla pro přehlednost analýzy také přiřazena zkratka (*Tabulka 4*).

*Tabulka 4: Středoškolské učebnice chemie - cizojazyčné.*

Název učebnice a autor	Zkratka pro učebnici	Citace
Kmeťová, J. a kol.: Chémie pre 1. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom. (2010)	SK-U-1	[47]
Kmeťová, J. a kol.: Chémie pre 2. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom. (2012)	SK-U-2	[48]
Kmeťová, J. a kol.: Chémie pre 3. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom. (2011)	SK-U-3	[49]
Hill, G. C., Holman, J. S.: Chemistry in context. (1989)	UK-U-1	[50]
Lister, T., Renshaw, J.: AQA Chemisty. (2015)	UK-U-2	[51]
Gabrielyan, O. S.: Chemie. 8. třída. Základní úroveň. (2019)	RUS-U-1	[52]
Gabrielyan, O. S.: Chemie. 9. třída. Základní úroveň. (2019)	RUS-U-2	[53]
Gabrielyan, O. S.: Chemie. 10. třída. Základní úroveň. (2019)	RUS-U-3	[54]
Gabrielyan, O. S.: Chemie. 11. třída. Základní úroveň. (2019)	RUS-U-4	[55]

### 5.1 Analýza českých středoškolských učebnic

Analýza v učebnicích byla zaměřena na počet řešených chemických výpočtů a počet výpočtů k řešení (*Tabulka 5*). Byly sledovány především typy výpočtů, které patří mezi nejčastěji vyučované typy chemických výpočtů v základních hodinách chemie, jak vyplývá z literatury a kvalitativního výzkumu.

Tabulka 5: Analýza středoškolských učebnic chemie.

		<i>n</i>	<i>w</i>	<i>c</i>	Ředění roztoků	Výpočty z rovnic	Výpočty pH
<b>MH-U-1</b>	Řešené	2	4	6	2	7	3
	Neřešené	9	5	10	3	14	3
<b>MH-U-2</b>	Řešené	-	-	-	-	-	-
	Neřešené	-	-	-	-	-	-
<b>MH-U-3</b>	Řešené	-	-	-	-	-	8
	Neřešené	-	-	-	-	-	6
<b>FD-U-1</b>	Řešené	1	-	-	2	1	-
	Neřešené	-	1	2	1	2	-
<b>KK-U-2</b>	Řešené	-	-	-	-	-	-
	Neřešené	-	-	-	-	-	-
<b>OS-U-1</b>	Řešené	-	-	-	-	-	-
	Neřešené	-	-	-	-	-	-
<b>OS-U-2</b>	Řešené	3	1	1	5	4	3
	Neřešené	6	4	5	7	10	5

Trojdílná učebnice *Chemie pro čtyřletá gymnázia* od Aleše Marečka a Jaroslava Honzy (MH-U-1-3) [31], [32], [33] patří jednoznačně k nejvyužívanějším středoškolským učebnicím. K učebnicím lze dokoupit i doplňující sbírky příkladů. První díl [31] se zabývá teoretickou částí obecné chemie, proto zahrnuje také chemické výpočty. Kapitoly zabývající se chemickými výpočty obsahují teoretický úvod, v němž nalezneme základní vzorec výpočtů, následují řešené příklady a v závěru kapitoly jsou příklady k procvičení. Jediným nedostatkem shledávám absenci shrnutí kapitoly a výpočtů a žádné motivační prvky. Obdobné je tomu i v případě třetího dílu [33], který obsahuje kapitolu zabývající se výpočty pH, který je rozšířením výpočtů pH z prvního dílu. Druhý díl [32] neobsahuje výše zmiňované chemické výpočty, ani jako rozšíření nového učiva nebo motivace (Tabulka 5).

Podstatně největší množství chemických výpočtů je v doplňujících sbírkách. Jedna se věnuje pouze řešených úlohám (MH-S-2) [35], ve druhé sbírce najdeme i příklady k procvičení (MH-S-1) [34] (*Tabulka 6*). Souhrnně lze říci, že se trojdílná učebnice a sbírky věnují nejvíce výpočtům molární koncentrace a pH, nejméně pak ředění roztoků. Sbíрка řešených úloh [35] se věnuje, jak vyplývá z názvu knihy, pouze řešení chemických úloh. Ve sbírce naprosto chybí teoretický úvod se základními vzorci. Sbíрка příkladů [34] je napsaná ve stejné duchu, jelikož je v ní absence teoretického úvodu se základními vzorci a vztahy chemických výpočtů.

Další dvoudílnou řadou učebnic jsou *Chemie I. a II.* (FD-U-1) a (KK-U-2) [36], [37]. První díl učebnice [36] je věnován obecné a anorganické chemii a navazuje na učebnice ze základní školy. To je možná důvodem, proč se učebnice zabývá chemickými výpočty jen okrajově, ale i tak nabízí příklady k řešení zajímavé zadání propojené s běžným životem. Druhý díl učebnice [37] obsahuje učivo organické chemie a biochemie a neobsahuje žádné výpočetní úlohy (*Tabulka 5*).

Mezi novější učebnice chemie patří *Chemie pro spolužáky: Obecná chemie* (OS-U-1-2) [42], [44], kdy chemickými výpočty obsahuje pouze druhý díl věnovaný obecné chemii. Autoři učebnici doporučují nejen žákům v 1. ročníku středních škol, ale i jako přípravu k maturitní zkoušce. Každá kapitola má motivační úvod, dále teorie se základními vztahy, pár řešených příkladů, opakování celé kapitoly a závěrečné procvičování. Příklady k procvičení jsou dokonce řazeny podle složitosti (*Tabulka 5*).

V následující tabulce (*Tabulka 6*) je analýza učebnic a sbírek (chemických přehledů učiva, pracovních sešitů), které se k výuce přímo nevyužívají, ale jsou doporučovány pro přípravu k maturitní zkoušce z chemie.

Tabulka 6: Analýza přehledů středoškolského učiva chemie.

		<i>n</i>	<i>w</i>	<i>c</i>	Ředění roztoků	Výpočty z rovnic	Výpočty pH
<b>MH-S-1</b>	Řešené	9	8	15	7	7	13
	Neřešené	30	31	63	14	31	44
<b>MH-S-2</b>	Řešené	29	40	79	23	34	57
	Neřešené	-	-	-	-	-	-
<b>BS-U</b>	Řešené	6	1	5	4	2	4
	Neřešené	-	-	-	-	-	-
<b>KR-U</b>	Řešené	-	-	-	-	-	-
	Neřešené	-	-	-	-	-	-
<b>KR-S</b>	Řešené	4	5	6	35	12	13
	Neřešené	10	5	9	88	20	32
<b>KŠ-U</b>	Řešené	9	3	5	11	14	17
	Neřešené	9	5	9	10	21	16
<b>OS-S-1</b>	Řešené	-	-	-	-	-	-
	Neřešené	-	-	-	-	-	-
<b>OS-S-2</b>	Řešené	-	-	-	-	-	-
	Neřešené	14	4	7	11	12	10
<b>V-U</b>	Řešené	1	5	1	4	6	5
	Neřešené	-	-	-	-	-	-

V učebnici *Odmaturuj! z chemie* (BS-U) [38] je obsaženo celé středoškolské učivo chemie, a proto je tato učebnice vhodná pro přípravu k maturitní zkoušce. Chemickým výpočtům je v učebnici věnována jedna kapitola, která obsahuje teoretický úvod se základními vztahy a vzorci, následují řešené příklady, kde u každého zadání najdeme nejen vypsání veličiny, ale

i postup s dosazením. Bohužel v učebnici chybí příklady k samostatnému procvičení (*Tabulka 6*).

Další z učebnic, ve které najdeme přehled středoškolského učiva a slouží jako příprava k maturitní zkoušce z chemie, je *Chemie v kostce* (KR-U) [39]. Řešené chemické výpočty v učebnici nenajdeme. Učebnice obsahuje pouze teoretický vzorec, ne typový řešený příklad. Problematikou chemických výpočtů se věnuje publikace *Cvičení k chemii v kostce* (KR-S) [40]. Doplnující publikace obsahuje více než 600 řešených i neřešených příkladů na procvičení. Z mnoha zkoumaných výpočtů, se publikace nejvíce věnovala výpočtům ředění roztoků (*Tabulka 6*).

Na trhu si můžeme také zakoupit knihu *Chemické výpočty a reakce* (KŠ-U) [41], která se také věnuje chemickým výpočtům. Každá z podkapitol obsahuje teoretický úvod se základním vztahem, veličinami a jednotkami, následují řešené příklady a v závěru podkapitol jsou úlohy na procvičení. Kniha neobsahuje žádné motivační prvky, ani propojení výpočtů s běžným životem (*Tabulka 6*).

Pracovní sešit (OS-S-1-2) [43], [45] obsahem kopíruje učebnici, obsahuje stručný teoretický úvod k zopakování a poté následují úlohy na procvičení seřazené podle složitosti. Jak učebnice, tak i pracovní sešit mají velice srozumitelný, poutavý text, občas se objevují i motivační úlohy propojené s běžným životem. Za mne velice povedené publikace. Doplněním jsou i příklady na webových stránkách, na které jsou žáci odkázáni přímo v učebnici (*Tabulka 6*).

Poslední českou analyzovanou učebnici je *Přehled středoškolské chemie* (V-U) [46], která shrnuje celé středoškolské učivo chemie. Chemické výpočty jsou v knize pouze řešené, neobsahuje příklady k samostatnému procvičení. Tato učebnice se mi ze všech, které byly analyzovány, zdá nejméně vhodná, jelikož není příliš graficky přehledná. Naopak je zde dostatek informací k přípravě k maturitní zkoušce (*Tabulka 6*).

## **5.2 Analýza cizojazyčných středoškolských učebnic**

Analýza byla provedena u učebnic ze Slovenska, Anglie a Ruska (*Tabulka 4*). Stejně jako u analýzy českých středoškolských učebnic, byly u cizojazyčných učebnic sledovány řešené a neřešené chemické výpočty (*Tabulka 7*).

Tabulka 7: Analýza cizojazyčných středoškolských učebnic.

		<i>n</i>	<i>w</i>	<i>c</i>	Ředění roztoků	Výpočty z rovnic	Výpočty pH
<b>SK-1</b>	Řešené	2	2	2	1	2	2
	Neřešené	7	2	5	5	9	5
<b>SK-2</b>	Řešené	-	-	-	-	-	-
	Neřešené	-	-	-	-	-	-
<b>SK-3</b>	Řešené	-	-	-	-	-	-
	Neřešené	-	4	3	1	-	-
<b>UK-1</b>	Řešené	2	-	2	-	2	5
	Neřešené	2	-	3	-	6	11
<b>UK-2</b>	Řešené	1	-	2	-	3	3
	Neřešené	8	-	3	-	19	5
<b>RUS-1</b>	Řešené	5	3	-	-	3	-
	Neřešené	7	8	-	-	7	-
<b>RUS-2</b>	Řešené	-	-	-	-	-	-
	Neřešené	1	4	-	-	27	-
<b>RUS-3</b>	Řešené	-	-	-	-	-	-
	Neřešené	1	5	-	-	12	-
<b>RUS-4</b>	Řešené	-	8	-	-	-	-
	Neřešené	3	11	2	-	2	-

Trojdílná učebnice *Chémie pre gymnázia* (SK-1-3) [47], [48], [49] slouží žákům gymnázií ze Slovenska a patří mezi nejzdařilejší publikace, které byly analyzovány. Jednotlivé kapitoly v prvním díle učebnice [47] obsahovaly nejen teoretický úvod k chemickým výpočtům, ale i rozšiřující učivo, důležité vztahy byly znázorněny v červeném rámečku s vykřičníkem

a následovaly řešené chemické úlohy. Každá kapitola byla ukončena klíčovým učivem pro zopakování a následovaly příklady k samostatnému procvičení. Úlohy mimo jiné obsahovaly i motivační prvky a použití v běžném životě. Druhý díl [48] neobsahoval žádný chemický výpočet, ani v rámci teorie, ani v rámci opakování nebo procvičování. Třetí díl [49] obsahoval chemické výpočty jen v rámci samostatného procvičení na konci pár kapitol (*Tabulka 7*).

V Anglii se chemie nevyučuje jako samostatný předmět, avšak v rámci tzv. *Science*. Tento předmět má za úkol ukázat žákům středních škol integraci přírodovědných předmětů, prohloubit porozumění žáků vědeckým poznatkům a myšlenkám [56]. V anglických učebnicích (UK-1-2) [50], [51] se vůbec nevyskytovaly chemické úlohy spojené s výpočtem hmotnostního zlomku a ředění roztoků. Navíc se chemické úlohy vyskytovaly více v závěru libovolných kapitol, než aby se jim autoři věnovali přímo v rámci problematiky výpočtů. Nejlepší učebnici, co se týče obsahu a motivačního textu, je *Chemistry in context* (UK-1) [50], kde příklady byly propojeny i v rámci využití v domácnosti nebo průmyslu (*Tabulka 7*).

Posledními analyzovanými učebnicemi byly učebnice chemie z Ruska (RUS-1-4) [52], [53], [54], [55]. Úroveň středních škol v Rusku zahrnuje základní střední vzdělávání (pět let) a kompletní střední vzdělávání (všeobecné dva roky, odborné tři roky). Sada čtyř učebnic na sebe navazuje obsahem učiva [57].

Učebnice RUS-1 [52] obsahuje učivo obecné chemie a z výpočtů se v ní vyskytuje učivo látkové množství, hmotnostní zlomek a výpočty z chemických rovnic (pH pouze teorie). Každá kapitola obsahuje teoretický úvod, řešený příklad, závěrečné opakování důležitých pojmů, úlohy k domácí přípravě a příklady k řešení. Autor neopomíjí motivaci jak v rámci teorie, tak i v rámci chemických výpočtů. Další díl učebnice RUS-2 [53] je věnován anorganické chemii a chemické výpočty jsou zde součástí závěrečných úloh k procvičování. I tady nechybí motivační a mezipředmětové prvky. Učebnice pro 10. třídu RUS-3 [54] obsahuje učivo organické chemie a opět jako u přechozího dílu, chemické výpočty byly v závěrečném procvičování. Poslední z řady učebnic RUS-4 [55] se věnuje opakování obecné chemie, a tudíž obsahuje výpočty, které jsou převážně zaměřeny na výpočet hmotnostního zlomku (teorie, řešené příklady a příklady k procvičení). Ostatní výpočty (látkové množství, molární koncentrace a výpočty z chemických rovnic) zahrnují jen stručný teoretický úvod se základními výpočty a příklady k řešení (*Tabulka 7*).



## 6 Analýza rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia

Kurikulární dokumenty jsou vytvářené na dvou úrovních – státní a školní. Nejvýše postavenými státními kurikulární dokumenty jsou *Národní vzdělávací program* a *Rámcový vzdělávací program (RVP)*. Tyto dva kurikulární dokumenty se od sebe liší tím, že RVP formuluje závazné rámce vzdělávání pro jednotlivé úrovně – předškolní, základní a střední vzdělávání. Z RVP pak vychází *Školní vzdělávací programy (ŠVP)*, které si vytváří jednotlivé školy, a to na základě zásad stanovených v příslušném RVP. Obsahem RVP G je [3]:

- 1) Vymezení RVP G.
- 2) Charakteristika vzdělávání.
- 3) Pojetí a cíle vzdělávání.
- 4) Klíčové kompetence.
- 5) Vzdělávací oblasti.
- 6) Průřezová témata.
- 7) Rámcový učební plán.
- 8) Zásady pro tvorbu ŠVP pro čtyřletá gymnázia a vyšší stupeň víceletých gymnázií.
- 9) Vzdělávání mimořádně nadaných žáků.
- 10) Podmínky pro vzdělávání na gymnáziu.

Cílem vzdělávání na gymnáziích je vybavit žáky klíčovými kompetencemi, vybavit je všeobecným přehledem na úrovni středoškolsky vzdělaného člověka a připravit je na další úroveň vzdělávání, a hlavně na občanský a každodenní život. [3]

RVP G obsahuje výstupy a učivo pro střední školy, resp. vyšší ročníky víceletých gymnázií [3]. Nižší ročníky víceletých spadají pod povinnou školní docházku, a tedy pod základní vzdělání, proto očekávané výstupy a obsah učiva pro tyto ročníky nalezneme v RVP pro základní vzdělání [23].

### 6.1 Chemické výpočty v RVP G

Předmět *Chemie* najdeme v RVP G jako součást vzdělávací oblasti *Člověk a příroda*. Analýza RVP G v rámci diplomové práce byla zaměřena na očekávané výstupy a učivo týkající se chemických výpočtů [3].

V rámci chemických výpočtů se u žáka utvářejí a rozvíjejí klíčové kompetence [3]:

- 1) Formulace přírodovědného problému, hledání odpovědi na něj a případné zpřesňování či oprava řešení tohoto problému.

2) Používání adekvátních matematických a grafických prostředků k vyjadřování přírodovědných vztahů a zákonů.

3) Předvídání průběhu studovaných přírodních procesů na základě znalosti obecných přírodovědných zákonů a specifických podmínek.

Chemické výpočty jsou součástí tematického okruhu *Obecná chemie*. Bohužel učivo *Soustavy látek a jejich složení, Veličiny a výpočty* blíže nespecifikuje, jaké typy výpočtů by měly být vyučovány. Pro chemické výpočty lze využít následující očekávané výstupy [3]:

*„Žák využívá odbornou terminologii při popisu látek a vysvětlování chemických dějů.“*

*„Žák provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů.“*

*„Žák využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálně-chemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích.“*

Chemické výpočty můžeme zařadit i v rámci tematického okruhu *Anorganická chemie*, jelikož jsou součástí očekávaných výstupu pro tento okruh [3]:

*„Žák předvídá průběh typických reakcí anorganických látek.“*

Jelikož RVP G úzce navazuje na RVP pro základní vzdělání [23], kde naopak očekávané výstupy a učivo týkající se problematiky chemických výpočtů jsou poněkud rozsáhlejší, předpokládá se, že žáci již mají prekoncepty k chemickým výpočtům, proto závisí na jednotlivých školách, jaké výpočty do výuky zařadí [3].

## **7 Analýza školních vzdělávacích programů vybraných škol**

Školní vzdělávací program (ŠVP) je kurikulární dokument na školní úrovni vzdělávací struktury, který si vytváří každá škola sama, a to na základě školského zákona č. 561/2004 Sb. a podle zásad stanovených v RVP pro příslušné vzdělávání a v souladu s RVP [3]. Výzkumný ústav pedagogický v Praze vytvořil manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů na gymnáziích. ŠVP schvaluje ředitel školy a musí být veřejně přístupné, aby do něj mohl kdokoli nahlédnout nebo si pořídit opisy a výpisy [58].

Pozitivem pro tvorbu ŠVP na jednotlivých školách je skutečnost, že si učitelé vytváří ŠVP pro známé prostředí, pro svůj pedagogický sbor, v rámci čehož posilují týmovou práci a mezipředmětovou spolupráci učitelů, a to vše na základě pozitivních zkušeností. [58]

ŠVP každé školy musí obsahovat [58]:

- 1) Identifikační údaje.
- 2) Charakteristiku školy.
- 3) Charakteristiku ŠVP.
- 4) Učební plán.
- 5) Učební osnovy.
- 6) Hodnocení žáků a autoevaluace školy.

Pro analýzu ŠVP bylo vybráno 5 gymnázií, právě ty školy, na kterých učí respondenti z pedagogického výzkumu, se kterými byly uskutečněny polostrukturované rozhovory. Obsah předmětu chemie byl analyzován z pohledu dodržení zásad podle RVP G a Metodického návodu pro tvorbu ŠVP. V následující tabulce (*Tabulka 8* **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**) je seznam jednotlivých zúčastněných škol. Tabulka zahrnuje adresu školy, informaci o souhlasu s polostrukturovaným rozhovorem a ověřováním motivačních úloh.

Tabulka 8: Přehled zúčastněných škol pedagogického výzkumu.

Škola	Adresa školy	Polostrukturovaný rozhovor	Ověřování motivačních úloh
Gymnázium, Havířov-Podlesí, p. o.	Studentská 1198/11, 736 01, Havířov	ano	ano
Slovanské gymnázium, Olomouc	Jiřího z Poděbrad 13, 771 11, Olomouc	ano	ne
Gymnázium, Pardubice	Dašická 1083, 530 03, Pardubice	ano	ano
Cyrilometodějské gymnázium, ZŠ a MŠ, Prostějov	Komenského 17, 796 01, Prostějov	ano	ano
Gymnázium a Střední odborná škola, Rýmařov, p. o.	Sokolovská 466, 795 01, Rýmařov	ano	ano

V rámci vyučovacího předmětu musí ŠVP obsahovat [3]:

- 1) Charakteristiku vyučovacího předmětu:
  - a) obsahové, časové a organizační vymezení předmětu,
  - b) výchovné a vzdělávací strategie.
- 2) Vzdělávací obsah vyučovacího předmětu:
  - a) očekávané výstupy z RVP G do ročníků,
  - b) výběr a rozpracování učiva z RVP G do ročníků,
  - c) průřezová témata.

Na základě obsahu ŠVP vycházejícího z RVP byla zvolena následující kritéria: vzdělávací oblast, časová dotace, vymezení ročníků, organizační vymezení, klíčové kompetence, očekávané výstupy z RVP, školní výstupy, učivo z RVP, průřezová témata, mezipředmětové vztahy. Z důvodu zachování anonymity jsou přiřazeny školám náhodně označení *Škola 1 - Škola 5*. V tabulce (*Tabulka 9*) je zachycena sumární analýza ŠVP, v níž je „+“ v případě, že daná škola splnila kritérium a „-“, pokud dané kritérium v ŠVP chybělo.

*Tabulka 9: Analýza školních vzdělávacích programů.*

<b>Kritéria</b>	<b>Škola 1</b>	<b>Škola 2</b>	<b>Škola 3</b>	<b>Škola 4</b>	<b>Škola 5</b>
1. Vzdělávací oblast	+	+	+	-	-
2. Časová dotace	+	+	+	+	+
3. Ročníky	+	+	+	+	+
4. Organizační vymezení	+	+	+	+	+
5. Klíčové kompetence	+	+	+	+	+
6. Očekávané výstupy z RVP	+	+	-	-	-
7. Školní očekávané výstupy	+	+	+	+	+
8. Učivo	+	+	+	+	+
9. Průřezová témata	+	+	+	+	+
10. Mezipředmětové vztahy	+	+	+	+	+

Z tabulky je jasné, že se školní vzdělávací programy škol příliš neliší. Kritérium 6. se ve školních vzdělávacích programech nemusí uvádět, ale i přesto je Škola 1 a Škola 2 uvedené mají, proto je kritérium zařazeno do analýzy. Další odlišností je, že Škola 4 a Škola 5 nemá uvedené v obecné charakteristice vzdělávacího předmětu zařazení do vzdělávací oblasti. Škola 4 má uvedenou vzdělávací oblast pouze v hlavičce učebních osnov. Všechny školy mají školní vzdělávací programy přehledně zpracované, kdy úvod tvoří obecná charakteristika předmětu a následuje vzdělávací obsah jednotlivých ročníků, převážně formou uspořádané tabulky.

Škola 1 má vytvořen školní vzdělávací program jako soubor složek, kdy každý předmět má vlastní složku, v rámci které je obecná charakteristika předmětu a učební osnovy pro jednotlivé ročníky zvlášť. Charakteristika předmětu obsahuje zařazení chemie do vzdělávací oblasti, obecné cíle předmětu. Dále obsahuje podkapitolu s obsahovým, časovým a organizačním vymezením předmětu. Školní vzdělávací program Školy 1 obsahuje navíc očekávané výstupy z RVP G. Očekávané školní výstupy jsou formulovány tak, aby vycházely z rozpracovaného učiva RVP G. K jednotlivému učivu jsou také přiřazeny mezipředmětové vztahy s konkrétním příkladem a průřezová témata.

Škola 2 má školní vzdělávací program v jednom rozsáhlém souboru. V rámci charakteristiky vyučovacího předmětu má Škola 2 vzdělávací oblast, časovou dotaci a ročníkové rozdělení, dále formu a organizaci vyučování a obecné cíle a klíčové kompetence z pohledu žáka. V úvodu nemá uvedena průřezová témata. Ty jsou zaznačená vždy v tabulce u odpovídajícího učiva. Ve vzdělávacím obsahu pro jednotlivé ročníky opět jako u Školy 1 najdeme i zde velmi přehlednou tabulku učiva odpovídající jednotlivým ročníkům. Učivo je řazeno podobně jako u Školy 1.

Školní vzdělávací program Školy 3 je opět tvořen objemným souborem, kdy charakteristika vyučovacího předmětu je rozdělena na obsahové, časové, organizační vymezení předmětu a výchovné a vzdělávací strategie učitele. Vzdělávací obsah je vyobrazen v nepřehledné tabulce a být laikem, tak do tabulky ani nenahlédnu. Očekávané školní výstupy jsou v tabulce doplněny o tučně zvýrazněné očekávané výstupy z RVP G. Ačkoli obsahem učiva přesahuje školní vzdělávací program Školy 3 všechny analyzované, jelikož 1. ročník zahrnuje pouze učivo Obecné chemie, největší chybu shledávám ve zkratkách průřezových témat.

Charakteristika vzdělávacího oboru Chemie ve školním vzdělávacím programu Školy 4 je obdobná jako u Školy 1. Obsahuje obecné cíle, časovou dotaci pro jednotlivé ročníky, organizační vymezení. Klíčové kompetence jsou vypsané v přehledné tabulce. Vzdělávací obsah je opět pro každý ročník vypsan pro každý ročník zvlášť. V hlavičce je uvedena vzdělávací oblast, tabulka obsahuje pouze očekávané školní výstupy obdobně jako

u předcházejících škol. Jedinou odlišností u Školy 4 je, že v poznámkách k jednotlivému učivu nalezneme vypsání téma laboratorního cvičení.

Škola 5 měla jako jediná vytvořeny školní vzdělávací program v excelu, což neshledávám příliš šťastné. Charakteristika vyučovacího předmětu byla velice stručná, co se týče obecných cílů a časové dotace v jednotlivých ročnících. Nikde nebylo zmíněno zařazení Chemie do vzdělávací oblasti. Jako jediná, má škola 5 vypsání jak klíčové kompetence žáka, tak i vzdělávací a výchovné strategie učitele. V tabulce vzdělávacího obsahu jsou rovnou vypsány očekávané školní výstupy, učivo v navazující posloupnosti, průřezová témata a mezipředmětové vztahy, a navíc i časová dotace pro jednotlivá témata učiva s uvedením časového období školního roku.

### 7.1 Analýza chemických výpočtů ve školních vzdělávacích programech

Jak již bylo uvedeno v kapitole Chemické výpočty v RVP G, rámcový vzdělávací program pro gymnázia neobsahuje přesný výčet typů chemických výpočtů, které se mají vyučovat. V rámcovém vzdělávacím programu je pouze učivo *Veličiny a výpočty v chemii* v rámci tematického okruhu *Obecná chemie*. Při analýze jsou proto zvoleny základní typy výpočtů, které se objevily ve školních vzdělávacích programech sledovaných gymnázií (*Tabulka 10*). [3]

Tabulka 10: Chemické výpočty v jednotlivých školních vzdělávacích programech.

Chemické výpočty	Škola 1	Škola 2	Škola 3	Škola 4	Škola 5
1. Molární hmotnost	-	-	-	-	+
2. Látkové množství	-	-	+	-	-
3. Hmotnostní zlomek	+	+	+	+	+
4. Objemový zlomek	+	-	+	+	+
5. Molární koncentrace	+	+	+	+	+
6. Ředění roztoků	+	-	+	+	+
7. Výpočty z chemických rovnic	+	+	+	+	+
8. Výpočty z chemických vzorců	-	-	+	+	+
9. pH	+	+	+	+	+

Z analýzy chemických výpočtů vyplývá, že každá škola nemá ve svém školním vzdělávacím programu všechny uvedené chemické výpočty. Navíc školní vzdělávací programy ani neobsahovaly všechny chemické výpočty, které se na dané škole vyučují, což vyplývá z rozhovorů s učiteli. Ve všech školních vzdělávacích programech jsou chemické výpočty zařazeny do 1. ročníků čtyřletých gymnázií, resp. 5. ročníku víceletých gymnázií.

V rámci 1. ročníku má Škola 1 ve školním vzdělávacím programu navíc uvedeny výpočty s plyny, výpočty spojené s redoxními ději (elektrolýza) a výpočty chemické rovnováhy (rovnovážná konstanta). Škola 4 zahrnuje výpočty spojené s termochemií a chemickou rovnováhou. Škola 5 má také uvedeny ve školním vzdělávacím programu výpočty z termochemie.

## **7.2 Shrnutí analýzy jednotlivých školních vzdělávacích programů**

Závěrem je možné říci, že analyzované školní vzdělávací programy jsou vytvořeny v souladu s předpisy rámcového vzdělávacího programu, až na malé nedostatky. Jednotlivé školní vzdělávací programy se liší vizuální stránkou a obsahem typů chemických výpočtů. Jelikož v rámcovém vzdělávacím programu není přesně stanoveno, jaké typy chemických výpočetních úloh se mají vyučovat, každá škola má jiný seznam chemických úloh, které se na dané škole vyučují. Rozdíl je také v zařazení chemických výpočetních úloh v normální vyučovací hodině, nebo jejich zařazení v laboratorním cvičení a volitelném semináři z chemie.

## 8 Pedagogický výzkum

Pro provedení vlastního pedagogického výzkumu byla zvolena kvalitativní metoda provedení. Kvalitativní výzkum je „proces hledání porozumění založený na různých metodologických tradicích zkoumání daného sociálního nebo lidského problému. Výzkumník vytváří komplexní, holistický obraz, analyzuje různé typy textů, informuje o názorech účastníků výzkumu a provádí zkoumání v přirozených podmínkách.“ [59, s. 50]

Švaříček a Šedřová [60, s. 17] definují kvalitativní přístup jako „proces zkoumání jevů a problémů v autentickém prostředí s cílem získat komplexní obraz těchto jevů založený na hlubokých datech a specifickém vztahu mezi badatelem a účastníkem výzkumu.“ Podstatou kvalitativního výzkumu je sběr dat bez stanovení základních proměnných a hypotéz. [60]

Přednosti kvalitativního výzkumu jsou [59]:

- 1) Získání hloubkového popisu případu.
- 2) Zkoumání fenoménu v přirozeném prostředí.
- 3) Umožnění studia procesů.
- 4) Umožnění návrhu teorie.
- 5) Dobrá reakce na místní situace a podmínky.
- 6) Hledání lokální příčinné souvislosti.

Naopak mezi nevýhody kvalitativního výzkumu patří [59]:

- 1) Získaná znalost nemusí být zobecnitelná na populaci.
- 2) Složitost provádět kvalitativní predikce.
- 3) Obtížnost testování hypotéz a teorie.
- 4) Analýza dat a jejich sběr jsou časově náročné.
- 5) Výsledky jsou snadno ovlivněny výzkumníkem.

### 8.1 Cíl pedagogického výzkumu

Cílem vlastního pedagogického výzkumu bylo nalézt klíčové problémy žáků při řešení chemických výpočtů, a to na základě zkušeností středoškolských učitelů. Pro vlastní pedagogický výzkum byl vytvořen polostrukturovaný dotazník (*Příloha č. 1*).

Před samotným provedením pedagogického výzkumu byly stanoveny hlavní výzkumné otázky. Výzkumné otázky tvoří jádro každého výzkumného projektu, a to, že pomáhají zaostřit



výzkum, aby poskytl výsledky v souladu se stanovenými cíli, a ukazují cestu, jak výzkum vést. [60]

Mezi hlavní výzkumné otázky bylo zahrnuto:

1. *Souvisí problematika řešení chemických výpočtů s nedostatkem motivačních prvků?*
2. *Je chybovost při řešení chemických výpočtů spojená s chemickým jazykem (terminologií), nebo zde hraje roli jiný důvod?*

Hlavní výzkumné otázky byly doplněny o dílčí specifické otázky.

1. *Proč učitelé používají málo motivačních prostředků při výuce chemických výpočtů?*
2. *Jaký postoj mají učitelé k využití nabízených středoškolských učebnic při výuce chemie?*
3. *Řeší žáci lépe stručné zadání, nebo zadání s kontextem?*

## **8.2 Metoda sběru dat**

K provedení pedagogického výzkumu byla zvolena metoda polostrukturovaného rozhovoru. Rozhovor je definován jako „*metoda dotazování, při níž je dotazovaná osoba vedena otázkami tazatele k sdělování určitých informací*“. [61, s. 258] Na rozdíl od dotazníku je metoda rozhovoru časově náročnější na provedení a zpracování, avšak výhodou je osobní kontakt respondenta s tazatelem. Náročnost provedení rozhovoru je také spojena s přípravou technického vybavení a prostředí, kde se rozhovor odehrává. [61]

U polostrukturovaného rozhovoru se využívá předem připravený seznam otázek [62]. Způsob a forma odpovědí na tyto otázky zůstávají volné (*Příloha č. 1*). Cílem hloubkového a polostrukturovaného rozhovoru je získat detailní a komplexní informace o studovaném jevu, proto se rozhovor řadí mezi kvalitativní metody výzkumu [60].

Po dokončení rozhovorů následovala doslovná transkripce jednotlivých rozhovorů a konstrukce kategoriálních systémů pro zjednodušení vyhodnocení a interpretaci dat. [59]

## **8.3 Výzkumný vzorek**

Polostrukturované rozhovory byly provedeny se středoškolskými učiteli chemie s libovolnou druhou aprobací a s různou délkou praxe, a to z důvodu porovnání přístupu učitelů s rozdílnou délkou praxe.

Osloveno bylo 15 učitelů, kteří vyučují převážně na gymnáziích. Účast potvrdilo pouze 10 učitelů, tudíž návratnost byla 67 %. Rozhovory byly provedeny částečně formou telefonického rozhovoru z důvodu epidemiologických nařízení.

Pro zachování anonymity učitelů, je každému respondentovi přiřazen osobní kód pro lepší orientaci v analýze výzkumu. V *Tabulka 11* jsou zaznamenány základní údaje o respondentech, datum provedení rozhovorů a délka trvání rozhovorů.

*Tabulka 11: Základní informace o provedených rozhovorech.*

<b>Respondent</b>	<b>Aprobace</b>	<b>Délka praxe</b>	<b>Datum provedení rozhovoru</b>	<b>Trvání rozhovoru</b>
1UČ	Chemie - biologie	5 let	23. 9. 2021	23:20
2UČ	Chemie	1 rok	1. 10. 2021	14:40
3UČ	Chemie - biologie	4 roky	6. 10. 2021	14:10
4UČ	Chemie - matematika	26 let	8. 10. 2021	13:37
5UČ	Chemie - biologie	4 roky	18. 10. 2021	30:13
6UČ	Chemie - matematika	3 roky	20. 10. 2021	20:20
7UČ	Chemie - biologie	4 roky	20. 10. 2021	20:32
8UČ	Chemie - biologie	3 roky	2. 11. 2021	17:17
9UČ	Chemie - biologie	20 let	14. 12. 2021	20:14
10UČ	Chemie - biologie	15 let	21. 1. 2022	10:28
<b>Celkový čas:</b>				<b>3:04:47</b>

## 9 Soubor chemických výpočtů

Hlavním cílem praktické části diplomové práce bylo vytvoření sbírky řešených chemických výpočtů, které budou zadané formou stručného chemického zadání a formou motivačního zadání (zadání s kontextem) a jejich ověření v praxi.

Jelikož analýzou učebnic (*kapitola 5*) bylo zjištěno, že české učebnice neobsahují, až na jednu učebnici *Chemie pro spolužáky* [44], chemické výpočty s využitím příkladů zadaných s kontextem, např. z běžného života, mohou vytvořené chemické výpočty pomoci učitelům s motivací žáků při výuce chemických výpočtů. Oproti českým učebnicím chemie, všechny zahraniční učebnice obsahovaly motivační prvky buď v rámci teorie chemických výpočtů, nebo byly motivační prvky přímo součástí zadání chemických výpočtů.

Výpočtové úlohy byly vytvořeny vždy dvojího typu, a to výpočet se stručným chemickým zadáním a výpočet s motivačním textem. Každá úloha obsahuje text zadání, známé a hledané veličiny, řešení příkladu s tučně vyznačeným výsledkem a odpověď.

Chemické výpočty jsou zařazeny do šesti tematických okruhů:

- 1) Hmotnostní zlomek.
- 2) Molární koncentrace.
- 3) Hmotnostní koncentrace.
- 4) Ředění roztoků.
- 5) Výpočty z chemických rovnic.
- 6) pH.

Jednotlivé okruhy výpočtů jsou odlišeny různým podbarvením zadání chemického výpočtu. Vybrané ukázkové příklady obsahují následující kapitoly, kompletní sbírka příkladů je vložena formou „Přílohy“ (*Příloha č. 4*).

## 9.1 Hmotnostní zlomek $w$

Hmotnostní zlomek vyjadřuje poměr hmotnosti látky A k hmotnosti celého roztoku (směsi). Hmotnostní zlomek je bezrozměrné číslo (nabývá hodnot 0 - 1), vynásobením číslem 100 dostaneme hmotnostní procento množství látky A (nabývá hodnot 0 - 100). [45]

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

$w_A$  hmotnostní zlomek látky A

$m_A$  hmotnost látky A

$m_R$  hmotnost roztoku

$$m_A + m_r = m_R$$

$m_A$  hmotnost látky A

$m_r$  hmotnost rozpouštědla

\* Jaký je hmotnostní zlomek chloridu sodného v roztoku, který vznikl rozpuštěním 13 g této soli v 1 l vody? ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $m_A = 13 \text{ g}$

$$V = 1 \text{ l}$$

$$\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$w_A = ?$$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 1000 = 1000 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$

$$w_A = \frac{13}{13 + 1000} = 0,013 \sim \mathbf{1,3\%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek chloridu sodného v roztoku je 0,013.

\* označuje příklad zadán formou stručného chemického zadání

\*\* Fyziologický roztok je 0,9 % vodný roztok chloridu sodného. Jedná se o izotonický roztok, který má stejnou osmolaritu jako krevní plazma, proto se využívá především v lékařství k hydrataci organismu. Vypočítejte hmotnost chloridu sodného, který je potřeba k přípravě 10 kg fyziologického roztoku?

Veličiny:  $w_A = 0,9 \% = 0,009$   
 $m_R = 10 \text{ kg} = 10000 \text{ g}$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$   
 $m_A = w_A \cdot m_R = 0,009 \cdot 10000 = \mathbf{90 \text{ g}}$

Odpověď: Pro přípravu 10 kg roztoku je potřeba 90 g chloridu sodného.

\*\* označuje příklad zadán formou motivačního zadání (s kontextem)

## 9.2 Molární koncentrace $c$

Molární koncentrace (látková koncentrace či molarita) je nejčastějším způsobem vyjadřování koncentrace látek v chemii. Molární koncentrace říká, kolik molů látky ( $n$ ) se nachází v určitém objemu roztoku. Základní jednotkou dle SI je  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ , běžně se však využívá jednotka  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . [45]

$$c = \frac{n}{V} [\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}]$$

$n$  látkové množství

$c$  molární koncentrace

$V$  objem roztoku

Po dosazení dílčího výpočtu za látkové množství  $n$  do vzorce pro výpočet molární koncentrace dostaneme [45]:

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

$$c = \frac{m}{M \cdot V} [\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}]$$

$m$  hmotnost

$c$  molární koncentrace

$M$  molární hmotnost

$V$  objem roztoku

\* Vypočítejte molární koncentraci roztoku, který obsahuje 2,21 mol jodidu sodného v 4,7 dm<sup>3</sup> roztoku.

Veličiny:  $n = 2,21 \text{ mol}$   
 $V = 4,7 \text{ dm}^3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$   
 $c = \frac{2,21}{4,7} = \mathbf{0,47 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Molární koncentrace roztoku jodidu draselného je 0,47 mol · dm<sup>-3</sup>.

\*\* Štítná žláza je endokrinní žláza, jejíž tvorba hormonu je závislá na přívodu jodu potravou nebo vodou. Nedostatek hormonu thyroxinu, jehož koncentrace za normálního stavu v krvi je  $c = 105 \text{ nmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , může způsobit zvětšení štítné žlázy. Vypočítejte látkové množství thyroxinu za normálního stavu rozpuštěného v 3,8 l krve.

Veličiny:  $c = 105 \text{ nmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 105 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 3,8 \text{ dm}^3$   
 $n = ? \text{ mol}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = c \cdot V$   
 $n = 105 \cdot 10^{-9} \cdot 3,8 = \mathbf{3,99 \cdot 10^{-7} \text{ mol}}$

Odpověď: Látkové množství thyroxinu v 3,8 l krve je 3,99 · 10<sup>-7</sup> mol.

### 9.3 Hmotnostní koncentrace $c_m$

Hmotnostní koncentrace látky A v roztoku je dána podílem hmotnosti látky A a celkového objemu roztoku. Základní jednotkou hmotnostní koncentrace je  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Běžně užívanou jednotkou je  $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  ( $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ).  $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 10^3 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . [25]

$$c_m = \frac{m_A}{V} [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

$m_A$  hmotnost látky A

$c_m$  hmotnostní koncentrace

$V$  objem roztoku

\* Vypočítejte hmotnost bílkovin v 3 l krevní plazmě, je-li hmotnostní koncentrace bílkovin  $70 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c_m = 70 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$V = 3 \text{ l}$$

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

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$

$$m = c_m \cdot V = 70 \cdot 3 = \mathbf{210 \text{ g}}$$

Odpověď: Hmotnost bílkovin ve 3 l krevní plazmy je 210 g.



\*\* V krevní plazmě tvoří bílkoviny největší podíl, tvoří se většinou v játrech nebo v případě imunoglobulinů v B-lymfocytech. Hmotnostní koncentrace bílkovin je  $65 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Mezi jejich funkce patří udržování osmotického tlaku v plazmě, transport pro organismus významných látek (minerály, hormony, vitaminy), udržování pH plazmy či obrana organismu před infekcí (imunoglobuliny). Vypočítejte hmotnost bílkovin přítomných v 2,5 l krevní plazmy.

Veličiny:  $c_m = 65 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$V = 2,5 \text{ l}$$

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

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$

$$m = c_m \cdot V = 65 \cdot 2,5 = \mathbf{162,5 \text{ g}}$$

Odpověď: Hmotnost bílkovin ve 2,5 l krevní plazmy je 162,5 g.

## 9.4 Ředění roztoků

V průběhu laboratorních cvičení je potřeba připravit roztok o určité koncentraci z roztoku o jiné koncentraci. K výpočtu spojených s ředěním roztoků se často využívá směšovací rovnice vyjádřená pomocí hmotnostních zlomků [25]:

$$w_1 m_1 + w_2 m_2 + \dots + w_z m_z = (m_1 + m_2 + \dots + m_z) \cdot w$$

$w_1, w_2, \dots, w_z$	hmotnostní zlomky rozpuštěné látky v jednotlivých složkách
$m_1, m_2, \dots, m_z$	hmotnosti jednotlivých složek, ze kterých roztok připravujeme
$w$	hmotnostní zlomek rozpuštěné látky ve výsledném roztoku (směsi)

Ředíme-li roztok vodou, je hmotnostní zlomek této složky (vody) roven nule. Naopak, přidáváme-li čistou (bezvodou) látku, je hmotnostní zlomek této látky roven jedné. [25]

Pokud je směs připravována ze dvou složek, u nichž známe jejich látkové množství, pak platí vztah [25]:

$$n_1 + n_2 = n_3$$

Pro výpočet lze využít směšovací rovnici s látkovými koncentracemi ve tvaru [25]:

$$c_1 V_1 + c_2 V_2 = (V_1 + V_2) \cdot c$$

$n_1, n_2$	látková množství jednotlivých složek
$n_3$	látkové množství výsledného roztoku (směsi)
$c_1, c_2$	molární koncentrace jednotlivých složek
$c_3$	výsledná koncentrace výsledného roztoku
$V_1, V_2$	objemy jednotlivých složek
$V_3$	výsledný objem připravovaného roztoku

\* Smícháním 15 g roztoku kyseliny borité s 30 ml vody ( $\rho = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) vznikl 3% roztok.  
Vypočítejte hmotnostní zlomek původního roztoku kyseliny borité?

Veličiny:  $w_1 = ?$        $m_1 = 15 \text{ g}$   
 $w_2 = 0$        $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$        $V_2 = 30 \text{ ml}$   
 $w_3 = 0,03$

Řešení:  $m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 30 = 30 \text{ g}$

$$m_3 = m_1 + m_2$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$w_1 = \frac{(m_1 + m_2) \cdot w_3 - w_2 \cdot m_2}{m_1} = \frac{(15 + 30) \cdot 0,03 - 0 \cdot 30}{15} = \mathbf{0,09} \cong \mathbf{9 \%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek původního roztoku kyseliny borité je 0,09.

\*\* Kyselina boritá se využívá jako insekticid proti běžným škůdcům, např. mravenci. Doporučenou směsí je poměr 3 dl vody, 100 g cukru, který působí jako atraktant pro mravence a přibližně 25 g kyseliny borité. Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku obsahující kyselinu boritou (pozn.: voda, kyselina boritá, bez cukru), který vznikne smícháním 300 ml vody ( $\rho = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a 25 g 99% kyseliny borité.

Veličiny:  $w_1 = 0,99$      $m_1 = 25 \text{ g}$   
 $w_2 = 0$      $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_2 = 300 \text{ ml}$   
 $w_3 = ?$

Řešení:  $m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 300 = 300 \text{ g}$

$$m_3 = m_1 + m_2$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$w_3 = \frac{w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,99 \cdot 25 + 0 \cdot 300}{25 + 300} = \mathbf{0,076} \cong \mathbf{7,6 \text{ \%}}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek kyseliny borité ve výsledném roztoku je 0,076.

## 9.5 Výpočty z chemických rovnic

Průběh každé chemické reakce lze vyjádřit pomocí chemické rovnice. Chemické rovnice vycházejí ze zákona zachování hmotnosti - počty atomů jednotlivých prvků musí být na obou stranách rovnice stejné. [25]

Vyrovňování chemických rovnic (hledání stechiometrických koeficientů) udává, kolik molekul (resp. molů) výchozích látek (reaktantů) vstupuje a kolik molekul produktů v průběhu (resp. molů) reakce vzniká. Zápis průběhu chemického děje bez koeficientů se nazývá *reakční schéma*. [25]

Průběh výpočtu z chemických rovnic [26]:

- Chemickou reakci vyjádříme vyčíslenou chemickou rovnicí.
- Zápis molárních hmotností u látek, které se účastní reakce.
- Numerický výpočet příkladu na základě stanovených údajů.

\* Vypočítejte objem oxidu uhličitého za normálních podmínek ( $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ), který vznikne reakcí 20 g uhličitanu vápenatého ( $M = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) s nadbytkem kyseliny chlorovodíkové podle schématu:  $\dots \text{CaCO}_3 + \dots \text{HCl} \rightarrow \dots \text{CaCl}_2 + \dots \text{H}_2\text{O} + \dots \text{CO}_2$

Veličiny:  $V_m(\text{CO}_2) = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{CaCO}_3) = 20 \text{ g}$   
 $M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V(\text{CO}_2) = ? \text{ dm}^3$



Řešení 1:  $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2)$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{20}{100,1} = 0,199 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = n(\text{CO}_2) \cdot V_m$$

$$V = 0,199 \cdot 22,41 = \mathbf{4,48 \text{ dm}^3}$$

Řešení 2:  $20 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ dm}^3$

$$\frac{100,1 \text{ g} \dots\dots\dots 22,41 \text{ dm}^3}{\dots\dots\dots}$$

$$x = \frac{22,41 \cdot 20}{100,1} = \mathbf{4,48 \text{ dm}^3}$$

Odpověď: Reakci se uvolní  $4,48 \text{ dm}^3$  oxidu uhličitého.

\*\* Schránka měkkýšů je tvořena třemi vrstvami, které obsahují převážně uhličitan vápenatý ( $M = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Vypočítejte, kolik  $\text{dm}^3$  oxidu uhličitého ( $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ) vznikne (uvažujte normální podmínky), reaguje-li 10 g schránky s kyselinou chlorovodíkovou, podle schématu:  $\dots \text{CaCO}_3 + \dots \text{HCl} \rightarrow \dots \text{CaCl}_2 + \dots \text{H}_2\text{O} + \dots \text{CO}_2$

Veličiny:  $V_m(\text{CO}_2) = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{CaCO}_3) = 10 \text{ g}$   
 $M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V(\text{CO}_2) = ? \text{ dm}^3$



Řešení 1:  $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2)$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{10}{100,1} = 0,099 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = n(\text{CO}_2) \cdot V_m$$

$$V = 0,099 \cdot 22,41 = \mathbf{2,24 \text{ dm}^3}$$

Řešení 2:  $10 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ dm}^3$

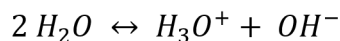
$$\underline{100,1 \text{ g} \dots\dots\dots 22,41 \text{ dm}^3}$$

$$x = \frac{22,41 \cdot 10}{100,1} = \mathbf{2,24 \text{ dm}^3}$$

Odpověď: Reakci se uvolní  $2,24 \text{ dm}^3$  oxidu uhličitého.

## 9.6 pH

Rovnováhy, jichž se účastní vodíkové kationty, označujeme jako protolytické. Ve vodném prostředí probíhá tzv. autoprotolýza vody podle reakce [26]:



popsaná tzv. iontovým součinem vody  $K_V$ :

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

Hodnota  $K_V$  je při 25 °C rovna  $1,007 \cdot 10^{-14}$ .

pH je definováno jako záporný dekadický logaritmus koncentrace oxoniových iontů [26]:

$$pH = - \log[H_3O^+]$$

Silné kyseliny jsou v roztoku úplně disociované a molární koncentrace kyseliny se rovná koncentraci  $[H_3O^+]$ , proto lze rovnici zapsat ve tvaru [26]:

$$pH = - \log c$$

Silné zásady jsou v roztoku úplně disociované a molární koncentrace zásady se rovná koncentraci  $[OH^-]$  [26]:

$$pH = 14 + \log c_{OH^-}$$

Disociační stupeň kyseliny (zásady)  $\alpha$  je definován jako podíl koncentrace disociovaných částic k celkové koncentraci kyseliny (zásady)  $c$  [26]:

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{c} = \frac{[A^-]}{c}$$

Pro silné kyseliny (zásady), které jsou prakticky zcela disociovány ve zředěném roztoku se hodnota  $\alpha$  blíží jedné (100 %). [26]



Pro slabé kyseliny pak platí [26]:

$$K_{HA} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{c\alpha \cdot c\alpha}{c - c\alpha} = \frac{c\alpha^2}{1 - \alpha}$$

V případě, že  $\alpha \ll 1$ , lze psát  $K_{HA} = c\alpha^2$  a dosazením ze vztahu pro  $\alpha$  dostaneme po úpravě výraz pro výpočet pH slabých kyselin [26]:

$$pH = \frac{1}{2}pK_A - \frac{1}{2}\log c$$

Pro výpočet pH slabých zásad lze odvodit vztah [26]:

$$pH = 14 - \frac{1}{2}pK_Z - \frac{1}{2}\log c$$

\* Vypočítejte pH roztoku kyseliny chlorovodíkové, je-li  $c = 2,27 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c = 2,27 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $pH = ?$

Řešení:  $pH = -\log(c)$   
 $pH = -\log(2,27 \cdot 10^{-4}) = \mathbf{3,64}$

Odpověď: pH roztoku je 3,64.

\*\* Kyselina chlorovodíková, jejíž koncentrace je  $0,5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , má v žaludečních šťávách baktericidní účinky a brání rozmnožování kvasinek a plísní. Právě kyselost žaludečních šťáv aktivuje pepsiny, které dále štěpí bílkoviny. Vypočítejte pH kyseliny chlorovodíkové v žaludku.

Veličiny:  $c = 0,5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $pH = ?$

Řešení:  $pH = -\log(c)$   
 $pH = -\log(0,5 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{3,30}$

Odpověď: pH kyseliny chlorovodíkové je 3,30.

## 9.7 Ověření chemických výpočtů

Pro ověření chemických výpočtů byly sestaveny dva testy, každý obsahoval 5 příkladů chemických výpočtů. Jeden test obsahoval příklady zadané pomocí stručného chemického zadání (*Příloha č. 2*) a druhý test obsahoval příklady zadané s kontextem, s využitím motivačního textu (*Příloha č. 3*). Oba testy obsahovaly výpočet hmotnostního zlomku, molární koncentrace, ředění roztoků, výpočet z chemické rovnice a pH. Každá úloha v obou testech byla hodnocena 1 bodem.

Ověřování se celkem se zúčastnilo 104 žáků (55 dívek, 49 chlapců) z 3. a 4. ročníků čtyř gymnázií (žáci, kteří navštěvovali chemický seminář), a to kvůli sjednocení probraného učiva. Z důvodu distanční výuky v předchozím roce a na některých školách v době ověřování, nebylo možné zadat výpočty v 1. ročnících, aby bylo ověřování sjednocené.

Pro vyhodnocení testů byl použit Mann-Whitneyho test, vyhodnocení obtížnosti a citlivosti testových úloh. Vyhodnocení testů je shrnuto v kapitole *Výsledky a diskuze*.

# VÝSLEDKY A DISKUZE

## 10 Výsledky pedagogického výzkumu

Na základě doslovných transkripcí rozhovorů s následným kódováním odpovědí byla provedena obsahová analýza, na základě které byly vytvořeny následující kategorie.

### 10.1 Motivace a chemické výpočty

Chemie a další přírodovědné předměty patří mezi méně oblíbené předměty. Tato skutečnost vyplývá z mnoha výzkumů, které probíhaly jak na základních, tak i na středních školách. Významným faktorem je samotná obtížnost předmětu chemie a také způsob výkladu učební látky či osobnost učitele. Několik učitelů se shodlo v tom, že se snaží žákům ukázat chemii i z jiného pohledu a ukázat jim i jiný přístup k chemii. [63]

*„Chemie není oblíbený předmět, je dost náročný. Takže když vidím třídu, kde ten předmět žáky až tak nebaví, tak k nim přistupuji jinak. Nedělám už z tak neoblíbeného předmětu ještě méně oblíbený.“* (2UČ)

Dalším významným, avšak často chybějícím prvkem, je motivace. Chemické výpočty patří k abstraktním tématům a ve spojení s matematikou jsou pak pro žáky chemické výpočty méně atraktivní téma. Využitím motivačních úloh se zapojením mezipředmětových vztahů lze žákům snadno ukázat souvislosti a propojení s dalšími přírodovědnými předměty, případně s běžným životem. Oslovení učitelé se snaží motivovat žáky pomocí právě propojením s jejich druhou aprobací (využití mezipředmětových vztahů). [64]

*„Biologie má s chemii strašně blízko, takže poznatky z chemie zapojují do biologie a naopak.“* (1UČ) *„Právě mezipředmětové vztahy jsou to, co musí být. Ve chvíli, kdy je do výuky nezařadíme, necháme předmět v prostoru a necháme žáky, aby si na vztahy přišli sami, a to není uchopitelné pro všechny.“* (5UČ)

Další učitelé se snaží žákům vysvětlit, kde mohou využít chemické výpočty v běžném životě, či v praxi a propojují výuku s laboratorním cvičením. [65]

*„Zapojují i laboratorní cvičení, buď demonstrují pokus, nebo vezmu žáky do laboratoře.“* (7UČ) *„ ... atraktivním uplatněním na trhu práce, např. práce v laboratoři nebo v lékárně.“* (3UČ)

Nejčastěji však učitelé využívají k motivaci demonstrační pokusy nebo v rámci vlastního chemického kroužku: „*Využívám hry se zapojením dataprojektoru, kdy si najdu procvičení na internetu. V dnešní době je mnoho serverů, kde si různé hry můžete vyhledat. Pak se snažím zapojovat demonstrační pokusy, nebo laboratorní cvičení. Hlavně teda využívám digitální techniku, protože žáky zaujme nejvíc.*“ (7UČ) „*Motivuji vlastním nadšením. Vedu i chemický kroužek. ...*“ (8UČ)

## 10.2 Středoškolské učebnice využívané učiteli

Vlastní analýzou středoškolských učebnice jsem zjistila, že kapitoly týkající se chemických výpočtů obsahují minimální nebo žádnou motivaci (motivační prvky). Všichni učitelé se jednoznačně shodli v používané učebnici, a to *Chemie pro čtyřletá gymnázia* (Mareček, Honza) [31]. Tuto učebnici však nepovažují za vyhovující, jak po stránce vzhledové, obsahové, tak i motivační. Další učebnici, kterou učitelé zmínili je *Chemie pro spolužáky* (Obrátil, Sáblik) [44].

„*... neznám asi žádnou dobrou učebnici, kde by učivo bylo komplet perfektní. V Marečkovi je sice dostatek informací, ale jsou tam mezery.*“ (5UČ) „*Učebnice mi nepřijde až tak dobrá, je dost zastaralá. Na trhu dnes existují i lepší učebnice, i barvy jsou důležité. Navíc mi chybí právě informace navíc, které zaujmou.*“ (2UČ) „*Nedoporučuji žádnou učebnici. Neexistuje totiž žádná dobrá středoškolská učebnice... V učebnici chybí motivační prvky. Mohla by vzniknout nová s více obrázky, schémata apod.*“ (1UČ) „*Chybí mi v učebnici fakta a hlavně motivace. Na rozdíl od učebnice Chemie pro spolužáky, kde má každá kapitola úvod i motivaci.*“ (6UČ)

V dostupných středoškolských učebnicích nebo sbírkách chemických výpočtů se zadání chemických výpočtů často opakují a chybí motivační chemické výpočty. Učitelé zmiňovali, že využívají chemické výpočty ze sbírky příkladů od Marečka a Honzy [35] nebo si příklady hledají na internetu. Žádný z učitelů však nikdy nevytvořil motivační chemickou úlohu, i přesto, že je motivační stránka u chemických výpočtů důležitá. Učitelé si chemické výpočty převážně upravovali nebo zaměňovali zadání již vytvořených výpočtů.

„*Máme doporučenou sbírku příkladů od Marečka, nebo si dohledávám příklady na internetu a upravím si je. Sama jsem nikdy nic nevytvořila.*“ (7UČ) „*Na vytvoření příkladů nevidím nic převratného, přeformuluji si příklad. Ale motivační úlohu jsem asi nikdy nevymyslel.*“ (10UČ) „*Ano, buď jsem úlohu vytvořila, nebo jsem si upravila existující příklady k obrazu svému.*“ (8UČ)

### 10.3 Přístup učitelů k výuce chemických výpočtů

Chemické výpočty patří k nejdůležitějšímu učivu na střední škole a jejich zařazení je nutné, na tom se shodli i respondenti. Odborníci se však zabývají také myšlenkou, zda je důležité zařazovat v základních hodinách všechny typy výpočtů [66]: „*Chemické výpočty jsou bezesporu důležitou součástí výuky chemie. Otázkou je, zda všichni žáci potřebují absolvovat v hodinách základního typu různé typy chemických výpočtů, když je v praxi potřebovat nebudou.*“

Žáci na střední škole ve většině případů jsou rozhodnutí, jaký obor by chtěli v budoucnu studovat na vysoké škole a vědí tak, zda budou nebo nebudou chemii do budoucna ve studiu potřebovat [66].

Mezi vyučované chemické výpočty, které učitelé nejčastěji vyučují v hodinách chemie, patří výpočty látkového množství, výpočty složení roztoků (hmotnostní zlomek, objemový zlomek, molární koncentrace), ředění a směšování roztoků, výpočty z chemických rovnic, výpočty pH (silné kyseliny a zásady) a termochemie. Učitelé zmiňovali, že v hodinách učí pouze základní vztahy a složitější výpočty nechávají na volitelný chemický seminář, kde se výpočtům věnují daleko více a kde přidávají také složitější vztahy, např. kvůli požadavkům přijímacích zkoušek: „... a pak jsou tam i složitější, komplikovanější výpočty, které souvisí např. s termochemií. Tyto výpočty však raději zařazuji do semináře.“ (8UČ) „*Látkové množství, výpočty z chemických vzorců, stechiometrické výpočty, termochemie, pH, hmotnostní a objemovou koncentraci, ředění a směšování roztoků. To jsou asi ty nejzákladnější.*“ (3UČ) „*Do základních hodin bych zařadila opravdu jen základní výpočty. Složitější bych nechala do semináře.*“ (9UČ)

Chemické výpočty se vyučují podle požadavků RVP G v 1. ročníku čtyřletých gymnázií, což souhlasilo také s odpověďmi učitelů. Pouze jeden z učitelů zmínil, že výpočty pH zařazuje do výuky až ve 2. ročníku čtyřletého gymnázia: „... a ve druhém ročníku pokračují acidobazické reakce a výpočty pH.“ (9UČ)

Čas věnovaný chemickým výpočtům se na školách odvíjí podle ŠVP a tematických plánů, které si vytváří učitelé sami. V praxi se učitelé věnují chemickým výpočtům v délce dle typu chemických výpočtů. Vše závisí také od pochopení učiva žáky, jelikož některé výpočty jsou komplikovanější a žáci na jejich osvojení potřebují více prostoru: „*Každá třída je jiná. Já jsem si to na základě časové dotace upravila sama. Někdo potřeboval času více, někdo naopak*“

méně.“ (7UČ) „Průměrně asi 3 vyučovací hodiny na jednotlivé typy. Záleží hlavně, jak to žákům jde.“ (3UČ)

Učitelé volí do výuky častěji jednoduché zadání chemických výpočtů. Rozšířené textové zadání volí spíše do výuky semináře, jelikož mají žáci problém s čtenářskou gramotností: „Na pochopení jsou ty kratší úlohy vhodnější. Složitější úlohy vyžadují chemické myšlení, proto si na ně v běžné hodině netroufám. Zařazuji je do semináře.“ (4UČ) „Spíše preferuji jen výpočet ze vzorce, protože i s tím mají někteří žáci problém. Rozšířené zadání probíráme v semináři.“ (7UČ)

#### 10.4 Proč žáci u chemických výpočtů chybují

Chemické výpočty jsou neoblíbeným učivem pro žáky, jelikož kromě chemické terminologie a pochopení chemického problému musí žáci využívat i matematické aplikace. Kromě matematiky mají žáci často problém i s jazykovým pochopením zadání. Respondenti se shodli, že žáci si často špatně přečtou zadání úlohy a potom mají problém, dojít ke správnému řešení úlohy. „Čtenářská gramotnost bývá problém. Žáci mají problém se z té úlohy přepsat veličiny.“ (9UČ) „Žáci mnohdy nejsou schopni se to zadání pořádně přečíst a dle toho nejsou schopni uvést závěr.“ (7UČ) „Žákům chybí chemické myšlení. ...“ (4UČ)

Kromě jazykové nedostatečné úrovně se shodli respondenti s jinou aprobací než s matematikou v tom, že žákům dělají mimo jiné problémy i matematické dovednosti a základní matematické operace. „Žáci mají problém spíš s matematikou, než s formulací úlohy. Nevím, zda nad tím zbytečně přemýšlejí. Logika a matematika.“ (2UČ) „Pokud se zadání úlohy opakuje, tak pak ani ne tak pochopení formulace, jako matematické vyjádření. Úprava rovnice s neznámou.“ (5UČ)

Respondenti označovali za problematické úlohy obsahující ředění roztoků, výpočty z chemických rovnic a výpočty pH. „Pokud má úloha charakter slovní úlohy, nějakého pochopení, bilance v rovnici, takže výpočty z chemických rovnic.“ (10UČ) „Jakmile mají žáci zapojit výpočet z chemické rovnice, kde si musí rovnici zapsat, musí být schopni doplnit produkty nebo ji vyčíslit, tak to je pro žáky komplikované.“ (8UČ) „Roztoky jsou problém, jak u mladších, tak i u starších žáků. Směšovací rovnice. Praktické věci jim dělají problém.“ (1UČ)

Problematika se také prohlubuje v momentě, kdy probírají v chemii výpočty spojené s pH, které vyžadují znalost logaritmování, protože logaritmy v matematice žáci probírají později. Respondenti často neumí vysvětlit, co to logaritmus je. „*Já nejsem matematik a mám problém jim vysvětlit, co je to pH, protože žáci záporný dekadický logaritmus ještě nedělali. ...*“ (9UČ) „*... ale když pomínu logaritmy, tak žákům dělají problémy i ředění roztoků, hlavně úpravy rovnic a vyjadřování neznámé. V poslední době vnímám problematický i výpočet z chemických rovnic, kdy už samotná rovnice dělá žákům velký problém.*“ (5UČ)

### **10.5 Žádoucí změna ze strany učitelů**

Respondenti by v souvislosti s problematikou chemických výpočtů uvítali nejen novější učebnici s více motivačními prvky, s více úlohami s motivačním textem, aby mohli lépe zaujmout žáků. „*Snážím se vymýšlet další úlohy, aby byly co nejschůdnější pro žáky, a aby více a více nadchly žáky.*“ (5UČ) „*... , aby i v učebnici bylo více motivačních prvků, aby žáci věděli, proč to musí počítat.*“ (1UČ)

Respondenti by také rádi chemickým výpočtům věnovali více času, i když z pohledu ostatního učiva to není snadné, proto je chemickým výpočtům věnován čas především v chemickém semináři, který si žáci mohou zvolit podle budoucího studia na vysoké škole. „*Dokázala bych si představit mnohem více času na chemické výpočty, ale myslím si, že v chemii jsou témata, které mají ještě menší dostatek času.*“ (8UČ) „*Asi by se tomu mělo věnovat více času. Kdyby aspoň byly výpočty rozděleny na více ročníků, aby je žáci nezapomínali.*“ (2UČ)



## 11 Výsledky ověřování znalostí chemických výpočtů

Ověřování proběhlo na čtyřech vybraných gymnáziích, na nichž učí respondenti, kteří se účastnili pedagogického výzkumu. Test vyplnilo 104 žáků (N = 104). Úspěšnost řešení úloh se stručným zadáním (41,7 %) byla větší než úspěšnost řešení úloh s kontextem (36,3 %).

Tabulka 12: Výsledky úloh se stručným zadáním.

CHEMICKÉ VÝPOČTY					
	w	c	ředění	výpočet z rovnice	pH
Správně	68	67	19	28	35
Nesprávně	36	37	85	76	69
Úspěšnost	65,4 %	64,4 %	18,3 %	26,9 %	33,7 %
Hodnota obtížnosti	34,6 %	35,6 %	81,7 %	73,1 %	66,3 %
Koeficient ULI	0,519	0,596	0,250	0,500	0,673
Tetrachorický koeficient	-0,857	0,916	0,659	0,931	0,964

Z Tabulka 12 je vidět, že žáci nejlépe řešili příklady zaměřené na výpočet hmotnostního zlomku (65,4 %) a molární koncentraci (64,4 %). Naopak nejhůř příklady zaměřené na výpočet ředění roztoků (18,3 %). Hodnota obtížnosti by měla být v rozsahu 20 - 80, kdy v případě ověřování neplatilo právě pro výpočet ředění roztoků. Hodnota obtížnosti výpočtu ředění roztoků byla nejvyšší, což odpovídalo i nejnižší úspěšnosti řešení příkladu.

V případě ředění roztoků byla chybovost spojena s nepochopením zadání, případně neznalostí výpočetního vzorce (74,1 %) nebo příklad řešili výpočetní chybou (25,9 %). V případě výpočtů z chemické rovnice a výpočtu pH šlo pouze o neznalost vzorce, nebo nepochopení zadání (100 %).

Hodnoty citlivosti úloh vypovídají o vhodně sestavených úlohách, kromě úlohy hmotnostního zlomku, kdy záporné hodnoty zvýhodňují žáky s horšími výsledky.

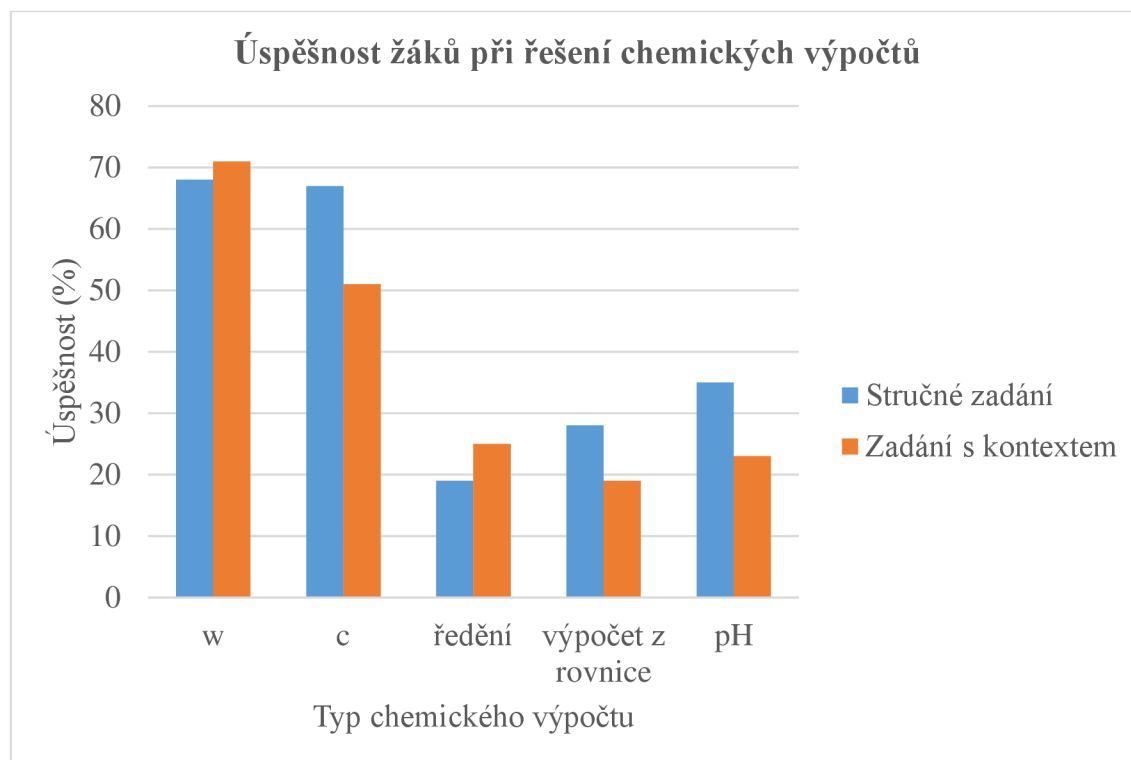
Tabulka 13: Výsledky úloh s kontextem.

<b>MOTIVAČNÍ VÝPOČTY</b>					
	<b>w</b>	<b>c</b>	<b>ředění</b>	<b>výpočet z rovnice</b>	<b>pH</b>
Správně	71	51	25	19	23
Nesprávně	33	53	79	85	81
Úspěšnost	68,3 %	49,0 %	24,0 %	18,3 %	22,1 %
Hodnota obtížnosti	31,7 %	50,9 %	75,9 %	81,7 %	77,9 %
Koeficient ULI	0,558	0,442	0,365	0,481	0,442
Tetrachorický koeficient	0,903	0,64	1	1	1

V případě úloh s kontextem (Tabulka 13) řešili žáci výpočet hmotnostního zlomku (68,3 %) a nejhůře výpočet z chemické rovnice (18,3 %), čemuž odpovídá i hodnota obtížnosti (81,7 %). Je-li hodnota obtížnosti nad 80 %, pak jde o velmi náročnou úlohu.

Koeficient ULI určující hodnotu citlivosti je u všech typů výpočtů nad 0,25. Všechny úlohy proto správně rozlišují žáky s horšími výsledky od žáků s lepšími výsledky.

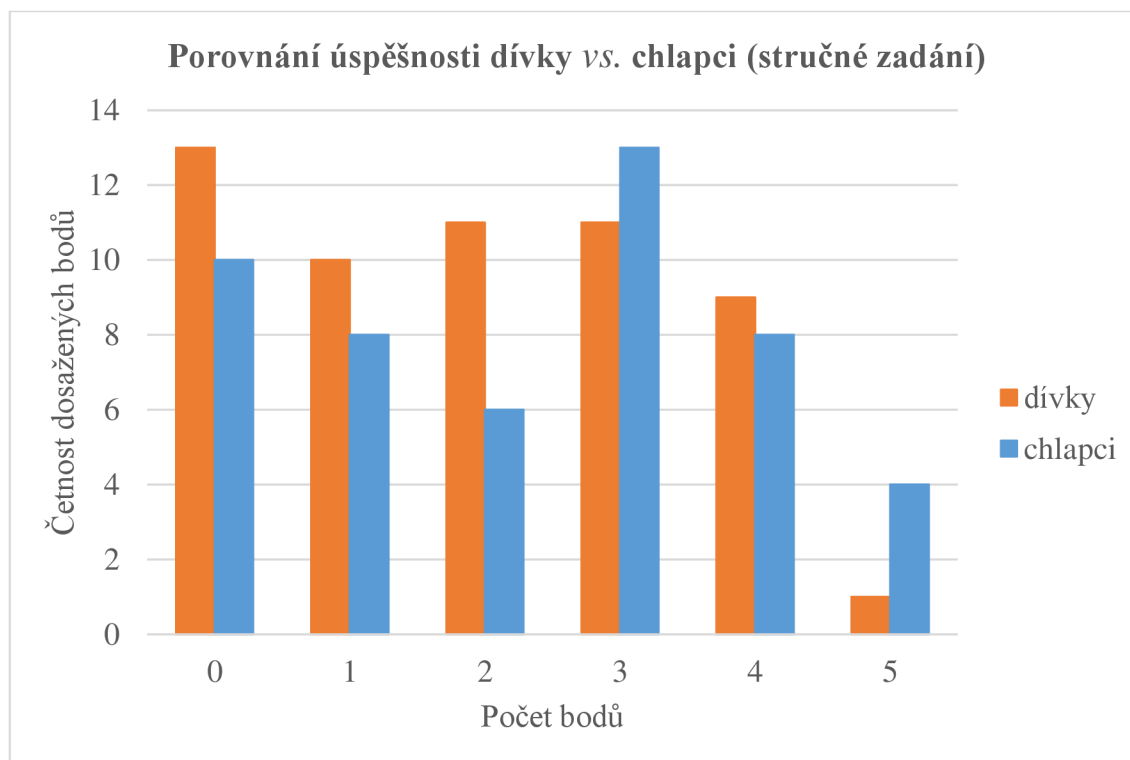
Celkové výsledky ověřování chemických výpočtů ukázaly, že žáci řešili úspěšněji úlohy se stručným zadáním (*Graf 1*). Výpočty hmotnostního zlomku a molární koncentrace v testech dopadly nejlépe v porovnání s výpočty ředění roztoků, výpočty z chemických rovnic a pH.



*Graf 1: Úspěšnost žáků při řešení chemických výpočtů.*

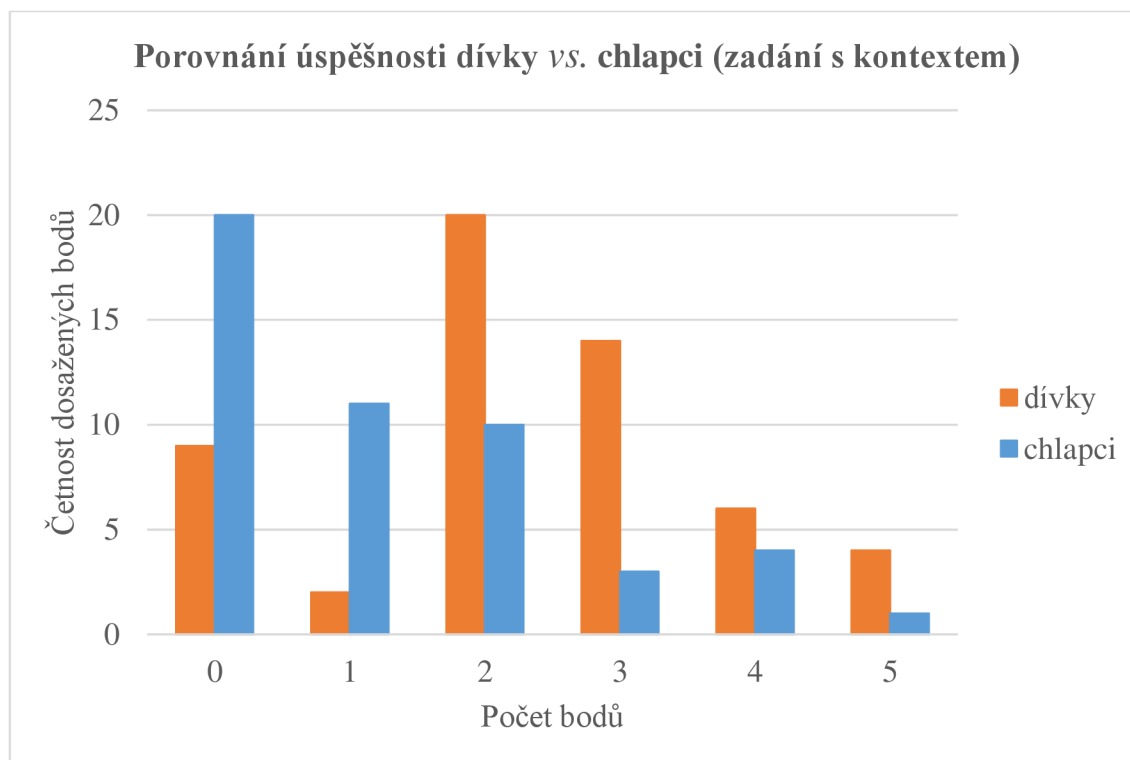
Porovnáním hodnot úspěšnosti v jednotlivých testech s využitím statistického Mann-Whitneyova testu vyšlo najevo, že rozdíl v zadání (stručné vs. s kontextem) nehraje při řešení chemických výpočtů velkou roli, jelikož výsledek  $p = 0,190$  není podle Mann-Whitneyova testu podstatný (význam výsledku je pouze, je-li  $p$ -hodnota  $< 0,05$ ) [68].

Porovnáním četností správných odpovědí (*Graf 2*) s využitím Mann-Whitneyova testu se ukázalo, že ani rozdíl mezi dívkami a chlapci při řešení stručných chemických výpočtů není podstatný ( $p = 0,298$ ) [68].



*Graf 2: Porovnání úspěšnosti dívky vs. chlapci (stručné zadání).*

V případě řešení chemických úloh s kontextem je však vidět značný rozdíl, že dívky řešily úlohy s kontextem mnohem lépe než chlapci (*Graf 3*). To dokazuje i Mann-Whitneyův test ( $p = 0,00016$ ), jehož výsledek vypovídá o tom, že je výsledek významný [68].



*Graf 3: Porovnání úspěšnosti dívky vs. chlapci (zadání s kontextem).*

## 12 Hodnocení výzkumných otázek

Na základě analýzy pedagogického výzkumu a analýzy ověřování chemických výpočtů byly zodpovězeny výzkumné otázky, které byly stanoveny dříve.

### 1. Specifická výzkumná otázka: *Proč učitelé používají málo motivačních prostředků při výuce chemických výpočtů?*

První specifická otázka se zabývala nedostatkem motivační prostředků ve výuce. Jelikož je chemickým výpočtům vydělena nedostatečná časová dotace, nemají učitelé prostor, aby v každé hodině ukázali např. demonstrační pokus. Učitelé se sice snaží žákům říct, kde by se mohli s určitým typem chemického výpočtu setkat, ale v dnešní době to může být pro žáka hrozně málo přijímat pouze pasivní informace. Především, kdy chceme zvednout přírodovědeckou gramotnost a vyrovnat se zemím, kde žáci dosahují lepších výsledků.

Nedostatek motivačních prvků v hodinách chemie může způsobit prohloubení nezájmu žáků o předmět chemie. Také nedostatek motivačních prvků v učebnicích chemie může vést k nutnosti samostudia učitelů.

Na druhou stranu učitelé nemají záruku, že použitím motivačních výpočtů zvýší úspěšnost žáků při řešení chemických výpočtů, nebo dokonce i zájem o předmět chemie. Ověřováním vytvořených výpočtů vyšlo najevo, že žáci řešili mnohem lépe úlohy se stručným zadáním.

### 2. Specifická výzkumná otázka: *Jaký postoj mají učitelé k využití nabízených středoškolských učebnic při výuce chemie?*

Druhá specifická otázka se zabývala převážně učebnicemi, které jsou využívány v hodinách chemie. Učebnice chemie pro střední školy bohužel nejdou s dobou a jsou zastaralé. V roce 2018 vyšly tři díly učebnic Chemie pro spolužáky, avšak tyto učebnice se ještě nedostaly na všechny střední školy. I učitelé jsou toho názoru, že jsou učebnice již zastaralé, ale také v nich chybí jakákoli motivace.

Z analýzy českých středoškolských učebnic a přehledů středoškolské chemie je patrné, že na trhu, kromě Chemie pro spolužáky, není žádná středoškolská učebnice chemie, která by odpovídala dnešním trendům. České učebnice neobsahují motivační prvky, je v nich spousta teorie, mnohdy i nepřehledný text bez obrázků, které žáky opravdu nezaujme. Na rozdíl od českých učebnic, je v cizojazyčných středoškolských učebnicích nejen dostatek motivačních prvků, ale nechybí zde ani barevné obrázky a příklady zaměřené na propojení chemických výpočtů s reálným životem.

Z pohledu žáků může jít také o nedostatek, jelikož středoškolské učebnice chemie nejsou povinné a učitelé je žákům pouze doporučují. Všichni respondenti nevyžadují učebnici v hodinách základního typu. Zápis žákům buď diktují, nebo jim posílají připravené zápisy elektronicky.

### **3. Specifická výzkumná otázka: *Řeší žáci lépe stručné zadání, nebo zadání s kontextem?***

Výsledky výzkumů, které se věnovaly problematice řešení úloh s kontextem, naznačily, že žáci mnohem lépe řeší úlohy, které mají zajímavý, motivační kontext. Úlohy s kontextem vyžadují od žáků nejen soustředění, ale i pochopení problému do hloubky [16].

Respondenti v rámci provedeného pedagogického výzkumu však raději využívají v hodinách základního typu úlohy se stručným zadáním, jelikož na výuku chemických výpočtů mají omezenou časovou dotaci. Dokonce i žáci lépe chápou úlohy se stručným zadáním. Z ověřování chemických úloh vyplynulo, že žáci lépe řešili úlohy bez kontextu. Zajímavé však je, že výsledky ukázaly, že úlohy s kontextem řeší lépe dívky, než chlapci. Za výsledky může stát mozek a rozdíl mezi pravou a levou hemisférou. Pravá hemisféra zodpovídá za matematické schopnosti a je vyvinutější u chlapců. Naopak levá hemisféra, která je vyvinutější u dívek, ovládá schopnost mluvené a psané řeči [69].

Jelikož ověřování probíhalo v posledních ročnících gymnázia, je možné, že jedním z důvodů této abnormality je fakt, že žáci během studia neměli větší přístup k úlohám s kontextem. Dalším faktorem může být i nedostatečná jazyková gramotnost, jelikož žákům dělá problém jen samotné porozumění textu [70]. Proto je důležitý i postoj učitele k výuce chemie. Pokud učitel nezapojí motivaci během výuky chemických výpočtů, tak popularita výpočtů nikdy nevzroste.

### **1. Hlavní výzkumná otázka: *Souvisí problematika řešení chemických výpočtů s nedostatkem motivačních prvků?***

Analýzou pedagogického výzkumu, odborných článků věnovaných problematice chemických výpočtů a ověřením chemických výpočtů v praxi lze konstatovat, že žáci opravdu neradi řeší chemické výpočty. Oblíbenost ale nevzroste jednorázovým použitím chemických úloh s kontextem, proto je opravdu důležité, aby učitelé zapojovali tyto úlohy do výuky častěji. Žáci, kteří nemají zájem o problematiku daného učiva, nebudou vyhledávat jiné informace než ty, které jim nabídne učitel v hodině.

Mnoho výzkumů ukazuje na to, že úlohy se zajímavým kontextem zvyšují u žáků zájem úlohu řešit. Přesto ověřování chemických výpočtů ukázalo, že žáci řešili lépe výpočty se stručným zadáním.

## **2. Hlavní výzkumná otázka: *Je chybovost při řešení chemických výpočtů spojená s chemickým jazykem (terminologií), nebo zde hraje roli jiný důvod?***

Díky zodpovězení všech specifických otázek lze konstatovat, že žáci nevyvíjí žádné úsilí, aby řešili chemické výpočty správně. Úlohy stručně zadané byly sice řešeny lépe, než úlohy s kontextem, ale bez analýzy žákových subjektivních dojmů lze však těžko říct, co je pravým důvodem k neúspěšnosti řešení.

Respondenti v pedagogickém výzkumu zmiňovali, že nelze obecně říct, že mají žáci problém s matematikou nebo jazykovou gramotností. Každý žák je jiný, má individuální přístup k výuce chemických výpočtů a také jinak vnímá kontext zadání výpočtů. Někomu více vyhovuje stručné zadání úlohy, jiný se zase přiklání k zadání s kontextem, protože se dozvídá nové informace, nebo informace, o kterých nevěděl, že je lze vypočítat chemických výpočtem.

Chemické výpočty jednoznačně patří mezi nejtěžší, ale také nejdůležitější učivo chemie na středních školách. Základ chemických výpočtů získávají žáci již na základních školách a na středních školách (resp. gymnáziích) si žáci učivo osvojují více a využívají je i v laboratorních cvičeních. Využitím motivačního kontextu v chemických výpočtech, které jsou součástí sbírky, nebylo dokázáno, že zvyšuje zájem žáků úlohu řešit, nebo dokonce i zájem o chemii jako takovou. Výše zmíněné výzkumy [15], [16], [66], které probíhaly na větším vzorku žáků, ukázaly, že použitím úloh se zajímavým kontextem se zvýšila úspěšnost při řešení těchto úloh. Problematické typy výpočtů jsou ve všech výzkumech stejné [1], [67]. Jde o výpočty z chemických rovnic, ředění roztoků a výpočty pH. U těchto typů výpočtů lze konstatovat, že při řešení úloh hraje největší roli jazykové pochopení zadání a matematická gramotnost žáků.

Výzkum M. Ruska ukázal, že studenti vysokých škol mají největší problém s výpočty z chemických rovnic, ředění roztoků a výpočet pH [1]. Na problematiku výpočtů z chemických rovnic upozornili i Shadreck a Enunuwe, kdy poukázali na fakt, že žáci středních škol mají problém pochopit základní pojmy stechiometrických výpočtů jako je látkové množství, ale mají problém i s vyčíslením rovnice [67].



## ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo vytvoření sbírky řešených úloh se stručným chemickým zadáním a se zadáním s kontextem. Bylo vytvořeno šest tematických celků, které zahrnují celkem 146 řešených chemických výpočtů. Všechny mají jednotnou grafickou úpravu a tematické celky jsou odlišeny barevně. Velká část příkladů ve sbírce byla vytvořena tak, aby příklady byly změřeny na biologii. Důvodem je druhý aprobační předmět autorky, kterým je právě biologie a využití sbírky v pedagogické praxi s ohledem na mezipředmětové vztahy. Část chemických výpočtů byla ověřena v praxi. Sbíрка je vhodná pro použití ve výuce chemických výpočtů na středních školách (čtyřletých a odpovídajících ročníků víceletých gymnáziích).

Teoretická část byla věnována rešerši odborné literatury, a to především učebním úlohám. Kapitoly jsou zaměřeny na definice učebních úloh z různých vědních oborů, taxonomii učebních úloh, na správnost tvorby učebních úloh a jejich využití v praxi. Závěr teoretické části je věnován problematice didaktiky chemických výpočtů a stručnému úvodu do chemických výpočtů.

Praktická část diplomové práce zahrnuje úvod a teorii k jednotlivým chemickým výpočtům, s ukázkou příkladu chemického výpočtu zadaného stručně chemicky a příkladu zadaného s kontextem. Sbíрка vytvořených řešených chemických příkladů je pak z důvodu jejího rozsahu vložena jako příloha k diplomové práci. Úvod praktické části je věnován obsahové analýze středoškolských učebnic, českých i cizojazyčných, dále analýze školních a národních vzdělávacích dokumentů se zaměřením na chemické výpočty.

Praktická část diplomové práce zahrnuje analýzu pedagogického výzkumu, který byl proveden s využitím polostrukturovaných rozhovorů se středoškolskými učiteli chemie.

Samotný pedagogický výzkum se zabýval postojem učitelů a jejich zkušeností při výuce chemických výpočtů. Učitelé vyučovali různé předměty v kombinaci s chemií, což přineslo různé pohledy na výuku chemických výpočtů. Výpovědi respondentů byly často podobné a některé se shodovaly i s dříve publikovanými výzkumy. V průběhu výzkumu bylo zjištěno, že respondenti nejsou spokojeni s absencí motivačních prvků v nabízených učebnicích, ale i s celkovým obsahem na trhu dostupných učebnic. Z rozhovorů vyplynulo, že žáci nejhůř řeší výpočty z chemických rovnic, ředění a směšování roztoků a výpočty pH. Toto tvrzení bylo podpořeno zároveň ověřováním vytvořených chemických výpočtů na gymnáziích.

## POUŽITÁ LITERATURA

1. RUSEK, M. et al.: *How well students solve chemistry calculation tasks when starting their university studies?* [online] Praha, **2021** [cit. 2021-11-06]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/348910372\\_How\\_well\\_students\\_solve\\_chemistry\\_calculation\\_tasks\\_when\\_starting\\_their\\_university\\_studies](https://www.researchgate.net/publication/348910372_How_well_students_solve_chemistry_calculation_tasks_when_starting_their_university_studies).
2. ČÁP, J.: *Psychologie výchovy a vyučování*. Praha: Karolinum, **1993**. ISBN 80-7066-534-3.
3. <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/> - *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. Praha: MŠMT, **2021** [2021-11-06]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>.
4. PICKOVÁ, M.: *(Ne)oblíbenost vyučovacího předmětu chemie u žáků na gymnáziích* [online]. Ostrava: Ostravská univerzita, **2012** [cit. 2021-11-06]. Dostupné z: <https://konference.osu.cz/svk/sbornik2012/pdf/budoucnost/didaktika/Pickova.pdf>.
5. ŠMEJKAL, P. a kol.: *Motivační prvky ve výuce středoškolské chemie* [online]. Praha: Univerzita Karlova, **2010** [cit. 2021-11-06]. Dostupné z: [https://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SMO\\_db/doc/29\\_3\\_%C5%A0mejkal.pdf](https://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SMO_db/doc/29_3_%C5%A0mejkal.pdf).
6. DOPITA, M., GRECMANOVÁ, H., CHRÁSKA, M. *Zájem žáků základních a středních škol o fyziku, chemii a matematiku*. Olomouc: Univerzita Palackého, **2008**. ISBN 978-80-244-2242-8.
7. CHALUPA, R., NESMĚRÁK, K.: *Chemofobie, veřejný obraz chemie a co s tím* [online]. *Chemické listy*, **2014**, (108), s. 993–1009 [cit. 2022-02-06]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/460/460>.
8. PEČIVOVÁ, M. a V. ŠÍCHA. *Prostředky motivace v chemii* [online]. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, **2004** [cit. 2022-03-05]. Dostupné z: <https://capv.cz/prostredky-motivace-v-chemii/>
9. <https://olympiada.vscht.cz/cs/> - *Chemická olympiáda* [online]. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. Aktualizováno březen **2022** [cit. 2022-03-07]. Dostupné z: <https://olympiada.vscht.cz/cs/>.
10. ČTRNÁCTOVÁ, H.: *Učební úlohy v chemii. 1.díl*. Praha: Karolinum, **2009**. ISBN 978-80-246-1666-7.

11. MAREŠ, J., PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E.: *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, **2003**, s. 258. ISBN 8071787728.
12. HELUS, Z. et al: *Psychologie školní úspěšnosti žáků*. Praha: SPN, **1979**, s. 220.
13. KALHOUS, Z.: *Školní didaktika: sekundární škola*. 2. přeprac. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, **2001**. ISBN 80-244-0217-3.
14. SOLÁROVÁ, M. Analýza žakovy práce s textem. *Pedagogická orientace*. **2001**, 4, s. 76-80.
15. CHUPÁČ, A.: *Možnosti posilování dovednosti žáka řešit problémovou učební úlohu v přírodovědném vzdělávání* [online]. Praha: Česká asociace pedagogického výzkumu, **2009** [cit. 2022-03-07]. Dostupné z: [https://capv.cz/wp-content/uploads/2019/09/CAPV09\\_Chup\\_Mozno.pdf](https://capv.cz/wp-content/uploads/2019/09/CAPV09_Chup_Mozno.pdf)
16. HAVLÍČKOVÁ, R.: Vliv atraktivity kontextu matematické slovní úlohy [online]. *Scientia in educatione*. **2020**, 11(1), s. 2-21 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/1715/1304>.
17. CHRÁSKA, M.: *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada, **2016**. ISBN 978-80-247-5326-3.
18. JEŘÁBEK, O., BÍLEK, M.: *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, **2010**. ISBN 978-80-244-2494-1.
19. CHRÁSKA, M.: *Didaktické testy v práci učitele*. Olomouc, Krajský pedagogický ústav. **1988**, s. 50.
20. PEČIVOVÁ M., ŠMÍDL, M.: *Didaktika chemie I pro ZŠ a SŠ* [online]. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, **2014** [cit. 2021-11-06]. Dostupné z: [https://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/opory\\_Didaktika%20I\\_final.pdf](https://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/opory_Didaktika%20I_final.pdf)
21. ČERNOCKÝ, B. et al: *Přírodovědecká gramotnost ve výuce* [online]. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, **2011** [cit. 2021-11-06]. Dostupné z: [http://www.vuppraha.rvp.cz/wp-content/uploads/2012/01/Prirodovedna\\_gramotnost.pdf](http://www.vuppraha.rvp.cz/wp-content/uploads/2012/01/Prirodovedna_gramotnost.pdf)
22. SOLÁROVÁ, M., ŠVEC, V., JODAS, B.: Výpočtový vzorec ve výuce chemie a jeho reflexe žákem. *Pedagogická orientace* [online]. **2001**, 11(3), 55-60 [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://journals.muni.cz/pedor/article/view/8600/7783>
23. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha: MŠMT, **2017** [cit. 2021-11-06]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/07/RVP-ZV-2021-zmeny.pdf>

24. PEČIVOVÁ, M., ŠMÍDL, M.: *Didaktika chemie II pro SŠ* [online]. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, **2014** [cit. 2022-03-13]. Dostupné z: [https://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/opory\\_\\_didaktika-chemie-II-pro-Ss.pdf](https://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/opory__didaktika-chemie-II-pro-Ss.pdf)
25. SIROTEK, V., KARLÍČEK, J.: *Chemické výpočty a názvosloví anorganických látek*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, **2005**.
26. ČAJAN, M., DRAHOŠ, B., KLANICOVÁ, A.: *Příklady a úlohy z obecné a anorganické chemie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, **2016**. ISBN 978-80-244-5029-2.
27. *Revoluční změna definice jednotek soustavy SI vstupuje v platnost* [online]. Praha: MPO, **2019** [cit. 2022-02-27]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/revolucni-zmena-definice-jednotek-soustavy-si-vstupuje-v-platnost--246278/>.
28. VOLKA, K., TKADLECOVÁ, M., ZÁRUBA, K.: *Příklady z analytické chemie pro bakaláře*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, **2006**. ISBN 80-7080-610-9.
29. HUVAROVÁ, M.: *Nejpoužívanější středoškolské učebnice chemie na gymnáziích*. Olomouc, **2010**. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta.
30. KLEČKA, M.: *Teorie a praxe tvorby učebnic pro střední školy*. Praha, **2011**. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta.
31. MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia. 1.díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, **2005**. ISBN 80-7182-055-5.
32. MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia. 2. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, **2002**. ISBN 80-7182-141-1.
33. MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia. 3. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, **2000**. ISBN 80-7182-057-1.
34. MAREČEK, A., HONZA, J.: *Sbírka řešených příkladů z chemie pro studenty středních škol*. Brno: Proton, **1998**. ISBN 978-80-902402-1-6.
35. MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie: sbírka příkladů*. Brno: Proton, **2004**. ISBN 80-902402-2-4.
36. FLEMR, V., DUŠEK, B.: *Chemie pro gymnázia*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, **2001**. ISBN 80-7235-147-8.
37. KOLÁŘ, K., KODÍČEK, M., POSPÍŠIL, J.: *Chemie II: (organická a biochemie) : pro gymnázia*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, **2005**. ISBN 80-7235-283-0.
38. BENEŠOVÁ, M., SATRAPOVÁ, H.: *Odmaturuj! z chemie*. Brno: Didaktis, **2002**. ISBN 80-86285-56-1.

39. RŮŽIČKOVÁ, K., KOTLÍK, B.: *Chemie v kostce: pro střední školy*. Praha: Fragment, **2009**. ISBN 978-80-253-0599-7.
40. RŮŽIČKOVÁ, K., KOTLÍK, B.: *Cvičení k Chemii v kostce*. Havlíčkův Brod: Fragment, **2000**. ISBN 80-7200-312-7.
41. KOSINA, L., ŠRÁMEK, V.: *Chemické výpočty a reakce*. Úvaly u Prahy: Albra, **1996**.
42. OBRÁTIL, V., SÁBLÍK, L.: *Chemie pro spolužáky - Obecná chemie I. (učebnice)*. Praha: ProSpolužáky.cz, **2018**.
43. OBRÁTIL, V., SÁBLÍK, L.: *Chemie pro spolužáky - Obecná chemie I. (pracovní sešit)*. Praha: ProSpolužáky.cz, **2018**.
44. OBRÁTIL, V., SÁBLÍK, L.: *Chemie pro spolužáky - Obecná chemie II. (učebnice)*. Praha: ProSpolužáky.cz, **2018**. ISBN 978-80-88255-34-5.
45. OBRÁTIL, V., SÁBLÍK, L.: *Chemie pro spolužáky - Obecná chemie II. (pracovní sešit)*. Praha: ProSpolužáky.cz, **2018**. ISBN 978-80-88255-35-2.
46. VACÍK, J.: *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, **1995**. ISBN 80-85937-08-5.
47. KMEŤOVÁ, J., et al: *Chémia pre 1. ročník gymnázia a 5. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, s. r. o., **2010**. ISBN 978-80-8091-561-2.
48. KMEŤOVÁ, J., et al: *Chémia pre 2. ročník gymnázia a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, s. r. o., **2012**. ISBN 978-80-8091-271-0.
49. KMEŤOVÁ, J., et al: *Chémia pre 3. ročník gymnázia a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Martin: Matica slovenská, **2011**. ISBN 978-80-8115-042-5.
50. HILL, G. C., HOLMAN, J. S.: *Chemistry in context*. Edinburgh: Thomas Nelson, **1989**. ISBN 0-17-448163-2.
51. LISTER, T., RENSHAW, J.: *AQA Chemistry*. Oxford: Oxford University Press, **2015**. ISBN 978-0-19-835182-5.
52. GABRIELIAN, O. S.: *Chemie. 8. třída. Základní úroveň*. Moskva: Дрофа, **2019**.
53. GABRIELIAN, O. S.: *Chemie. 9. třída. Základní úroveň*. Moskva: Дрофа, **2019**.
54. GABRIELIAN, O. S.: *Chemie. 10. třída. Základní úroveň*. Moskva: Дрофа, **2019**.
55. GABRIELIAN, O. S.: *Chemie. 11. třída. Základní úroveň*. Moskva: Дрофа, **2019**.
56. *The national curriculum in England* [online]. London: Department for Education, **2014** [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/government/collections/national-curriculum>

57. TITĚROVÁ, K.: *Ruská federace. Inkluzivní škola* [online]. Praha: Meta, **2020** [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: [https://www.inkluzivniskola.cz/sites/default/files/uploaded/ruska\\_federace\\_dbkvs.pdf](https://www.inkluzivniskola.cz/sites/default/files/uploaded/ruska_federace_dbkvs.pdf)
58. DOLEŽALOVÁ, O.: *Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů na gymnáziích*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, **2007**. ISBN 978-80-87000-13-7.
59. HENDL, J.: *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál, **2005**. ISBN 80-7367-040-2.
60. ŠVARÍČEK, R., ŠEĐOVÁ, K.: *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál, **2007**. ISBN 978-80-7367-313-0.
61. PRŮCHA, J.: *Pedagogický výzkum: uvedení do teorie a praxe*. Praha: Karolinum, **1995**. ISBN 80-7184-132-3.
62. FERJENČÍK, J.: *Úvod do metodologie psychologického výzkumu: jak zkoumat lidskou duši*. Praha: Portál, **2000**. ISBN 80-7178-367-6.
63. PEČIVOVÁ, M., ŠÍCHA, V.: *Prostředky motivace v chemii* [online]. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, **2004** [cit. 2022-03-05]. Dostupné z: <https://capv.cz/prostredky-motivace-v-chemii/>
64. CÍDLOVÁ, H., et al.: *Přírodopisné (biologické) poznatky v databázi chemických motivačních úloh* [online]. Brno: Masarykova Univerzita, **2013** [cit. 2022-03-05]. Dostupné z: <https://capv.cz/obliba-vyucovacich-predmetu-zaky-zs-a-ss/>
65. RUSEK, Martin: *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základních školách*. Praha, **2013**, Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Katedra chemie a didaktiky.
66. RUSEK, M., JANČAŘÍK, A., NOVOTNÁ, J.: *Chemical calculations: A necessary evil or an important part of chemistry education? ResearchGate* [online]. Bratislava, **2016** [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/303697206\\_Chemical\\_calculations\\_A\\_necessary\\_evil\\_or\\_an\\_important\\_part\\_of\\_chemistry\\_education](https://www.researchgate.net/publication/303697206_Chemical_calculations_A_necessary_evil_or_an_important_part_of_chemistry_education)
67. SHADRECK, M., ENUNUWE, O. C.: *Recurrent Difficulties: Stoichiometry problem-solving*. African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences [online]. **2018**, 14, 25 - 31 [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://www.ajol.info/index.php/ajesms/article/view/173393>
68. HOLČÍK, J., KOMENDA, M., et al: *Matematická biologie: e-learningová učebnice* [online]. Brno: Masarykova univerzita, **2015** [cit. 2022-03-04]. ISBN 978-80-210-8095-9.
69. ZORMANOVÁ, L.: Gender ve vzdělávání dětí a mládeže . *Metodický portál: Články* [online]. Praha, **2011** [cit. 2022-03-21]. Dostupný z:

<https://clanky.rvp.cz/clanek/k/z/12857/GENDER-VE-VZDELAVANI-DETI-A-MLADEZE.html>. ISSN 1802-4785.

70. BLAŽEK, R. et al: *Mezinárodní šetření PISA 2018* [online]. Praha: Česká školní inspekce, **2019** [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF\\_el.\\_publikace/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/PISA\\_2018\\_narodni\\_zprava.pdf](https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/PISA_2018_narodni_zprava.pdf)

## Seznam grafů

Graf 1: Úspěšnost žáků při řešení chemických výpočtů.....	69
Graf 2: Porovnání úspěšnosti dívky vs. chlapci (stručné zadání).....	70
Graf 3: Porovnání úspěšnosti dívky vs. chlapci (zadání s kontextem).....	71

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Taxonomie kognitivní cílů podle B. S. Blooma. ....	13
Tabulka 2: Základní jednotky soustavy SI. ....	23
Tabulka 3: Středoškolské učebnice chemie - české.....	27
Tabulka 4: Středoškolské učebnice chemie - cizojazyčné.....	28
Tabulka 5: Analýza středoškolských učebnic chemie. ....	29
Tabulka 6: Analýza přehledů středoškolského učiva chemie.....	31
Tabulka 7: Analýza cizojazyčných středoškolských učebnic.....	33
Tabulka 8: Přehled zúčastněných škol pedagogického výzkumu. ....	37
Tabulka 9: Analýza školních vzdělávacích programů.....	38
Tabulka 10: Chemické výpočty v jednotlivých školních vzdělávacích programech. ....	40
Tabulka 11: Základní informace o provedených rozhovorech. ....	44
Tabulka 12: Výsledky úloh se stručným zadáním.....	67
Tabulka 13: Výsledky úloh s kontextem. ....	68

## Seznam příloh

- Příloha č. 1: Polostrukturovaný rozhovor
- Příloha č. 2: Test zaměřený na chemické výpočty se stručným chemickým zadáním.
- Příloha č. 3: Test zaměřený na chemické výpočty se zadáním s kontextem.
- Příloha č. 4: Sbíрка řešených chemických výpočtů.



# PŘÍLOHY

## Příloha č. 1: Polostrukturovaný rozhovor

Vážený pane učiteli/paní učitelko,

v rámci diplomové práce *Motivační výpočtové úlohy pro výuku chemie na SŠ* se zaměřuji na problematiku výpočtových úloh na SŠ, resp. vyšších stupních víceletých gymnázií. Žáci se se základními výpočty setkávají již v 7. třídě na víceletém gymnáziu, nebo o rok později, tzn. v 8. třídě na základní škole. Na SŠ bývají tyto základní výpočty rozšířeny a jejich znalost prohloubena, jelikož se jedná o základní kámen pro výuku chemie v dalších ročnících SŠ.

Na základě Vašich zkušeností bych ráda našla klíčové problémy, které dělají žákům nejčastěji problém, ať už jde o typy výpočtových příkladů, nebo zda zde hrají roli například i matematické dovednosti.

*Tučně jsou uvedeny otázky, které ve vhodné posloupnosti položíte, ostatní doporučené otázky je vhodné položit např. pro doplnění odpovědi, rozšíření odpovědi apod. Doporučená délka rozhovoru cca 30 min (dle časových možností).*

### **Požádám Vás o krátké představení.**

*Jaká je Vaše kombinace oborů? Případně, jaké předměty vyučujete?*

*Jaká je Vaše délka praxe?*

### **Jaký postoj má Vaše škola k výuce chemie?**

*Jakou časovou dotaci pro chemii má Vaše škola? Zdá se Vám tato dotace dostatečná?*

*Podílel/-a jste se na tvorbě ŠVP na Vaší škole? (Měl/-a jste možnost zasáhnout do obsahu ŠVP?)*

*Jako učitel chemie, kladete důraz na mezipředmětové vztahy? Zdůrazňujete žákům mezipředmětové vztahy?*

*Myslíte si, že žáci mají problém si propojovat dřívější učivo s nově vysvětleným?*

*Jak motivujete žáky ke studiu chemie?*

### **Jakou učebnici doporučujete žákům do výuky chemie?**

*Je pro Vás tato učebnice dostačující?*

*Jakou další učebnici využíváte k přípravě do hodin?*

*Myslíte si, že učebnice obsahuje dostatek motivačních prvků pro výuku chemických výpočtů? Nebo Vám naopak chybí?*

***Jaké typy výpočtů vyučujete?***

*Kolik času věnujete jednotlivým úlohám?*

*Který typ úloh se zdá žákům nejlépe pochopitelný?*

*Který typ úloh je naopak pro žáky nesnadný?*

*Považujete všechny zmiňované výpočty za nutné pro zařazení do výuky na gymnáziích?*

*Dělají žákům problémy kombinované úlohy? Vkládání vzorce do vzorce.*

*Které matematické úkony/operace dělají žákům problémy?*

*Zdá se Vám, že žákům dělají problémy matematické dovednosti, nebo spíše formulace úlohy?*

*Mají žáci problémy s převody jednotek?*

*Pokud vyučujete chemii na nižším i vyšším stupni gymnázia, vidíte rozdíl v pochopení výpočtů u žáků?*

***Jsou pro Vás knižní sbírky s chemickými příklady dostačující? Kterou nejraději využíváte?***

*Vytvořil/-a jste někdy své výpočetní úlohy? Byly motivační?*

*Využil/-a jste výpočet i v jiném předmětu, který vyučujete? Jako motivaci např.*

*Přikláníte se spíše k úlohám strohým (pouze výpočet ze vzorce), nebo dáváte přednost rozšířeným textovým zadáním?*

*Odkazujete žáky na sbírky úloh před testem?*

***Jsou žáci z Vašeho pohledu v oblasti chemických výpočtů dobře připravováni na studium na VŠ?***

*Je pro Vás z tohoto pohledu něco, co byste rád/-a změnil/-a?*

**Příloha č. 2: Test zaměřený na chemické výpočty se stručným chemickým zadáním.**

Škola:

Třída:

Pohlaví: žena/muž

TEST JE ANONYMNÍ!

---

1. K přípravě roztoku bylo použito 100 ml vody a 30 g chloridu sodného. Vypočítejte hmotnostní zlomek NaCl v roztoku. ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

2. Pro přípravu 2 dm<sup>3</sup> roztoku bylo použito 12 g hydroxidu sodného ( $M = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Vypočítejte pH vzniklého roztoku.

3. Kolik ml 30% roztoku peroxidu vodíku je potřeba ke smíchání s 125 g vody, aby vznikl 3% roztok? ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $\rho_{30\%} = 1,11 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

4. Tepelným rozkladem manganistanu draselného vzniklo  $1,75 \text{ dm}^3$  kyslíku ( $V_m = 22,41 \text{ dm}^3$ ). Jaké množství manganistanu draselného reagovalo ( $M = 158,034 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )? Průběh reakce vystihuje následující rovnice:  $2 \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$

5. Vypočítejte molární koncentraci jodidu sodného v roztoku, který obsahuje 2,21 mol jodidu sodného v  $4,7 \text{ dm}^3$  roztoku.

### Příloha č. 3: Test zaměřený na chemické výpočty se zadáním s kontextem.

Škola:

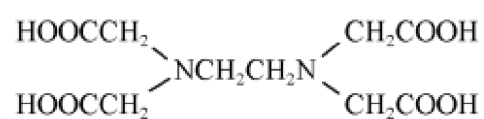
Třída:

Pohlaví: žena/muž

TEST JE ANONYMNÍ!

---

1. Borová voda (roztok kyseliny borité s  $w = 0,03$ ) se využívá ke zklidnění oka, při nepříjemných pocitech v oku nebo dokonce k výplachu poleptaných očí. Jaká hmotnost kyseliny borité je rozpuštěna v 500 g tohoto roztoku?



2. EDTA (kyselina ethylendiaminotetraoctová) je organická kyselina, která se využívá v zubním lékařství jako 17% vodný roztok ( $c = 0,617 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) k vysušení kořenových kanálků a zlepšuje adhezi kořenových výplňových materiálů. Vypočítejte látkové množství EDTA ve 100 ml vodného roztoku.

3. Schránka měkkýšů je tvořena třemi vrstvami, které obsahují převážně  $\text{CaCO}_3$  ( $M = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Vypočítejte, kolik ml  $\text{CO}_2$  ( $V_m = 22,41 \text{ dm}^3$ ) vznikne, reaguje-li 10 g schránky v  $\text{HCl}$ , podle schématu:

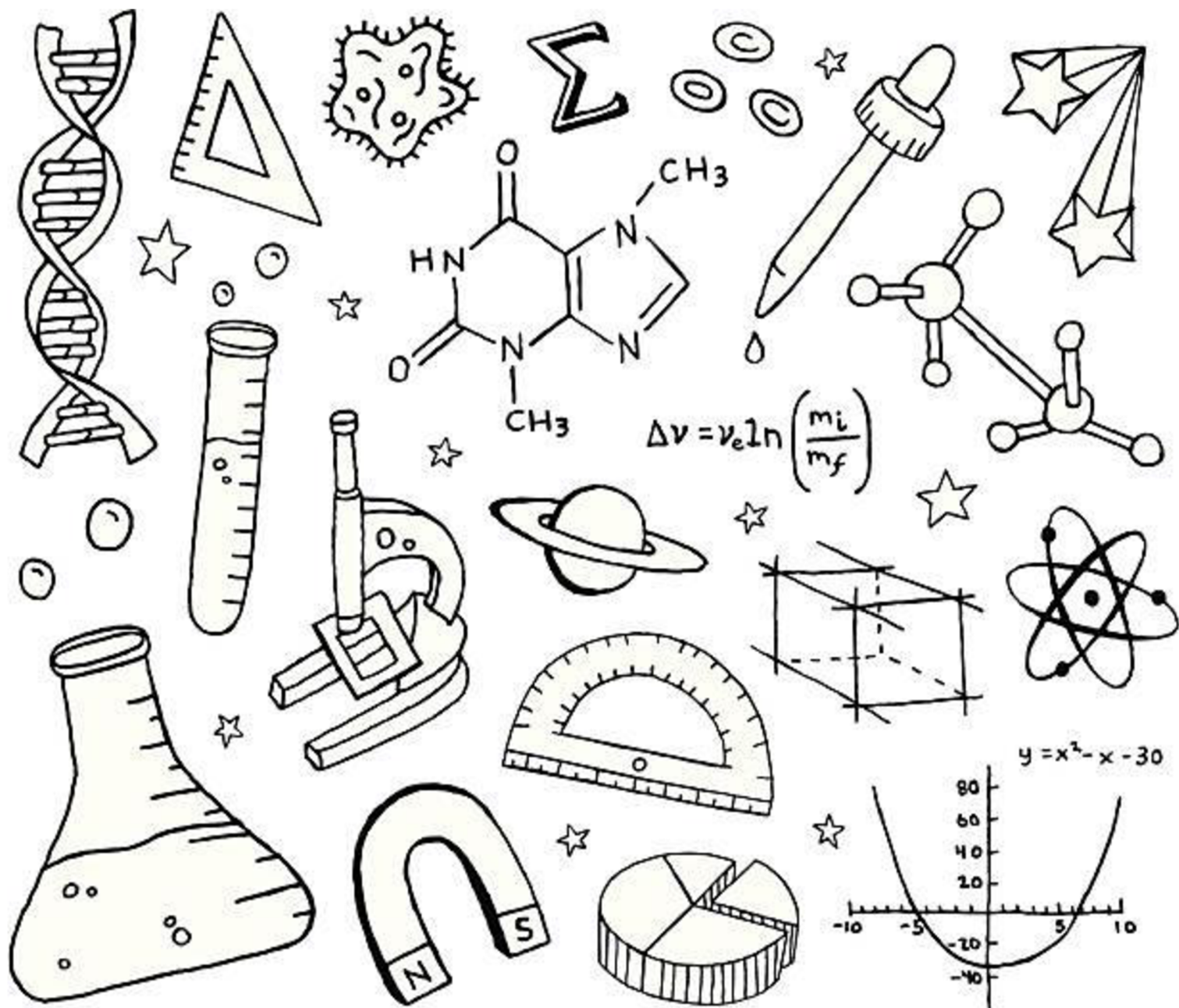


4. Těhotenská cukrovka je charakterizována zvýšenou hladinou krevního cukru. Postihuje ženy s vrozenou dispozicí, kdy spouštěčem bývají zvyšující hladina hormonů v těhotenství. Test probíhá na základě odběru krve po podání 23% roztoku glukózy, ke kterému se přidává 150 ml vody. Kolikaprocentní roztok vznikne, smícháme-li 325 g 23% roztoku glukózy s 150 ml vody? ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

5. Kyselina chlorovodíková, jejíž koncentrace je  $0,5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , má v žaludečních šťávách baktericidní účinky a brání rozmnožování kvasinek a plísní. Právě kyselost žaludečních šťáv aktivuje pepsiny, které dále štěpí bílkoviny. Vypočítejte pH kyseliny chlorovodíkové v žaludku.

Příloha č. 4: Sbíрка řešených chemických výpočtů.

## UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI



# SBÍRKA ŘEŠENÝCH CHEMICKÝCH VÝPOČTŮ

Bc. ALEXANDRA OBRUČA

# ÚVODNÍ SLOVO

Vážení učitelé, vážení žáci,

Sbírka řešených příkladů z obecné chemie byla připravena v rámci diplomové práce zaměřené na Motivační výpočtové úlohy pro výuku chemie na SŠ. Sbírka je tedy primárně určena žákům středních škol. Příklady jsou zadány stručně chemicky a s kontextem (motivační) a jsou rozděleny do šesti kapitol:

- Hmotnostní zlomek
- Molární koncentrace
- Hmotnostní koncentrace
- Ředění roztoků
- Výpočty z chemických rovnic
- pH



## OBSAH

Hmotnostní zlomek .....	4
Molární koncentrace .....	21
Hmotnostní koncentrace .....	39
Ředění roztoků .....	54
Výpočty z chemických rovnic .....	68
pH .....	93

# SLOŽENÍ SMĚSÍ <sup>1</sup>

V běžném životě se málokdy setkáme s čistými látkami. Prakticky vše, co nás obklopuje, jsou směsi. *Směsi* jsou látky, které obsahují dvě nebo více složek (látěk). Zastoupení jednotlivých složek ve směsi lze vyjádřit pomocí:

- hmotnostního zlomku,
- hmotnostní koncentrace,
- molární koncentrace.

## Hmotnostní zlomek $w$

Hmotnostní zlomek vyjadřuje poměr hmotnosti látky A k hmotnosti celého roztoku (směsi). Hmotnostní zlomek je bezrozměrné číslo (nabývá hodnot 0 - 1), vynásobením číslem 100 dostaneme hmotnostní procento množství látky A (nabývá hodnot 0 - 100).

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

$w_A$  hmotnostní zlomek látky A

$m_A$  hmotnost látky A

$m_R$  hmotnost roztoku

$$m_A + m_r = m_R$$

$m_A$  hmotnost látky A

$m_r$  hmotnost rozpouštědla

Hmotnostní zlomek lze využít v běžném životě např. pro výpočet složení výrobků.

1) Jaký je hmotnostní zlomek chloridu sodného v roztoku, který vznikl rozpuštěním 13 g této soli v 1 l vody? ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $m_A = 13 \text{ g}$   
 $V = 1 \text{ l}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $w_A = ?$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 1000 = 1000 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$

$$w_A = \frac{13}{13 + 1000} = 0,013 \sim \mathbf{1,3 \%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek chloridu sodného v roztoku je 0,013.

2) <sup>\*\*1</sup> Fyziologický roztok je 0,9 % vodný roztok chloridu sodného. Jedná se o izotonický roztok, který má stejnou osmolaritu jako krevní plazma, proto se využívá především v lékařství k hydrataci organismu. Vypočítejte hmotnost chloridu sodného, který je potřeba k přípravě 10 kg fyziologického roztoku? <sup>2</sup>

Veličiny:  $w_A = 0,9 \% = 0,009$   
 $m_R = 10 \text{ kg} = 10000 \text{ g}$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$   
 $m_A = w_A \cdot m_R = 0,009 \cdot 10000 = \mathbf{90 \text{ g}}$

Odpověď: Pro přípravu 10 kg roztoku je potřeba 90 g chloridu sodného.

<sup>1</sup> \*\* označuje chemický příklad zadán s kontextem (motivační zadání)

3) Vypočítejte hmotnost kyseliny borité rozpuštěné v roztoku, aby vzniklo 250 g 3% roztoku?

Veličiny:  $w_A = 3 \% = 0,03$   
 $m_R = 250 \text{ g}$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$   
 $m_A = w_A \cdot m_R = 0,03 \cdot 250 = \mathbf{7,5 \text{ g}}$

Odpověď: V roztoku je rozpuštěno 7,5 g kyseliny borité.

4) \*\* 3% roztok kyseliny borité, často také označovaný jako borová voda, se využívá ke zklidnění oka, při nepříjemných pocitech v oku nebo dokonce k výplachu poleptaných očí. Jaká hmotnost kyseliny borité je rozpuštěna v 500 g tohoto roztoku? <sup>3,4</sup>

Veličiny:  $w_A = 3 \% = 0,03$   
 $m_R = 500 \text{ g}$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$   
 $m_A = w_A \cdot m_R = 0,03 \cdot 500 = \mathbf{15 \text{ g}}$

Odpověď: V roztoku je rozpuštěno 15 g kyseliny borité.

5) Vypočítejte, jaký objem vody je potřeba pro rozpuštění 50 g manganistanu draselného, aby vznikl roztok o  $w_A = 0,05$ ? ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $w_A = 0,05$   
 $m_A = 50 \text{ g}$   
 $V = ? \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Řešení 1:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$   
 $m_R = \frac{m_A}{w_A} = \frac{50}{0,05} = 1000 \text{ g}$

$$m_r = m_R - m_A = 1000 - 50 = 950 \text{ g}$$

$$V = \frac{m_r}{\rho} = \frac{950}{1} = 950 \text{ ml}$$

Řešení 2:  $w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$   
 $w_A \cdot m_A + w_A \cdot m_r = m_A$   
 $m_r = \frac{m_A - w_A \cdot m_A}{w_A} = \frac{50 - 0,05 \cdot 50}{0,05} = 950 \text{ g}$

$$V = \frac{m_r}{\rho} = \frac{950}{1} = 950 \text{ ml}$$

Odpověď: Pro přípravu roztoku je potřeba 950 ml vody.

6) \*\* Manganistan draselný je známý jako hypermangan. V lékařství se využívá roztok o koncentraci 0,25 % (hmot. %) pro dezinfekci ran. Vypočítejte hmotnost manganistanu draselného, která je potřeba pro přípravu 1 kg 0,25% roztoku manganistanu draselného. <sup>5</sup>

Veličiny:  $w_A = 0,25 \% = 0,0025$   
 $m_R = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$

$$m_A = w_A \cdot m_R = 0,0025 \cdot 1000 = \mathbf{2,5\ g}$$

Odpověď: Pro přípravu roztoku je potřeba 2,5 g manganistanu draselného.

7) Kolik gramů hydrogenuhličitanu sodného je rozpuštěno v 15 % roztoku hydrogenuhličitanu sodného a pro jehož přípravu bylo použito 200 ml vody? ( $\rho_{\text{voda}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $w_A = 15 \% = 0,15$

$$V = 200 \text{ ml}$$

$$\rho_{\text{voda}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

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

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 200 = 200 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$

$$w_A \cdot m_A + w_A \cdot m_r = m_A$$

$$m_A = \frac{w_A \cdot m_r}{1 - w_A} = \frac{0,15 \cdot 200}{1 - 0,15} = \mathbf{35,3 \text{ g}}$$

Odpověď: V roztoku je rozpuštěno 35,3 g hydrogenuhličitanu sodného.



8) \*\* Při práci v jakékoli laboratoři je nutné znát základy první pomoci. V případě poleptání kyselinou opláchneme postižené místo vlažnou vodou. Dříve se používal 2% (hmot. %) roztok hydrogenuhličitanu sodného. Kolik gramů hydrogenuhličitanu sodného je potřeba k přípravě neutralizačního roztoku, pro jehož rozpuštění bylo použito 500 ml vody?

( $\rho_{\text{voda}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )<sup>3,6</sup>

Veličiny:  $w_A = 2 \% = 0,02$

$$V = 500 \text{ ml}$$

$$\rho_{\text{voda}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

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

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 500 = 500 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$

$$w_A \cdot m_A + w_A \cdot m_r = m_A$$

$$m_A = \frac{w_A \cdot m_r}{1 - w_A} = \frac{0,02 \cdot 500}{1 - 0,02} = \mathbf{10,2\ g}$$

Odpověď: Pro přípravu roztoku je potřeba 10,2 g hydrogenuhličitanu sodného.



9) Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku, který vznikl rozpuštěním 38 g soli v 1 dm<sup>3</sup> vody. ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $m_A = 38 \text{ g}$   
 $V = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $w_A = ?$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 1000 = 1000 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R}$$
$$w_A = \frac{38}{38+1000} = \mathbf{0,037}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku je 0,037.

10) \*\* Mapování moří ukázalo, že slanost stoupá s rostoucí zeměpisnou šířkou směrem k rovníku, přičemž nejslanější místo je Mrtvé moře. Jeho salinita se odhaduje okolo 42 % (hmot. %). Vypočítejte, kolik gramů soli je třeba rozpustit v 1 l vody, abychom získali 42% roztok? ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )<sup>7</sup>

Veličiny:  $w_A = 42 \% = 0,42$   
 $V = 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 1000 = 1000 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$
$$w_A \cdot m_A + w_A \cdot m_r = m_A$$
$$m_A = \frac{w_A \cdot m_r}{1 - w_A} = \frac{0,42 \cdot 1000}{1 - 0,42} = \mathbf{724 \text{ g}}$$

Odpověď: V 1 l vody je rozpuštěno 724 g soli.

11) Hmotnostní zlomek roztoku o hmotnosti 200 g je 0,0021. Vypočítejte hmotnost rozpuštěných solí v roztoku.

Veličiny:  $w_A = 0,0021$   
 $m_R = 200 \text{ g}$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$   
 $m_A = w_A \cdot m_R = 0,0021 \cdot 200 = \mathbf{0,42 \text{ g}}$

Odpověď: V roztoku je rozpuštěno 0,42 g solí.

12) \*\* Salmonelóza je onemocnění, způsobené bakterií *Salmonela enterica* z čeledi *Enterobacteriaceae*, které vyvolává u lidí střevní potíže, provázené nejčastěji horečkami a zvracením. V laboratořích se provádí diagnóza ze vzorku přeneseného na 0,3% (hmot. %) selektivní agar, na kterém bakterie rychle roste. Vypočítejte, jaké množství agaru musíme přidat ke 100 ml destilované vody, abychom získali 0,3 % roztok? ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )<sup>8</sup>

Veličiny:  $w_A = 0,3 \% = 0,003$   
 $V = 100 \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 100 = 100 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$

$$w_A \cdot m_A + w_A \cdot m_r = m_A$$

$$m_A = \frac{w_A \cdot m_r}{1 - w_A} = \frac{0,003 \cdot 100}{1 - 0,003} = \mathbf{0,3 \text{ g}}$$

Odpověď: Do vody je potřeba přidat 0,3 g agaru.

13) K přípravě roztoku bylo použito 100 ml vody a 30 g chloridu sodného. Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku. ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $m_A = 30 \text{ g}$   
 $V = 100 \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $w_A = ?$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 100 = 100 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$
$$w_A = \frac{30}{30 + 100} = \mathbf{0,23}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku je 0,23.

14) \*\* *Acanthamoeba* je rod měňavkovitých prvoků. U lidí může způsobovat amébovou keratitis, která se objevuje u lidí nosících kontaktní čočky. Pro zjištění výskytu *Acanthamoeba* se v laboratořích využívá agar, který je připraven rozpuštěním 1 g agaru ve 100 ml destilované vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku. ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )<sup>8</sup>

Veličiny:  $m_A = 1 \text{ g}$   
 $V = 100 \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $w_A = ?$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 100 = 100 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$
$$w_A = \frac{1}{1 + 100} = \mathbf{0,01}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku je 0,01.

15) Jaký je hmotnostní zlomek roztoku, který vznikl rozpuštěním 22 g chloridu hořečnatého ve 100 ml vody? ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $m_A = 22 \text{ g}$   
 $V = 100 \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $w_A = ?$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 100 = 100 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$
$$w_A = \frac{22}{22 + 100} = \mathbf{0,18}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku je 0,18.

16) \*\* Hartmannův roztok je infuzní roztok určený k náhradě tělních tekutin a solí, jelikož složení solí je podobné složení solí v lidské krvi. Hartmannův roztok vzniká rozpuštěním 13 g solí (chlorid sodný, laktát sodný, chlorid draselný, chlorid hořečnatý) v 1000 ml vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku. ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )<sup>9</sup>

Veličiny:  $m_A = 13 \text{ g}$   
 $V = 1000 \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $w_A = ?$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 1000 = 1000 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$
$$w_A = \frac{13}{13 + 1000} = \mathbf{0,013}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku je 0,013.

17) Kolik ml vody je potřeba k přípravě roztoku, ve kterém je rozpuštěno 100 g uhličitanu sodného a jeho hmotnostní zlomek je 0,55? ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $m_A = 100 \text{ g}$   
 $w_A = 0,55$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $V = ? \text{ ml}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$   
 $w_A \cdot m_A + w_A \cdot m_r = m_A$   
 $m_r = \frac{m_A - w_A \cdot m_A}{w_A} = \frac{100 - 0,55 \cdot 100}{0,55} = 81,8 \text{ g}$   
 $V = \frac{m_r}{\rho} = \frac{81,8}{1} = \mathbf{81,8 \text{ ml}}$

Odpověď: K přípravě roztoku je potřeba 81,8 ml vody.

18) \*\* Pro stanovení celkového fosforu ve vzorku povrchových vod se využívá 15% roztok uhličitanu sodného. Vypočítejte, kolik ml vody je potřeba k přípravě roztoku, ve kterém je rozpuštěno 9 g uhličitanu sodného? ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )<sup>10</sup>

Veličiny:  $m_A = 9 \text{ g}$   
 $w_A = 15 \% = 0,15$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $V = ? \text{ ml}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$   
 $w_A \cdot m_A + w_A \cdot m_r = m_A$   
 $m_r = \frac{m_A - w_A \cdot m_A}{w_A} = \frac{9 - 0,15 \cdot 9}{0,15} = 51 \text{ g}$   
 $V = \frac{m_r}{\rho} = \frac{51}{1} = \mathbf{51 \text{ ml}}$

Odpověď: K přípravě 15% roztoku je potřeba 51 ml vody.

19) Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku, je-li ve 160 ml vody rozpuštěno 40 g chloridu sodného. ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $m_A = 40 \text{ g}$   
 $V = 160 \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $w_A = ?$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 160 = 160 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$

$$w_A = \frac{40}{40 + 160} = \mathbf{0,2}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku chloridu sodného je 0,02.



20) \*\* Jistě znáte léky, které se v lékárně prodávají na bolest v krku. Ve spreji na bolest krku je rozpuštěno 360 mg benzydaminu hydrochloridu, který má protizánětlivé, analgetické a antibakteriální účinky. Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku, je-li hmotnost roztoku benzydaminu hydrochloridu 24 g. <sup>11</sup>

Veličiny:  $m_A = 360 \text{ mg} = 0,36 \text{ g}$   
 $m_R = 24 \text{ g}$   
 $w_A = ?$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$

$$w_A = \frac{0,36}{24} = \mathbf{0,015}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku je 0,015

21) Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku, je-li ve 340 ml vody rozpuštěno 35 g kyseliny askorbové. ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $m_A = 35 \text{ g}$   
 $V = 340 \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $w_A = ?$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 340 = 340 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$
$$w_A = \frac{35}{35 + 340} = \mathbf{0,093}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku kyseliny askorbové je 0,093.



22) \*\* Vitamin C je nezbytný pro správný průběh mnoha fyziologických procesů v lidském organismu a patří mezi vitaminy rozpustné ve vodě. Je obsažen v ovoci i zelenině a v období chřipek je doporučován zvýšený přísun vitamínu C, např. rozpuštěním půl čajové lžičky prášku (2 g) obsahující 100% vitamín C ve 200 ml vody. Vypočítejte hmotnostní procento roztoku vitamínu C. <sup>12, 13</sup>

Veličiny:  $m_A = 2 \text{ g}$   
 $V = 200 \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $w_A = ?$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 200 = 200 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$
$$w_A = \frac{2}{2 + 200} = \mathbf{0,01}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku vitamínu C je 0,01.

23) Vypočítejte hmotnost stříbra ve 54 g slitiny, je-li hmotnostní procento stříbra ve slitině 82 % (hmot. %).

Veličiny:  $m_R = 54 \text{ g}$   
 $w_A = 82 \% = 0,82$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$   
 $m_A = w_A \cdot m_R = 0,82 \cdot 54 = \mathbf{44,3 \text{ g}}$

Odpověď: Ve slitině je 44,3 g stříbra.



925/1000

24) \*\* Ryzí stříbro je pro výrobu šperků nevhodné, jelikož je velmi měkké, a tudíž snadno poškoditelné. Proto se využívají slitiny stříbra nejčastěji s příměsí mědi. Sterlingové stříbro je slitina kovu, která obsahuje 92,5 % stříbra a 7,5 % příměsí. Sterlingové stříbro je označeno puncovní značkou

925. Vypočítejte hmotnost stříbra v 5 g slitině sterlingového stříbra. <sup>14, 15</sup>

Veličiny:  $m_R = 5 \text{ g}$   
 $w_A = 92,5 \% = 0,925$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$   
 $m_A = w_A \cdot m_R = 0,925 \cdot 5 = \mathbf{4,6 \text{ g}}$

Odpověď: V 5 g slitině je obsaženo 4,6 g stříbra.



25) Vypočítejte hmotnost uhličitanu vápenatého v 230 ml vody pro přípravu roztoku uhličitanu vápenatého s hmotnostním zlomkem 0,039. ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Veličiny:  $w_A = 0,039$   
 $V = 230 \text{ ml}$   
 $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $m_r = \rho \cdot V = 1 \cdot 230 = 230 \text{ g}$

$$w_A = \frac{m_A}{m_R} = \frac{m_A}{m_A + m_r}$$

$$w_A \cdot m_A + w_A \cdot m_r = m_A$$

$$m_A = \frac{w_A \cdot m_r}{1 - w_A} = \frac{0,039 \cdot 230}{1 - 0,039} = \mathbf{9,3 \text{ g}}$$

Odpověď: V roztoku je rozpuštěno 9,3 g uhličitanu vápenatého.

26) \*\* Mramor je krystalický vápenec, který vznikl přeměnou horniny (např. vápence) za vysoké teploty a tlaku. Mramor je tvořen z 95 % kalcitem (uhličitan vápenatý) a 5 % příměsí, která často ovlivňuje barvu mramoru. Nejčastěji se využívá na kuchyňské a pracovní desky, obklady či pomníky. Vypočítejte hmotnost uhličitanu vápenatého v 2,5 kg mramoru. <sup>16</sup>

Veličiny:  $m_R = 2,5 \text{ kg} = 2500 \text{ g}$   
 $w_A = 95 \% = 0,95$   
 $m_A = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$

$$m_A = w_A \cdot m_R = 0,95 \cdot 2500 = \mathbf{2375 \text{ g}}$$

Odpověď: Ve 2,5 kg mramoru je 2375 g uhličitanu vápenatého.

27) Vypočítejte hmotnost roztoku chloridu sodného, ve kterém je rozpuštěno 567 g chloridu sodného a hmotnostní zlomek roztoku je 0,6.

Veličiny:  $m_A = 567 \text{ g}$   
 $w_A = 0,6$   
 $m_R = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$   
 $m_R = \frac{m_A}{w_A} = \frac{567}{0,6} = \mathbf{945 \text{ g}}$

Odpověď: Hmotnost roztoku chloridu sodného je 945 g.

28) \*\* Síran barnatý se ve formě 40 % suspenze využívá v lékařství jako kontrastní látka pro rentgenové vyšetření trávicího traktu. Způsobuje na snímcích zastínění kvůli vyšší absorpci RTG záření. Síran barnatý je sice toxický, ale kvůli své nízké rozpustnosti ve vodě se jako kontrastní látka nevstřebává. Vypočítejte hmotnost směsi (suspenze), která byla připravena smícháním 397 g síranu barnatého a vody. <sup>17</sup>

Veličiny:  $m_A = 397 \text{ g}$   
 $w_A = 40 \% = 0,4$   
 $m_R = ? \text{ g}$

Řešení:  $w_A = \frac{m_A}{m_R}$   
 $m_R = \frac{m_A}{w_A} = \frac{397}{0,4} = \mathbf{992,5 \text{ g}}$

Odpověď: Hmotnost suspenze síranu barnatého a vody je 992,5 g.

## Molární koncentrace <sup>1</sup>

Molární koncentrace (látková koncentrace či molarita) je nejčastějším způsobem vyjadřování koncentrace látek v chemii. Molární koncentrace říká, kolik molů látky ( $n$ ) se nachází v určitém objemu roztoku. Základní jednotkou dle SI je  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ , běžně se však využívá jednotka  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

$$c = \frac{n}{V} [\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}]$$

$n$  látkové množství

$c$  molární koncentrace

$V$  objem roztoku

Po dosazení dílčího výpočtu za látkové množství  $n$  do vzorce pro výpočet molární koncentrace dostaneme [45]:

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

$$c = \frac{m}{M \cdot V} [\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}]$$

$m$  hmotnost

$c$  molární koncentrace

$M$  molární hmotnost

$V$  objem roztoku

V praxi se pomocí molární koncentrace vyjadřuje např. koncentrace rozpuštěných látek v krvi, kvalita vody ve vodních nádržích, tvrdost vody (např. pitné).

1) Vypočítejte molární koncentraci roztoku, který obsahuje 2,21 mol jodidu sodného v 4,7 dm<sup>3</sup> roztoku.

Veličiny:  $n = 2,21 \text{ mol}$   
 $V = 4,7 \text{ dm}^3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$   
 $c = \frac{2,21}{4,7} = \mathbf{0,47 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Molární koncentrace roztoku jodidu draselného je 0,47 mol · dm<sup>-3</sup>.

2) \*\* Štítná žláza je endokrinní žláza, jejíž tvorba hormonu je závislá na přívodu jodu potravou nebo vodou. Nedostatek hormonu thyroxinu, jehož koncentrace za normálního stavu v krvi je  $c = 105 \text{ nmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , může způsobit zvětšení štítné žlázy. Vypočítejte látkové množství thyroxinu za normálního stavu rozpuštěného v 3,8 l krve.<sup>18</sup>

Veličiny:  $c = 105 \text{ nmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 105 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 3,8 \text{ dm}^3$   
 $n = ? \text{ mol}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = c \cdot V$   
 $n = 105 \cdot 10^{-9} \cdot 3,8 = \mathbf{3,99 \cdot 10^{-7} \text{ mol}}$

Odpověď: Látkové množství thyroxinu v 3,8 l krve je  $3,99 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$ .

3) Vypočítejte molární koncentraci roztoku, který obsahuje 1,6 mol chloridu sodného v 243 ml roztoku.

Veličiny:  $n = 1,6 \text{ mol}$   
 $V = 243 \text{ ml} = 0,243 \text{ dm}^3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$   
 $c = \frac{1,6}{0,243} = 6,58 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Odpověď: Molární koncentrace roztoku chloridu sodného je  $6,58 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

4) \*\* Trijodthyronin je hormon štítné žlázy, který ovlivňuje termoregulaci, metabolismus, a dokonce i srdeční frekvenci. Normální hladina trijodthyroninu v krvi je přibližně  $1,8 \text{ nmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Vypočítejte látkové množství trijodthyroninu v 3,2 l krve. <sup>18</sup>

Veličiny:  $c = 1,8 \text{ nmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 3,2 \text{ l}$   
 $n = ? \text{ mol}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = c \cdot V$   
 $n = 1,8 \cdot 10^{-9} \cdot 3,2 = 5,8 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$

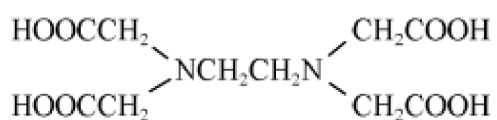
Odpověď: Látkové množství trijodthyroninu v krvi je  $5,8 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$ .

5) Vypočítejte látkové množství disodné soli EDTA v 220 ml roztoku, pokud molární koncentrace roztoku je  $0,198 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c = 0,198 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 220 \text{ ml} = 0,22 \text{ dm}^3$   
 $n = ? \text{ mol}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = c \cdot V$   
 $n = c \cdot V = 0,198 \cdot 0,22 = \mathbf{0,044 \text{ mol}}$

Odpověď: Látkové množství disodné soli EDTA v 220 ml roztoku je 0,044 mol.



6) \*\* EDTA (kyselina ethylendiaminotetraoctová) je organická kyselina, která se využívá v zubním lékařství jako 17% vodný roztok

( $c = 0,617 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) k vysušení kořenových kanálků a zlepšuje adhezi kořenových výplňových materiálů. Vypočítejte látkové množství EDTA ve 100 ml vodného roztoku. <sup>19, 20</sup>

Veličiny:  $c = 0,617 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 100 \text{ ml} = 0,1 \text{ dm}^3$   
 $n = ? \text{ mol}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = c \cdot V$   
 $n = 0,617 \cdot 0,1 = \mathbf{0,06 \text{ mol}}$

Odpověď: Látkové množství EDTA v roztoku je 0,06 mol.

7) Látkové množství hydroxidu sodného v 20 ml vodného roztoku je  $1,4 \cdot 10^{-5}$  mol. Vypočítejte molární koncentraci hydroxidu sodného v roztoku.

Veličiny:  $n = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$   
 $V = 20 \text{ ml} = 0,02 \text{ dm}^3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$   
 $c = \frac{1,4 \cdot 10^{-5}}{0,02} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Odpověď: Molární koncentrace roztoku hydroxidu sodného je  $7 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

8) \*\* Laktát je sůl kyseliny mléčné, která vzniká ve svalech bez dostatečného okysličování. Průměrná koncentrace laktátu v krevním séru je  $1,35 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Ze svalů je laktát transportován krví do jater, kde dochází ke zpětné přeměně na glukózu. Vypočítejte látkové množství laktátu v 5 ml vzorku krevního séra. <sup>18</sup>

Veličiny:  $c = 1,35 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 5 \text{ ml} = 0,005 \text{ dm}^3$   
 $n = ? \text{ mol}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = c \cdot V$   
 $n = 1,35 \cdot 10^{-3} \cdot 0,005 = 6,75 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

Odpověď: Látkové množství laktátu je  $6,75 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ .

9) Ve  $2,5 \text{ dm}^3$  vzorku je rozpuštěno 30 g hořečnatých iontů. Vypočítejte molární koncentraci hořečnatých iontů ( $M = 24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

Veličiny:  $m = 30 \text{ g}$   
 $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = 2,5 \text{ dm}^3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $c = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{30}{24,3 \cdot 2,5} = \mathbf{0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Molární koncentrace hořečnatých iontů je  $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

10) \*\* Mineralizace vody je součet koncentrací rozpuštěných látek, která je uváděna v  $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . V pitné vodě se jedná především o rozpuštěné kationty vápenaté a hořečnaté. Z odebraného vzorku (10 ml) bylo zjištěno, že obsahuje  $4,5 \cdot 10^{-4} \text{ g}$  vápenatých iontů. Vypočítejte molární koncentraci rozpuštěných vápenatých iontů ( $M = 40,18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). <sup>21</sup>[5]

Veličiny:  $m = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ g}$   
 $M(\text{Ca}) = 40,18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = 10 \text{ ml} = 0,01 \text{ dm}^3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $c = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{4,5 \cdot 10^{-4}}{40,18 \cdot 0,01} = \mathbf{1,12 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Molární koncentrace vápenatých iontů ve vzorku je  $1,12 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .



11) Vypočítejte molární koncentraci chloridových aniontů v  $5,7 \text{ dm}^3$  roztoku, v němž bylo rozpuštěno  $220 \text{ g}$  chloridových aniontů ( $M = 35,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

Veličiny:  $m = 220 \text{ g}$   
 $M(\text{Cl}) = 35,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = 5,7 \text{ dm}^3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $c = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{220}{35,45 \cdot 5,7} = 1,09 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Odpověď: Molární koncentrace chloridových aniontů je  $1,09 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

12) \*\* Draselný kation je nezbytný pro správné fungování nervů a svalů, zejména myokardu. Normální hladina iontů draslíku v plazmě je ( $c = 3,8 - 5,1 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ). Vypočítejte molární koncentraci draselných kationtů v  $2,9 \text{ dm}^3$  krevní plazmy, ve které je rozpuštěno  $0,51 \text{ g}$  draselných kationtů ( $M = 39,09 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Odpovídá tato hladina normě? <sup>18</sup>

Veličiny:  $m = 0,51 \text{ g}$   
 $M(\text{K}) = 39,09 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = 2,9 \text{ dm}^3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $c = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0,51}{39,09 \cdot 2,9} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Odpověď: Molární koncentrace draselných kationtů v krevní plazmě je  $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .  
Koncentrace je v normě.

13) V 3 l krevní plazmy je rozpuštěno 12 mg bilirubinu. Vypočítejte molární koncentraci bilirubinu ( $M = 584,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

Veličiny:  $m = 12 \text{ mg} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ g}$   
 $M(\text{bilirubin}) = 584,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = 3 \text{ l}$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $c = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{12 \cdot 10^{-3}}{584,7 \cdot 3} = \mathbf{6,8 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Molární koncentrace bilirubinu je  $6,8 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

14) \*\* Bilirubin je žlučové barvivo nacházející se v krevní plazmě v koncentraci  $3,3\text{-}18 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  a není rozpustný ve vodě. V plazmě se váže na albumin a je vychytáván játry. Vzniká jako výsledný produkt při rozpadu hemu. Odběrem bylo zjištěno, že v 2,8 l plazmy je rozpuštěno 30 mg bilirubinu. Vypočítejte molární koncentraci bilirubinu ( $M = 584,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) v krevní plazmě. <sup>18</sup>

Veličiny:  $m = 30 \text{ mg} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ g}$   
 $M(\text{bilirubin}) = 584,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = 2,8 \text{ l}$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $c = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0,03}{584,7 \cdot 2,8} = \mathbf{1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Molární koncentrace bilirubinu v plazmě je  $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

15) Vypočítejte molární koncentraci amonných kationtů ( $M = 18,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) rozpuštěných v roztoku, je-li v 20 ml tohoto roztoku rozpuštěno 450 mg amonných kationtů?

Veličiny:  $m = 450 \text{ mg} = 450 \cdot 10^{-3} \text{ g}$   
 $M(\text{NH}_4^+) = 18,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = 20 \text{ ml} = 0,02 \text{ dm}^3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $c = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0,450}{18,04 \cdot 0,02} = \mathbf{1,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Molární koncentrace amonných kationtů je  $1,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

16) \*\* Čerstvá moč je čirá zlatožlutá kapalina se specifickým zápachem. Vyšetření moči (10 ml vzorek) patří k základním biochemickým postupům, které lze rychle provádět díky diagnostickým proužkům. Vypočítejte molární koncentraci močoviny ( $M = 60,06 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) ve vzorku moči, ve kterém je rozpuštěno 160 mg močoviny. <sup>18</sup>

Veličiny:  $m = 160 \text{ mg} = 160 \cdot 10^{-3} \text{ g}$   
 $M(\text{močovina}) = 60,06 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = 10 \text{ ml} = 0,01 \text{ dm}^3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $c = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0,16}{60,06 \cdot 0,01} = \mathbf{0,27 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Molární koncentrace močoviny ve vzorku moči je  $0,27 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

17) Kolik g hořečnatých iontů ( $M = 24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) je rozpuštěno v 15 ml roztoku, je-li jejich koncentrace  $1,75 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c = 1,75 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 1,75 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 15 \text{ ml} = 0,015 \text{ dm}^3$   
 $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 1,75 \cdot 10^{-3} \cdot 24,3 \cdot 0,015 = 6,4 \cdot 10^{-4} \text{ g}$

Odpověď: V roztoku je rozpuštěno  $6,4 \cdot 10^{-4} \text{ g}$  hořečnatých iontů.

18) \*\* Roztok vápenatých kationtů, jehož koncentrace je  $2,75 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , způsobuje tvrdost vody. Tvrdost vody způsobují i další rozpuštěné kationty kovů alkalických zemin. Mimo tvorby vodního kamene mohou také ovlivňovat chuťové vlastnosti pitné vody. Vypočítejte, kolik g vápenatých kationtů ( $M = 40,18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) je rozpuštěno v 5 ml roztoku. <sup>22</sup>

Veličiny:  $c = 2,75 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 5 \text{ ml} = 0,005 \text{ dm}^3$   
 $M(\text{Ca}) = 40,18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 2,75 \cdot 10^{-3} \cdot 40,18 \cdot 0,005 = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ g}$

Odpověď: Ve vzorku bylo zjištěno  $5,5 \cdot 10^{-4} \text{ g}$  vápenatých iontů.

19) Kolik g glukózy ( $M = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) obsahuje 50 ml jejího  $3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  roztoku?

Veličiny:  $c = 3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 50 \text{ ml} = 0,05 \text{ dm}^3$   
 $M(\text{glukóza}) = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 3 \cdot 180,2 \cdot 0,05 = \mathbf{27 \text{ g}}$

Odpověď: V roztoku je rozpuštěno 27 g glukózy.

20) \*\* Glykémie je koncentrace glukózy v krvi (v krvi zdravého muže  $c = 4,0 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ). Je dána dynamickou rovnovahou mezi přívodem glukózy z trávicího traktu a jater a jejím spotřebováním na jedné straně a vychytáváním játry na druhé straně. Vypočítejte množství glukózy rozpuštěné v 4,5 l krve.  $M(\text{glukóza}) = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .<sup>18</sup>

Veličiny:  $c = 4 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 4,5 \text{ l}$   
 $M(\text{glukóza}) = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 180,2 \cdot 4,5 = \mathbf{3,2 \text{ g}}$

Odpověď: V 4,5 l krve je rozpuštěno 3,2 g glukózy.

21) Kolik g glukózy obsahuje 1,5 dm<sup>3</sup> roztoku o koncentraci 5 mmol · dm<sup>-3</sup>?  
 $M(\text{glukóza}) = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Veličiny:  $c = 5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 1,5 \text{ dm}^3$   
 $M(\text{glukóza}) = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 180,2 \cdot 1,5 = \mathbf{1,4 \text{ g}}$

Odpověď: Roztok obsahuje 1,4 g glukózy.

22) \*\* Koncentrace glukózy v krvi je označována jako *glykémie* a její fyziologické rozmezí je 3,9 - 5,6 mmol · dm<sup>-3</sup>. V krvi muže byla zjištěna nižší koncentrace glukózy  $c = 2,6 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Tento stav je označován jako *hypoglykémie*. Vypočítejte množství glukózy ( $M = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) rozpuštěné v 4,2 l krve. <sup>18</sup>

Veličiny:  $c = 2,6 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 4,2 \text{ l}$   
 $M(\text{glukóza}) = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 2,6 \cdot 10^{-3} \cdot 180,2 \cdot 4,2 = \mathbf{2 \text{ g}}$

Odpověď: V 4,2 l krve je rozpuštěno 2 g glukózy.

23) Vypočítejte, kolik g chloridových aniontů ( $M = 35,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) je rozpuštěno v 900 ml roztoku, jehož koncentrace je  $19 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c = 19 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 19 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 900 \text{ ml} = 0,9 \text{ dm}^3$   
 $M(\text{Cl}) = 35,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 19 \cdot 10^{-3} \cdot 35,45 \cdot 0,9 = \mathbf{0,6 \text{ g}}$

Odpověď: V roztoku je rozpuštěno 0,6 g chloridových aniontů.

24) \*\* Sodný kation je nezbytný pro udržování stálého osmotického tlaku, stálého objemu a pH extracelulární tekutiny. Průměrná koncentrace sodného kationtu je  $c = 132 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Hladinu sodného kationu zvyšuje hormon aldosteron a kortizol. Vypočítejte, kolik gramů sodných kationtů ( $M = 22,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) je rozpuštěno ve 3 l krevní plazmy.<sup>18</sup>

Veličiny:  $c = 132 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 132 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 3 \text{ l}$   
 $M(\text{Na}) = 22,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 132 \cdot 10^{-3} \cdot 22,9 \cdot 3 = \mathbf{9,1 \text{ g}}$

Odpověď: Ve 3 l krevní plazmy je rozpuštěno 9,1 g sodných kationtů.

25) Vypočítejte, kolik gramů sodných kationtů ( $M = 22,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) je rozpuštěno v 700 l roztoku o koncentraci  $142 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c = 142 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 142 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 700 \text{ ml} = 0,7 \text{ dm}^3$   
 $M(\text{Na}) = 22,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 142 \cdot 10^{-3} \cdot 22,9 \cdot 0,7 = \mathbf{2,3 \text{ g}}$

Odpověď: V roztoku je rozpuštěno 2,3 g sodných kationtů.

26) \*\* Pot je produktem potních žláz, jde o primární tekutinu obdobnou krevní plazmě. Prochází-li primární tekutina potní žlázou pomalu, většina sodných kationtů a chloridových aniontů je resorbována a výsledná koncentrace je  $5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Vypočítejte, kolik g draselných a chloridových iontů bude rozpuštěno v potu, vyprodukuje-li adaptovaný organismus 1,5 l potu za den ( $M(\text{Na}) = 22,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $M(\text{Cl}) = 35,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).<sup>18</sup>

Veličiny:  $c = 5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 1,5 \text{ l}$   
 $M(\text{Na}) = 22,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{Cl}) = 35,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 5 \cdot 10^{-3} \cdot (22,9 + 35,45) \cdot 1,5 = \mathbf{0,44 \text{ g}}$

Odpověď: V 1,5 l potu je rozpuštěno 0,44 g draselných a chloridových iontů.



27) Vypočítejte hmotnost rozpuštěného chloridu sodného ( $M = 58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) v 40 ml roztoku s molární koncentrací  $2,16 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c = 2,16 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 40 \text{ ml} = 0,04 \text{ dm}^3$   
 $M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 2,16 \cdot 58,44 \cdot 0,04 = \mathbf{5 \text{ g}}$

Odpověď: V roztoku je rozpuštěno 5 g chloridu sodného.

28) \*\* Cholesterol ( $M = 386,65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) je důležitá látka v krvi. Jeho optimální hodnota je  $5,2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Je stavebním prvkem buněčných membrán, a pokud dojde ke zvýšení hladiny cholesterolu v krvi, dojde ke ztrátě pružnosti cév (tzv. arteroskleróza). Arterosklerózu může urychlit obezita, špatná životospráva, stres a nedostatek pohybu. Vypočítejte hmotnost cholesterolu ve vzorku (10 ml) krve, jehož molární koncentrace má optimální hodnotu. <sup>18</sup>

Veličiny:  $c = 5,2 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 10 \text{ ml} = 0,01 \text{ dm}^3$   
 $M(\text{cholesterol}) = 386,65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $c = \frac{m}{M \cdot V}$   
 $m = c \cdot M \cdot V = 5,2 \cdot 10^{-3} \cdot 386,65 \cdot 0,01 = \mathbf{0,020 \text{ g} = 20 \text{ mg}}$

Odpověď: Hmotnost cholesterolu v 10 ml krve při optimální koncentraci je 20 mg.

29) Vypočítejte, v jakém objemu roztoku je rozpuštěno 33 mg hydrogenuhličitanu, je-li koncentrace roztoku hydrogenuhličitanu  $21 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$  ( $M = 61,02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

Veličiny:  $m = 33 \text{ mg} = 33 \cdot 10^{-3} \text{ g}$   
 $c = 21 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 21 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $M(\text{HCO}_3^-) = 61,02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = ? \text{ dm}^3$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $V = \frac{m}{M \cdot c}$   
 $V = \frac{m}{M \cdot c} = \frac{33 \cdot 10^{-3}}{61,02 \cdot 21 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{0,0258 \text{ l} = 25,8 \text{ ml}}$

Odpověď: Objem roztoku o dané koncentraci je 25,8 ml.

30) \*\* Bikarbonát ( $\text{HCO}_3^-$ ) je důležitou součástí acidobazické rovnováhy udržující pH krve a organismu. Průměrná koncentrace bikarbonátu v krvi je  $29,5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Porucha této rovnováhy může způsobit acidózu nebo alkalózu. Kolik ml krve je odebráno na krevní rozbor, je-li ve vzorku krve rozpuštěno 9,5 mg bikarbonátu ( $M = 61,02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )? <sup>18</sup>

Veličiny:  $m = 9,5 \text{ mg} = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ g}$   
 $c = 29,5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 29,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $M(\text{HCO}_3^-) = 61,02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = ? \text{ dm}^3$

Řešení:  $c = \frac{n}{V}$        $n = \frac{m}{M}$        $V = \frac{m}{M \cdot c}$   
 $V = \frac{m}{M \cdot c} = \frac{9,5 \cdot 10^{-3}}{61,02 \cdot 29 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{0,005 \text{ l} = 5 \text{ ml}}$

Odpověď: Na krevní rozbor je odebráno 5 ml krve.

31) V 945 ml roztoku je rozpuštěno 55 ml 22% roztoku amoniaku. Vypočítejte molární koncentraci amoniaku v roztoku ( $\rho = 0,916 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $M = 17,03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

Veličiny:  $V = 945 \text{ ml} = 0,945 \text{ dm}^3$   
 $V_{\text{NH}_3} = 55 \text{ ml}$   
 $\rho_{\text{NH}_3} = 0,916 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $M(\text{NH}_3) = 17,03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $m = \rho_{\text{NH}_3} \cdot V_{\text{NH}_3} = 0,916 \cdot 55 = 50,38 \text{ g}$

$$50,38 \text{ g} \dots\dots\dots 22 \% \text{ NH}_3$$
$$m_{100\%} \text{ g} \dots\dots\dots 100 \% \text{ NH}_3$$
$$m_{100\%} = \frac{50,38 \cdot 22}{100} = 11,08$$

$$c = \frac{n}{V} \quad n = \frac{m}{M} \quad c = \frac{m}{M \cdot V}$$
$$c = \frac{m_{100\%}}{M \cdot V} = \frac{11,08}{17,03 \cdot 0,945} = \mathbf{0,69 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

Odpověď: Molární koncentrace roztoku amoniaku je  $0,69 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

32) \*\* Amoniak je toxický, štiplavý plyn, dá se také využít jako čistící přípravek pro trouby a grily k odstranění nečistot. V drogerii lze zakoupit 24% čpavkovou vodu. Vypočítejte molární koncentraci 210 ml amoniaku ( $\rho = 0,75 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $M = 17,03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) v 900 ml čpavkové vody. <sup>23, 24</sup>

Veličiny:  $V = 900 \text{ ml} = 0,9 \text{ dm}^3$   
 $V_{\text{NH}_3} = 210 \text{ ml}$   
 $\rho_{\text{NH}_3} = 0,750 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $M(\text{NH}_3) = 17,03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $m = \rho_{\text{NH}_3} \cdot V_{\text{NH}_3} = 0,750 \cdot 210 = 157,5 \text{ g}$

$$c = \frac{n}{V} \quad n = \frac{m}{M} \quad c = \frac{m}{M \cdot V}$$
$$c = \frac{m_{100\%}}{M \cdot V} = \frac{157,5}{17,03 \cdot 0,900} = \mathbf{10,3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

Odpověď: Molární koncentrace amoniaku v 900 ml čpavkové vody je  $10,3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

## Hmotnostní koncentrace <sup>25</sup>

Hmotnostní koncentrace látky A v roztoku je dána podílem hmotnosti látky A a celkového objemu roztoku. Základní jednotkou hmotnostní koncentrace je  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Běžně užívanou jednotkou je  $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  ( $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ).  $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 10^3 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

$$c_m = \frac{m_A}{V} [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

$m_A$  hmotnost látky A

$c_m$  hmotnostní koncentrace

$V$  objem roztoku

Koncentrace znečišťujících látek v ovzduší (např.  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ), doporučené koncentrace látek v pitné vodě (v  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ).

1) Vypočítejte hmotnost bílkovin v 3 l krevní plazmě, je-li hmotnostní koncentrace  $70 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c_m = 70 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$V = 3 \text{ l}$$

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

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$

$$m = c_m \cdot V = 70 \cdot 3 = \mathbf{210 \text{ g}}$$

Odpověď: Hmotnost bílkovin ve 3 l krevní plazmy je 210 g.

2) \*\* V krevní plazmě tvoří bílkoviny největší podíl, tvoří se většinou v játrech nebo v případě imunoglobulinů v B-lymfocytech. Hmotnostní koncentrace bílkovin je  $65 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Mezi jejich funkce patří udržování osmotického tlaku v plazmě, transport pro organismus významných látek (minerály, hormony, vitaminy), udržování pH plazmy či obrana organismu před infekcí (imunoglobuliny). Vypočítejte hmotnost bílkovin přítomných v 2,5 l krevní plazmy. <sup>18</sup>

Veličiny:  $c_m = 65 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$V = 2,5 \text{ l}$$

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

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$

$$m = c_m \cdot V = 65 \cdot 2,5 = \mathbf{162,5 \text{ g}}$$

Odpověď: Hmotnost bílkovin ve 2,5 l krevní plazmy je 162,5 g.

3) V 2,6 l krevní plazmy je rozpuštěno 88 g albuminu. Vypočítejte hmotnostní koncentraci albuminu v krevní plazmě.

Veličiny:  $V = 2,6 \text{ l}$   
 $m = 88 \text{ g}$   
 $c_m = ? \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $c_m = \frac{88}{2,6} = \mathbf{33,9 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Hmotnostní koncentrace albuminu je  $33,9 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

4) \*\* Albumin je plazmatická bílkovina, která vzniká v játrech a je závislá na příjmu aminokyselin. Průměrná hmotnostní koncentrace albuminu je  $42 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Důležitou funkcí albuminu je uplatnění onkotického tlaku na kapilární membránu a slouží jako rezervní bílkovina pro organismus. Vypočítejte hmotnost albuminu v 3,7 l krevní plazmě. <sup>18</sup>

Veličiny:  $c_m = 42 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 3,7 \text{ l}$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 42 \cdot 3,7 = \mathbf{155,4 \text{ g}}$

Odpověď: Ve 3,7 l krevní plazmy je 155,4 g albuminu.

5) Vypočítejte hmotnostní koncentraci roztoku chloridu sodného, je-li v  $3,3 \text{ dm}^3$  vodného roztoku rozpuštěno 13 g chloridu sodného.

Veličiny:  $V = 3,3 \text{ dm}^3$   
 $m = 13 \text{ g}$   
 $c_m = ? \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $c_m = \frac{13}{3,3} = \mathbf{3,9 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Hmotnostní koncentrace roztoku chloridu sodného je  $3,9 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

6) \*\* Fibrinogen patří k plazmatickým proteinům, který vzniká v játrech. Průměrná hmotnostní koncentrace fibrinogenu v krevní plazmě je  $4,0 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Významně se podílí na srážlivosti krve, kdy je štěpen trombinem na fibrin, který je závěrečným produktem srážlivosti krve. Ke zvýšení koncentrace fibrinogenu dochází při zánětlivých onemocněních, diabetu, obezitě nebo v těhotenství. Vypočítejte hmotnost fibrinogenu v 2200 ml krevní plazmě. <sup>18</sup>

Veličiny:  $c_m = 4 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 2200 \text{ ml} = 2,2 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 4 \cdot 2,2 = \mathbf{8,8 \text{ g}}$

Odpověď: Hmotnost fibrinogenu v 2200 ml krevní plazmy je 8,8 g.



7) Vypočítejte hmotnostní koncentraci roztoku, je-li v 3120 ml roztoku rozpuštěno 46 g hydroxidu sodného.

Veličiny:  $V = 3120 \text{ ml} = 3,12 \text{ dm}^3$

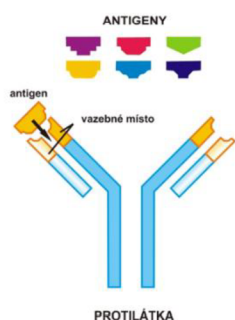
$$m = 46 \text{ g}$$

$$c_m = ? \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$

$$c_m = \frac{46}{3,12} = \mathbf{14,7 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

Odpověď: Hmotnostní koncentrace roztoku je  $14,7 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .



8) \*\* Imunoglobuliny jsou protilátky, které jsou součástí imunitního systému a jsou syntetizovány v B-lymfocytech a jejich průměrná hmotnostní koncentrace je  $15,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Rozlišujeme 5 tříd imunoglobulinu, kdy IgG je nejvýznamnější třídou. Je to jediná třída, která je schopna procházet placentou, a proto novorozenci mají stejné hodnoty jako dospělí. Vypočítejte hmotnost imunoglobulinu v 3760 ml

krvni plazmy. <sup>18, 26</sup>

Veličiny:  $c_m = 15,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$V = 3760 \text{ ml} = 3,76 \text{ dm}^3$$

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

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$

$$m = c_m \cdot V = 15,5 \cdot 3,76 = \mathbf{58,3 \text{ g}}$$

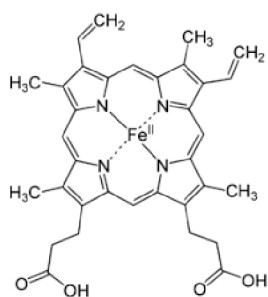
Odpověď: Hmotnost imunoglobulinu v 3760 ml krevni plazmy je 58,3 g.

9) Vypočítejte hmotnost chloridu vápenatého v  $5580 \text{ cm}^3$  jeho vodného roztoku o hmotnostní koncentraci  $152 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c_m = 152 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 5580 \text{ cm}^3 = 5,58 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 152 \cdot 5,58 = \mathbf{848,2 \text{ g}}$

Odpověď: Hmotnost chloridu vápenatého je  $848,2 \text{ g}$ .



10) \*\* Nejdůležitější složkou červených krvinek je hemoglobin, který díky své struktuře má schopnost vázat a uvolňovat kyslík. Hemoglobin se skládá ze čtyř podjednotek, každá je tvořena bílkovinnou částí *globinem* a nebílkovinnou částí *hemem* (tetrapyrolový kruh s centrálním atomem  $\text{Fe}^{2+}$ ). Průměrná hmotnostní koncentrace hemoglobinu u ženy je  $139 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Vypočítejte, kolik hemoglobinu je v  $4380 \text{ ml}$  krve ženy.

18, 27

Veličiny:  $c_m = 139 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 4380 \text{ ml} = 4,38 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 139 \cdot 4,38 = \mathbf{608,8 \text{ g}}$

Odpověď: Hmotnost hemoglobinu v  $4380 \text{ ml}$  krve ženy je  $608,8 \text{ g}$ .

11) Vypočítejte hmotnost jodidu draselného, který je obsažen ve 30 ml roztoku o hmotnostní koncentraci je  $100 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c_m = 100 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 30 \text{ ml} = 0,03 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 100 \cdot 0,03 = \mathbf{3 \text{ g}}$

Odpověď: Hmotnost jodidu draselného ve 30 ml roztoku je 3 g.



12) \*\* Jodovaný povidon je komplex jodu a polyvinylpyrrolidonu. Je to látka využívaná k ošetření ran a léčbě kožních infekcí. Hmotnostní koncentrace jodpovidonu v roztoku je  $100 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Má baktericidní účinky a je účinný proti kvasinkám, plísním, houbám, virům. Výhodou je, že při opakovaném používání roztoku nevzniká bakteriální rezistence. Vypočítejte hmotnost jodpovidonu v 120 ml roztoku.<sup>28, 29</sup>

Veličiny:  $c_m = 100 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 120 \text{ ml} = 0,12 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 100 \cdot 0,12 = \mathbf{12 \text{ g}}$

Odpověď: Hmotnost jodpovidonu ve 120 ml roztoku je 12 g.

13) V 21 ml roztoku je obsaženo 231 mg hořčíku. Vypočítejte hmotnostní koncentraci hořečnatých iontů v roztoku.

Veličiny:  $V = 21 \text{ ml} = 0,021 \text{ dm}^3$   
 $m = 231 \text{ mg} = 0,231 \text{ g}$   
 $c_m = ? \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $c_m = \frac{0,231}{0,021} = \mathbf{11 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Hmotnostní koncentrace roztoku je  $11 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

14) \*\* Nejvyšší mezní hodnota (NMH) je ukazatel, v důsledku jejíhož překročení je vyloučeno použití vody jako pitné, a to podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. stanovující požadavky a limity pro pitnou vodu. NMH pro dusičnany je  $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Vypočítejte hmotnostní koncentraci dusičnanů ve vzorku a určete, zda  $364 \text{ } \mu\text{g}$  dusičnanů přítomných v  $0,013 \text{ dm}^3$  vzorku, splňuje požadavky pro pitnou vodu. <sup>30</sup>

Veličiny:  $V = 0,013 \text{ dm}^3$   
 $m = 364 \text{ } \mu\text{g} = 364 \cdot 10^{-6} \text{ g}$   
 $c_m = ? \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $c_m = \frac{364 \cdot 10^{-6}}{0,013} = 0,028 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3} = \mathbf{28 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Hmotnostní koncentrace dusičnanů ve vzorku je  $28 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Voda splňuje požadavky pro pitnou vodu.

15) Vypočítejte hmotnost hydrogenuhličitanu sodného, který je obsažený v  $10 \text{ cm}^3$  roztoku, jehož hmotnostní koncentrace je  $0,15 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c_m = 0,15 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,15 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$V = 10 \text{ cm}^3 = 0,01 \text{ dm}^3$$

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

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$

$$m = c_m \cdot V = 0,15 \cdot 10^{-3} \cdot 0,010 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ g} = \mathbf{1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mg}}$$

Odpověď: V  $10 \text{ cm}^3$  roztoku je obsaženo  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mg}$  hydrogenuhličitanu sodného.

16) \*\* Nadměrné využívání minerálních hnojiv způsobuje nepřírozenou eutrofizaci a v zemědělských oblastech se tak hmotnostní koncentrace fosforu ( $0,05 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) dostává za limit pro enviromentální kvalitu. Fosfáty z hnojiv se dostávají do vodních toků, kde dochází k přemnožení sinic, jejich odumření se projeví nedostatkem kyslíku ve vodě a tím pádem dochází k úhynu ryb. Vypočítejte hmotnost fosforu v  $15 \text{ cm}^3$  vzorku, aby splňoval limit pro enviromentální kvalitu.<sup>30</sup>

Veličiny:  $c_m = 0,05 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,05 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$V = 15 \text{ cm}^3 = 0,015 \text{ dm}^3$$

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

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$

$$m = c_m \cdot V = 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 0,015 = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ g} = \mathbf{7,5 \cdot 10^{-4} \text{ mg}}$$

Odpověď: V  $15 \text{ cm}^3$  vzorku může být obsaženo maximálně  $7,5 \cdot 10^{-4} \text{ mg}$  fosforu, aby splňoval enviromentální kvalitu.

17) Vypočítejte hmotnost chloridu vápenatého v 15 ml roztoku, jehož hmotnostní koncentrace je  $80 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c_m = 80 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 15 \text{ ml} = 0,015 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 80 \cdot 0,015 = \mathbf{1,2 \text{ g}}$

Odpověď: Hmotnost chloridu vápenatého v 15 ml vzorku je 1,2 g.

18) \*\* Floém představuje základní dráhu transportu asimilátu u cévnatých rostlin. V sítkovicích krytosemenných rostlin probíhá transport asimilátů z listů (zejména sacharózy) do ostatních orgánů rostliny, kde neprobíhá fotosyntéza. Jde o tzv. asimilační transport. Hmotnostní koncentrace sacharidů ve floémové šťávě je  $106 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Vypočítejte hmotnost sacharidů v 60 ml šťávy. <sup>31</sup>

Veličiny:  $c_m = 106 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 60 \text{ ml} = 0,060 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 106 \cdot 0,060 = \mathbf{6,36 \text{ g}}$

Odpověď: 60 ml šťávy obsahuje 6,36 g sacharidů.

19) Vypočítejte hmotnost hydroxidu sodného v  $2,2 \text{ dm}^3$  roztoku, jehož hmotnostní koncentrace je  $49 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c_m = 49 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 2,2 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 49 \cdot 2,2 = \mathbf{107,8 \text{ g}}$

Odpověď: Hmotnost hydroxidu sodného v  $2,2 \text{ dm}^3$  roztoku je  $107,8 \text{ g}$ .

20) \*\* Floém je lýková část cévních svazků rostlin. Oproti xylému (dřevní část) rozvádí floém zejména energeticky bohaté látky (sacharidy), které vznikly během fotosyntézy. Čeď tykvovité (*Cucurbitaceae*) je jedna z výjimek, protože jejich floémová šťáva obsahuje především bílkoviny, jejichž průměrná hmotnostní koncentrace je  $94 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Vypočítejte hmotnost bílkovin v  $50 \text{ cm}^3$  šťávy. <sup>31</sup>

Veličiny:  $c_m = 94 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 50 \text{ cm}^3 = 0,050 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 94 \cdot 0,050 = \mathbf{4,7 \text{ g}}$

Odpověď:  $50 \text{ ml}$  šťávy obsahuje  $4,7 \text{ g}$  bílkovin.

21) Vypočítejte hmotnostní koncentraci kyseliny chlorné, je-li v  $2,5 \text{ dm}^3$  roztoku rozpuštěno  $0,43 \text{ g}$  kyseliny.

Veličiny:  $V = 2,5 \text{ dm}^3$   
 $m = 0,43 \text{ g}$   
 $c_m = ? \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $c_m = \frac{0,43}{2,5} = \mathbf{0,172 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Hmotnostní koncentrace kyseliny chlorné je  $0,172 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

22) \*\* Kyselina chlorná se v praxi používá jako dezinfekční přípravek. Aby zneškodnila mikroorganismy, musí splňovat tzv. *minimální baktericidní koncentraci*. MBC je nejnižší koncentrace chemické látky potřebná k usmrcení mikroorganismů, např. pro *Escherichia coli* je hmotnostní koncentrace kyseliny chlorné  $0,7 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Vypočítejte hmotnost kyseliny chlorné v  $0,5 \text{ dm}^3$  vzorku. <sup>32</sup>

Veličiny:  $c_m = 0,7 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 0,5 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 0,7 \cdot 0,5 = 0,35 \cdot 10^{-3} \text{ g} = \mathbf{0,35 \text{ mg}}$

Odpověď: V  $0,5 \text{ dm}^3$  vzorku je  $0,35 \text{ mg}$  kyseliny chlorné.



23) Vypočítejte hmotnost glukózy v 170 ml roztoku, jehož hmotnostní koncentrace glukózy je  $11 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c_m = 11 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 170 \text{ ml} = 0,17 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 11 \cdot 0,17 = \mathbf{1,87 \text{ g}}$

Odpověď: V 170 ml roztoku je 1,87 g glukózy.

24) \*\* Coca-cola je sladký nealkoholický nápoj obsahující kofein. Obsah cukrů ve 330 ml nápoje je 37 g, což řadí Coca-colu k nejsladším syceným nápojům. Vypočítejte hmotnostní koncentraci cukrů v Coca-cole. <sup>33</sup>

Veličiny:  $V = 330 \text{ ml} = 0,33 \text{ dm}^3$   
 $m = 37 \text{ g}$   
 $c_m = ? \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $c_m = \frac{37}{0,33} = \mathbf{112 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Hmotnostní koncentrace cukrů v Coca-Cole je  $112 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

25) Vypočítejte, kolik gramů chloridu sodného je rozpuštěno ve 135 ml vody, je-li hmotnostní koncentrace chloridu sodného  $22 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c_m = 22 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 135 \text{ ml} = 0,135 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 22 \cdot 0,135 = \mathbf{2,97 \text{ g}}$

Odpověď: Ve 135 ml vody je 2,97 g chloridu sodného.

26) \*\* Při nachlazení a rýmě je vhodné použít hypertonický nosní roztok, který obsahuje  $22 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  chloridu sodného. Hypertonický roztok obsahuje vyšší koncentraci chloridu sodného než buňky lidského těla, a proto při kontaktu nosního spreje se sliznicí nosu dochází k osmóze. Vstříknutý roztok začíná vytahovat vodu ze zduřelé nosní sliznice, a tím dochází k úlevě od ucpaného nosu. Vypočítejte, kolik g chloridu sodného je v 60 ml nosního roztoku. <sup>34</sup>

Veličiny:  $c_m = 22 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $V = 60 \text{ ml} = 0,060 \text{ dm}^3$   
 $m = ? \text{ g}$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$   
 $m = c_m \cdot V = 22 \cdot 0,06 = \mathbf{1,32 \text{ g}}$

Odpověď: V 60 ml nosního roztoku je 1,32 g chloridu sodného.

27) Vypočítejte hmotnostní koncentraci síranu draselného, je-li v 400 ml vody rozpuštěno 34 g síranu draselného.

Veličiny:  $V = 400 \text{ ml} = 0,4 \text{ dm}^3$

$$m = 34 \text{ g}$$

$$c_m = ? \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$

$$c_m = \frac{34}{0,4} = \mathbf{85 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

Odpověď: Hmotnostní koncentrace síranu draselného je  $85 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

28) \*\* Síran barnatý se v lékařství využívá jako radiokontrastní látka pro rentgenové vyšetření trávicího traktu. Síran barnatý se podává jako suspenze s hmotnostní koncentrací  $50 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Ačkoli baryum patří mezi těžké kovy a jeho sloučeniny rozpustné ve vodě jsou toxické, pacient nevstřebá škodlivé množství kovu díky nízké rozpustnosti síranu barnatého ve vodě. Vypočítejte hmotnost síranu barnatého v 700 ml suspenze. <sup>35</sup>

Veličiny:  $c_m = 50 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$V = 700 \text{ ml} = 0,70 \text{ dm}^3$$

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

Řešení:  $c_m = \frac{m}{V}$

$$m = c_m \cdot V = 50 \cdot 0,7 = \mathbf{35 \text{ g}}$$

Odpověď: V 700 ml suspenze je 35 g síranu barnatého.

## Ředění roztoků <sup>25</sup>

V průběhu laboratorních cvičení je potřeba připravit roztok o určité koncentraci z roztoku o jiné koncentraci. K výpočtu spojených s ředěním roztoků se často využívá směšovací rovnice vyjádřená pomocí hmotnostních zlomků:

$$w_1 m_1 + w_2 m_2 + \dots + w_z m_z = (m_1 + m_2 + \dots + m_z) \cdot w$$

$w_1, w_2, \dots, w_z$	hmotnostní zlomky rozpuštěné látky v jednotlivých složkách
$m_1, m_2, \dots, m_z$	hmotnosti jednotlivých složek, ze kterých roztok připravujeme
$w$	hmotnostní zlomek rozpuštěné látky ve výsledném roztoku (směsi)

Ředíme-li roztok vodou, je hmotnostní zlomek této složky (vody) roven nule. Naopak, přidáváme-li čistou (bezvodou) látku, je hmotnostní zlomek této látky roven jedné.

Pokud je směs připravována ze dvou složek, u nichž známe jejich látkové množství, pak platí vztah:

$$n_1 + n_2 = n_3$$

Pro výpočet lze využít směšovací rovnici s látkovými koncentracemi ve tvaru:

$$c_1 V_1 + c_2 V_2 = (V_1 + V_2) \cdot c$$

$n_1, n_2$	látkové množství jednotlivých složek
$n_3$	látkové množství výsledného roztoku (směsi)
$c_1, c_2$	molární koncentrace jednotlivých složek
$c_3$	výsledná koncentrace výsledného roztoku
$V_1, V_2$	objemy jednotlivých složek
$V_3$	výsledný objem připravovaného roztoku

1) Jaký bude výsledný hmotnostní zlomek roztoku, který vznikl smísením 15,5 g 38% roztoku formaldehydu s 64,5 ml vody ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ).

Veličiny:  $w_1 = 0,38$      $m_1 = 15,5 \text{ g}$   
 $w_2 = 0$      $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_2 = 64,5 \text{ ml}$   
 $w_3 = ?$

Řešení:  $m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 64,5 = 64,5 \text{ g}$

$$m_3 = m_1 + m_2$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$w_3 = \frac{w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,38 \cdot 15,5 + 0 \cdot 64,5}{15,5 + 64,5} = \mathbf{0,074} \cong \mathbf{7,4 \%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek výsledného roztoku formaldehydu je 0,074.

2) \*\* Formaldehyd je klasifikován jako karcinogen 1 skupiny (karcinogen pro člověka). Formaldehyd je obsažen v lepidlech, mořidlech na dřevo, ale i v oblečení nebo čisticích prostředcích. K dezinfekci se využívá 3 - 5 % roztok formaldehydu. Jaký bude výsledný hmotnostní zlomek roztoku, který vznikl smísením 22 g 4% roztoku formaldehydu s 78 ml vody ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ).<sup>36</sup>

Veličiny:  $w_1 = 0,04$      $m_1 = 22 \text{ g}$   
 $w_2 = 0$      $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_2 = 78 \text{ ml}$   
 $w_3 = ?$

Řešení:  $m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 78 = 78 \text{ g}$

$$m_3 = m_1 + m_2$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$w_3 = \frac{w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,04 \cdot 22 + 0 \cdot 78}{22 + 78} = \mathbf{8,8 \cdot 10^{-3}} \cong \mathbf{0,88 \%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku formaldehydu je  $8,8 \cdot 10^{-3}$ .

3) Smícháním 15 g roztoku kyseliny borité s 30 ml vody ( $\rho_{\text{voda}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) vznikl 3% roztok. Vypočítejte hmotnostní zlomek původního roztoku kyseliny borité?

Veličiny:  $w_1 = ?$        $m_1 = 15 \text{ g}$   
 $w_2 = 0$        $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$        $V_2 = 30 \text{ ml}$   
 $w_3 = 0,03$

Řešení:  $m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 30 = 30 \text{ g}$

$$m_3 = m_1 + m_2$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$w_1 = \frac{(m_1 + m_2) \cdot w_3 - w_2 \cdot m_2}{m_1} = \frac{(15 + 30) \cdot 0,03 - 0 \cdot 30}{15} = \mathbf{0,09} \cong \mathbf{9\%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek původního roztoku kyseliny borité je 0,09.

4) \*\* Kyselina boritá se využívá jako insekticid proti běžným škůdcům, např. mravenci. Doporučenou směsí je poměr 3 dl vody, 100 g cukru, který působí jako atraktant pro mravence a přibližně 25 g kyseliny borité. Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku obsahující kyselinu boritou (pozn.: voda, kyselina boritá, bez cukru), který vznikne smícháním 300 ml vody ( $\rho_{\text{voda}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a 25 g 99% kyseliny borité.<sup>37</sup>

Veličiny:  $w_1 = 0,99$        $m_1 = 25 \text{ g}$   
 $w_2 = 0$        $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$        $V_2 = 300 \text{ ml}$   
 $w_3 = ?$

Řešení:  $m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 300 = 300 \text{ g}$

$$m_3 = m_1 + m_2$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$w_3 = \frac{w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,99 \cdot 25 + 0 \cdot 300}{25 + 300} = \mathbf{0,076} \cong \mathbf{7,6\%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek kyseliny borité ve výsledném roztoku je 0,076.



5) Kolik ml 30% roztoku peroxidu vodíku ( $\rho = 1,11 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba ke smíchání s 125 ml vody ( $\rho_{\text{voda}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), aby vznikl 3% roztok?

Veličiny:  $w_1 = 0,3$      $\rho_2 = 1,11 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_1 = ? \text{ ml}$   
 $w_2 = 0$      $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_2 = 125 \text{ ml}$   
 $w_3 = 0,03$

Řešení:  $m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 125 = 125 \text{ g}$

$$m_3 = m_1 + m_2$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$m_1 = \frac{w_3 \cdot m_2 - w_2 \cdot m_2}{w_1 - w_3} = \frac{0,03 \cdot 125 - 0 \cdot 125}{0,3 - 0,03} = 13,89 \text{ g}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{13,89}{1,11} = \mathbf{12,5 \text{ ml}}$$

Odpověď: K přípravě 3% roztoku je potřeba 12,5 ml 30% roztoku peroxidu vodíku.

6) \*\* 3% roztok peroxidu vodíku je antiseptický kožní roztok, který se používá k dezinfekci ran na kůži. Využit se dá také k zubní hygieně, kdy se smíchá voda s peroxidem vodíku v poměru 1:1 nebo ve veterinární praxi jako látka vyvolávající zvracení. Kolik ml 20% roztoku peroxidu vodíku ( $\rho = 1,073 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba ke smíchání s 160 ml vody ( $\rho_{\text{voda}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), aby vznikl 11% roztok? <sup>38</sup>

Veličiny:  $w_1 = 0,2$      $\rho_2 = 1,073 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_1 = ? \text{ ml}$   
 $w_2 = 0$      $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_2 = 160 \text{ ml}$   
 $w_3 = 0,11$

Řešení:  $m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 160 = 160 \text{ g}$

$$m_3 = m_1 + m_2$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$m_1 = \frac{w_3 \cdot m_2 - w_2 \cdot m_2}{w_1 - w_3} = \frac{0,11 \cdot 160 + 0 \cdot 160}{0,2 - 0,11} = 195,56 \text{ g}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{195,56}{1,073} = \mathbf{182,3 \text{ ml}}$$

Odpověď: K přípravě 11% roztoku je potřeba 182,3 ml 20% roztoku peroxidu vodíku.

7) Do 30 g 29% roztoku chloridu sodného bylo přidáno 2 g pevného chloridu sodného. Vypočítejte hmotnostní zlomek výsledného roztoku.

Veličiny:  $w_1 = 0,29$      $m_1 = 30 \text{ g}$   
 $w_2 = 1$      $m_2 = 2 \text{ g}$   
 $w_3 = ?$

Řešení:  $m_3 = m_1 + m_2$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$w_3 = \frac{w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,29 \cdot 30 + 1 \cdot 2}{30 + 2} = \mathbf{0,334} \cong \mathbf{33,4 \%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek výsledného roztoku chloridu sodného je 0,334.

8) \*\* Bradavice jsou výrůstky na kůži, které způsobuje lidský papillomavirus. K lokálnímu odstranění bradavic se využívá roztok *Lapis infernalis*, roztok 97% dusičnanu stříbrného a 3% dusičnanu draselného. Vypočítejte hmotnostní zlomek výsledného roztoku dusičnanu stříbrného, smícháme-li 19 g 97% roztoku dusičnanu stříbrného a 11 g 3% roztoku dusičnanu draselného.<sup>39</sup>

Veličiny:  $w_1 = 0,97$      $m_1 = 19 \text{ g}$   
 $w_2 = 0,03$      $m_2 = 11 \text{ g}$   
 $w_3 = ?$

Řešení:  $m_3 = m_1 + m_2$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$w_3 = \frac{w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,97 \cdot 19 + 0,03 \cdot 11}{19 + 11} = \mathbf{0,625} \cong \mathbf{62,5 \%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek výsledného roztoku dusičnanu stříbrného je 0,625.

9) Kolik ml vody ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba přidat k 38 ml 47% roztoku jodidu draselnému ( $\rho = 1,499 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), aby vznikl 16% roztok?

Veličiny:  $w_1 = 0,47$      $\rho_1 = 1,499 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_1 = 38 \text{ ml}$   
 $w_2 = 0$      $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_2 = ? \text{ ml}$   
 $w_3 = 0,16$      $m_3 = m_1 + m_2$

Řešení:  $m_1 = \rho_1 \cdot V_1 = 1,499 \cdot 38 = 56,96 \text{ g}$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$m_2 = \frac{w_1 \cdot m_1 - w_3 \cdot m_1}{w_3} = \frac{0,47 \cdot 56,96 - 0,16 \cdot 56,96}{0,16} = 110,36 \text{ g}$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \mathbf{110,36 \text{ ml}}$$

Odpověď: Na přípravu 16% roztoku jodidu draselného je potřeba 110,36 ml vody.

10) \*\* 2% roztok jodidu draselného se využívá k léčbě krvácivosti očí, které je způsobené vysokým tlakem, věkem nebo cukrovkou. Používá se také při začínajícím šedém zákalu. Vypočítejte, kolik ml vody ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba přidat k 35 g 10% roztoku jodidu draselného, aby vzniklo 50 g 2% roztoku jodidu draselného? <sup>40</sup>

Veličiny:  $w_1 = 0,1$      $m_3 = 35 \text{ g}$   
 $w_2 = 0$      $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_2 = ? \text{ ml}$   
 $w_3 = 0,02$      $m_3 = 50 \text{ g}$

Řešení:  $w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$m_2 = \frac{w_1 \cdot m_1 - w_3 \cdot m_1}{w_3} = \frac{0,1 \cdot 35 - 0,02 \cdot 35}{0,02} = 140 \text{ g}$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \mathbf{140 \text{ ml}}$$

Odpověď: Na přípravu 2% roztoku jodidu draselného je potřeba 140 ml vody.

11) Roztok glukózy vznikl smícháním 75 g 46% roztoku glukózy a 300 ml vody ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Vypočítejte jeho hmotnostní zlomek výsledného roztoku glukózy.

Veličiny:  $w_1 = 0,46$      $m_1 = 75 \text{ g}$   
 $w_2 = 0$              $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$              $V_2 = 300 \text{ ml}$   
 $w_3 = ?$              $m_3 = m_1 + m_2$

Řešení:  $m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 300 = 300 \text{ g}$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$w_3 = \frac{w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,46 \cdot 75 + 0 \cdot 300}{75 + 300} = \mathbf{0,092} \cong \mathbf{9,2 \%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek výsledného roztoku je 0,092.

12) \*\* Těhotenská cukrovka je charakterizována zvýšenou hladinou krevního cukru. Postihuje ženy s vrozenou dispozicí, kdy spouštěčem bývá zvyšující hladina hormonů v těhotenství. Test probíhá na základě odběru krve po podání 23% roztoku glukózy, ke kterému se přidává 150 ml vody ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku glukózy, který vznikne, smícháme-li 325 g 23% roztoku glukózy s 150 ml vody? <sup>41</sup>

Veličiny:  $w_1 = 0,23$      $m_1 = 325 \text{ g}$   
 $w_2 = 0$              $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$              $V_2 = 150 \text{ ml}$   
 $w_3 = ?$              $m_3 = m_1 + m_2$

Řešení:  $m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 150 = 150 \text{ g}$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$w_3 = \frac{w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,23 \cdot 325 + 0 \cdot 150}{325 + 150} = \mathbf{0,157} \cong \mathbf{15,7 \%}$$

Odpověď: Hmotnostní zlomek roztoku glukózy je 0,157.

13) Kolik ml vody ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a kolik ml 96% kyseliny sírové ( $\rho_{96\%} = 1,8361 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba, aby vzniklo 220 ml 12% roztoku kyseliny sírové ( $\rho_{12\%} = 1,0802 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )?

Veličiny:  $w_1 = 0,96$      $\rho_1 = 1,8361 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_1 = ? \text{ ml}$   
 $w_2 = 0$      $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_2 = ? \text{ ml}$   
 $w_3 = 0,12$      $\rho_3 = 1,0802 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_3 = 300 \text{ ml}$

Řešení:  $m_3 = \rho_3 \cdot V_3 = 1,0802 \cdot 220 = 237,6 \text{ g}$

$$m_2 = m_3 - m_1$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot (m_3 - m_1) = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_3 - w_2 \cdot m_1 = m_3 \cdot w_3$$

$$0,96 \cdot m_1 + 0 \cdot 237,6 - 0 \cdot m_1 = 237,6 \cdot 0,12$$

$$m_1 = \frac{237,6 \cdot 0,12}{0,96} = 29,7 \text{ g}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{29,7}{1,8361} = \mathbf{16,2 \text{ ml}}$$

$$m_2 = m_3 - m_1 = 237,6 - 29,7 = 207,9 \text{ g}$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{207,9}{1} = \mathbf{207,9 \text{ ml}}$$

Odpověď: Na přípravu 12% roztoku kyseliny sírové je potřeba 16,2 ml 96% kyseliny sírové a 207,9 ml vody.



14) \*\* Autobaterie funguje na principu elektrolýzy, kdy se používá 38% kyselina sírová ( $\rho_{38\%} = 1,2855 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) jako elektrolyt. Pokud bychom chtěli připravit roztok kyseliny sírové do autobaterie, museli bychom zředit 96% kyselinu sírovou ( $\rho_{96\%} = 1,8361 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) s vodou. Vypočítejte, kolik ml 96% kyseliny sírové a kolik ml vody ( $\rho_{voda} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba

na přípravu 1000 ml 38% kyseliny sírové? <sup>42, 43</sup>

Veličiny:  $w_1 = 0,96$      $\rho_1 = 1,8361 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_1 = ? \text{ g}$

$$w_2 = 0 \quad \rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \quad V_2 = ? \text{ g}$$

$$w_3 = 0,38 \quad \rho_3 = 1,2855 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \quad V_3 = 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

Řešení:  $m_3 = \rho_3 \cdot V_3 = 1,2855 \cdot 1000 = 1285,5 \text{ g}$

$$m_2 = m_3 - m_1$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot (m_3 - m_1) = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_3 - w_2 \cdot m_1 = m_3 \cdot w_3$$

$$0,96 \cdot m_1 + 0 \cdot 1285,5 - 0 \cdot m_1 = 1285,5 \cdot 0,38$$

$$m_1 = \frac{1285,5 \cdot 0,38}{0,96} = 508,8 \text{ g}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{508,8}{1,8361} = \mathbf{277,1 \text{ ml}}$$

$$m_2 = m_3 - m_1 = 1285,5 - 508,8 = 776,7 \text{ g}$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{776,7}{1} = \mathbf{776,7 \text{ ml}}$$

Odpověď: Na přípravu 38% roztoku kyseliny sírové je potřeba 277,1 ml 96% kyseliny sírové a 776,7 ml vody.

15) Vypočítejte, kolik ml 98% kyseliny octové ( $\rho_{98\%} = 1,054 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a kolik ml vody ( $\rho_{\text{voda}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba k přípravě 300 ml 20% roztoku kyseliny octové ( $\rho_{20\%} = 1,026 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )?

Veličiny:  $w_1 = 0,98$      $\rho_1 = 1,054 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_1 = ? \text{ ml}$   
 $w_2 = 0$      $\rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_2 = ? \text{ ml}$   
 $w_3 = 0,2$      $\rho_3 = 1,026 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_3 = 300 \text{ ml}$

Řešení:  $m_3 = \rho_3 \cdot V_3 = 1,026 \cdot 300 = 307,8 \text{ g}$

$$m_2 = m_3 - m_1$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot (m_3 - m_1) = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_3 - w_2 \cdot m_1 = m_3 \cdot w_3$$

$$0,98 \cdot m_1 + 0 \cdot 307,8 - 0 \cdot m_1 = 307,8 \cdot 0,2$$

$$m_1 = \frac{307,8 \cdot 0,2}{0,98} = 62,8 \text{ g}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{62,8}{1,054} = \mathbf{59,6 \text{ ml}}$$

$$m_2 = m_3 - m_1 = 307,8 - 62,8 = 245 \text{ g}$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{245}{1} = \mathbf{245 \text{ ml}}$$

Odpověď: Na přípravu 20% roztoku kyseliny octové je potřeba 59,6 ml 98% kyseliny octové a 245 ml vody.



16) \*\* Ocet se využívá nejen v potravinářství, ale také jako lék proti plísnovým onemocněním nohou. 80% kyselina octová ( $\rho_{80\%} = 1,068 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je také vhodná k boji proti zavíječi voskovému, který je svým vývojem vázán na včelí úl. Enzymy jeho trávicí soustavy totiž umožňují trávení včelího vosku. Vypočítejte, kolik ml 98% kyseliny octové ( $\rho_{98\%} = 1,054 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a kolik ml

vody ( $\rho_{\text{voda}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba k přípravě 500 ml 80% roztoku? <sup>44, 45</sup>

Veličiny:  $w_1 = 0,98$      $\rho_1 = 1,054 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$      $V_1 = ? \text{ ml}$



$$\begin{array}{lll}
 w_2 = 0 & \rho_2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} & V_2 = ? \text{ ml} \\
 w_3 = 0,8 & \rho_3 = 1,068 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} & V_3 = 500 \text{ ml}
 \end{array}$$

Řešení:  $m_3 = \rho_3 \cdot V_3 = 1,068 \cdot 500 = 534 \text{ g}$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot (m_3 - m_1) = m_3 \cdot w_3$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_3 - w_2 \cdot m_1 = m_3 \cdot w_3$$

$$0,98 \cdot m_1 + 0 \cdot 534 - 0 \cdot m_1 = 534 \cdot 0,8$$

$$m_1 = \frac{534 \cdot 0,8}{0,98} = 435,9 \text{ g}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{435,9}{1,054} = \mathbf{413,6 \text{ ml}}$$

$$m_2 = m_3 - m_1 = 534 - 435,9 = 98,1 \text{ g}$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{98,1}{1} = \mathbf{98,1 \text{ ml}}$$

Odpověď: K přípravě roztoku 80% kyseliny octové je potřeba 98,1 ml vody a 413,6 ml 98% kyseliny octové.

## Výpočty z chemických rovnic <sup>46</sup>

Průběh každé chemické reakce lze vyjádřit pomocí chemické rovnice. Chemické rovnice vycházejí ze zákona zachování hmotnosti - počty atomů jednotlivých prvků musí být na obou stranách rovnice stejné.

Vyrovnávání chemických rovnic (hledání stechiometrických koeficientů) udává, kolik molekul (resp. molů) výchozích látek (reaktantů) vstupuje a kolik molekul produktů v průběhu (resp. molů) reakce vzniká. Zápis průběhu chemického děje bez koeficientů se nazývá *reakční schéma*.

Průběh výpočtu z chemických rovnic:

- Chemickou reakci vyjádříme vyčíslenou chemickou rovnicí.
- Zápis molárních hmotností u látek, které se účastní reakce.
- Numerický výpočet příkladu na základě stanovených údajů.

1) Vypočítejte objem oxidu uhličitého za normálních podmínek ( $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ), který vznikne reakcí 20 g uhličitanu vápenatého ( $M = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) s nadbytkem kyseliny chlorovodíkové podle schématu:  
 $\dots \text{CaCO}_3 + \dots \text{HCl} \rightarrow \dots \text{CaCl}_2 + \dots \text{H}_2\text{O} + \dots \text{CO}_2$

Veličiny:  $V_m(\text{CO}_2) = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{CaCO}_3) = 20 \text{ g}$   
 $M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V(\text{CO}_2) = ? \text{ dm}^3$

Rovnice:  $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Řešení 1:  $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2)$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{20}{100,1} = 0,199 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = n(\text{CO}_2) \cdot V_m$$

$$V = 0,199 \cdot 22,41 = \mathbf{4,48 \text{ dm}^3}$$

Řešení 2:  $20 \text{ g} \dots \dots \dots x \text{ dm}^3$

$$\underline{100,1 \text{ g} \dots \dots \dots 22,41 \text{ dm}^3}$$

$$x = \frac{22,41 \cdot 20}{100,1} = \mathbf{4,48 \text{ dm}^3}$$

Odpověď: Reakci se uvolní  $4,48 \text{ dm}^3$  oxidu uhličitého.

2) \*\* Schránka měkkýšů je tvořena třemi vrstvami, které obsahují převážně uhličitan vápenatý ( $M = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Vypočítejte, kolik  $\text{dm}^3$  oxidu uhličitého ( $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ) vznikne (uvažujte normální podmínky), reaguje-li 10 g schránky s kyselinou chlorovodíkovou, podle schématu:  
 $\dots \text{CaCO}_3 + \dots \text{HCl} \rightarrow \dots \text{CaCl}_2 + \dots \text{H}_2\text{O} + \dots \text{CO}_2$ <sup>47</sup>

Veličiny:  $V_m(\text{CO}_2) = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{CaCO}_3) = 10 \text{ g}$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$V(\text{CO}_2) = ? \text{ dm}^3$$



Řešení 1:  $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2)$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{10}{100,1} = 0,099 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = n(\text{CO}_2) \cdot V_m$$

$$V = 0,099 \cdot 22,41 = \mathbf{2,24 \text{ dm}^3}$$

Řešení 2:  $10 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ dm}^3$

$$\frac{100,1 \text{ g} \dots\dots\dots 22,41 \text{ dm}^3}{x = \frac{22,41 \cdot 10}{100,1} = \mathbf{2,24 \text{ dm}^3}}$$

Odpověď: Reakci se uvolní 2,24 dm<sup>3</sup> oxidu uhličitého.

3) Vypočítejte, kolik  $\text{dm}^3$  oxidu uhličitého ( $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ) vznikne za normálních podmínek reakcí nadbytku kyseliny chlorovodíkové s 38 g hydrogenuhličitanu sodného ( $M = 84,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Reakce probíhá podle reakce:  
 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ .

Veličiny:  $V_m(\text{CO}_2) = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{NaHCO}_3) = 38 \text{ g}$   
 $M(\text{NaHCO}_3) = 84,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V(\text{CO}_2) = ? \text{ dm}^3$

Rovnice:  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Řešení 1:  $n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{CO}_2)$

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{38}{84,01} = 0,452 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = n(\text{CO}_2) \cdot V_m$$

$$V = 0,452 \cdot 22,41 = \mathbf{10,14 \text{ dm}^3}$$

Řešení 2:  $38 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ dm}^3$

$$\frac{84,01 \text{ g} \dots\dots\dots 22,41 \text{ dm}^3}{38 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ dm}^3}$$

$$x = \frac{22,41 \cdot 38}{84,01} = \mathbf{10,14 \text{ dm}^3}$$

Odpověď: Reakci se uvolní  $10,14 \text{ dm}^3$  oxidu uhličitého.

4) \*\* Pálení žáhy (*pyróza*) je časté onemocnění, ke kterému dochází, pokud svěrač mezi jícnem a žaludkem netěsní dokonale. Léčba spočívá v tom, snížit kyselost žaludku. K léčbě se dá použít lžička (5 g) jedlé sody ( $M = 84,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Vypočítejte, kolik molů kyseliny chlorovodíkové je potřeba na neutralizaci 5 g jedlé sody podle reakce:  
 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ .<sup>48</sup>

Veličiny:  $m(\text{NaHCO}_3) = 5 \text{ g}$   
 $M(\text{NaHCO}_3) = 84,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$n(\text{HCl}) = ? \text{ mol}$$



Řešení 1:  $n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{HCl})$

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{5}{84,01} = \mathbf{0,06 \text{ mol}}$$

$$n(\text{HCl}) = \mathbf{0,06 \text{ mol}}$$

Odpověď: Na neutralizaci 5 g jedlé sody je potřeba 0,06 mol kyseliny chlorovodíkové.

5) Vypočítejte hmotnost karbidu vápenatého ( $M = 64,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), který vznikl redukcí 15 g oxidu vápenatého ( $M = 56,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) uhlíkem podle schématu:  
 $\dots \text{CaO} + \dots \text{C} \rightarrow \dots \text{CaC}_2 + \dots \text{CO}$

Veličiny:  $m(\text{CaO}) = 15 \text{ g}$   
 $M(\text{CaO}) = 56,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{CaC}_2) = 64,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{CaC}_2) = ? \text{ g}$

Rovnice:  $\text{CaO} + 3 \text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$

Řešení 1:  $n(\text{CaO}) = n(\text{CaC}_2)$

$$n(\text{CaO}) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{CaO}) = \frac{15}{56,1} = 0,267 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaC}_2) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{CaC}_2) \cdot M$$

$$m = 0,267 \cdot 64,1 = \mathbf{17,14 \text{ g}}$$

Řešení 2:  $15 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g}$   
 $\underline{56,1 \text{ g} \dots\dots\dots 64,1 \text{ g}}$   
 $x = \frac{15 \cdot 64,1}{56,1} = \mathbf{17,14 \text{ g}}$

Odpověď: Redukci oxidu vápenatého vznikne 17,14 g karbidu vápenatého.



6) \*\* Anglický trávnik vypadá na každé zahradě lákavě, ale představu často narušují hromádky po krtkově nočním hrabání. Avšak existuje karbid vápenatý, kdy stačí odhrnout hromádku hlíny a nasypat 10 g karbidu vápenatého. Karbid reaguje při styku s vodou za vzniku štiplavého plynu acetylenu, který krtkům

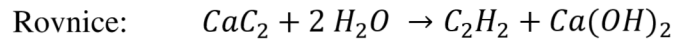
nevolní. Kolik g acetylenu ( $M = 26,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) se uvolní právě z 10 g karbidu vápenatého ( $M = 64,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )? Dle schématu:  $\dots \text{CaC}_2 + \dots \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots \text{C}_2\text{H}_2 + \dots \text{Ca}(\text{OH})_2$ .<sup>49, 50</sup>

Veličiny:  $m(\text{CaC}_2) = 10 \text{ g}$

$$M(\text{CaC}_2) = 64,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_2) = 26,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_2) = ? \text{ g}$$



Řešení 1:  $n(\text{CaC}_2) = n(\text{C}_2\text{H}_2)$

$$n(\text{CaC}_2) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{CaC}_2) = \frac{10}{64,1} = 0,156 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{C}_2\text{H}_2) \cdot M$$

$$m = 0,156 \cdot 26,04 = \mathbf{4,1 \text{ g}}$$

Řešení 2:  $10 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g}$

$$\underline{64,1 \text{ g} \dots\dots\dots 26,04 \text{ g}}$$

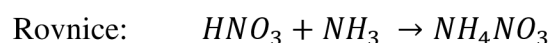
$$x = \frac{26,04 \cdot 10}{64,1} = \mathbf{4,1 \text{ g}}$$

Odpověď: Reakci karbidu vápenatého s vodou vznikne 4,1 g acetyleny.



7) Kolik ml 60% kyseliny dusičné ( $\rho = 1,367 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $M = 63,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) je potřeba k reakci s amoniakem za vzniku 83 g dusičnanu amonného ( $M = 80,043 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )?

Veličiny:  $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 83 \text{ g}$   
 $M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80,043 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $\rho(\text{HNO}_3) = 1,367 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $M(\text{HNO}_3) = 63,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V(\text{HNO}_3) = ? \text{ ml}$



Řešení 1:  $n(\text{HNO}_3) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3)$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{83}{80,043} = 1,037 \text{ mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{HNO}_3) \cdot M$$

$$m_{100\%} = 1,037 \cdot 63,01 = 65,34 \text{ g}$$

$$65,34 \text{ g} \dots\dots\dots 100\% \text{ HNO}_3$$

$$\underline{m_{60\%} \text{ g} \dots\dots\dots 60\% \text{ HNO}_3}$$

$$m_{60\%} = \frac{65,34 \cdot 100}{60}$$

$$m_{60\%} = 108,9 \text{ g}$$

$$V = \frac{m_{60\%}}{\rho} = \frac{108,9}{1,367} = \mathbf{79,7 \text{ ml}}$$

Řešení 2:  $x \text{ g} \dots\dots\dots 83 \text{ g}$

$$\underline{63,01 \text{ g} \dots\dots\dots 80,043 \text{ g}}$$

$$x = \frac{63,01 \cdot 83}{80,043} = 65,34 \text{ g (100\%)}$$

$$65,34 \text{ g} \dots\dots\dots 100\% \text{ HNO}_3$$

$$\underline{m_{60\%} \text{ g} \dots\dots\dots 60\% \text{ HNO}_3}$$

$$m_{60\%} = \frac{65,34 \cdot 100}{60}$$

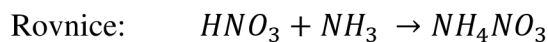
$$m_{60\%} = 108,9 \text{ g}$$

$$V = \frac{m_{60\%}}{\rho} = \frac{108,9}{1,367} = \mathbf{79,7 \text{ ml}}$$

Odpověď: K reakci je potřeba 79,7 ml 60% kyseliny dusičné.

8) \*\* Dusičnan amonný (ledek amonný) se využívá jako dusíkaté hnojivo. Vyrábí se neutralizací 50% kyseliny dusičné ( $\rho = 1,310 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $M = 63,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) plynným amoniakem. Rostliny, které byly hnojeny nadbytkem dusíku, poznáme podle sytě zelených listů. Vypočítejte hmotnost dusičnanu amonného ( $M = 80,043 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), který vznikne reakcí 20 cm<sup>3</sup> 50% kyseliny dusičné s amoniakem. <sup>51</sup>

Veličiny:  $\rho(\text{HNO}_3) = 1,310 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $V(\text{HNO}_3) = 20 \text{ cm}^3$   
 $M(\text{HNO}_3) = 63,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80,043 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = ? \text{ g}$



Řešení 1:  $m_{50\%} = \rho \cdot V = 1,310 \cdot 20 = 26,2 \text{ g}$

$$26,2 \text{ g} \dots\dots\dots 50\% \text{ HNO}_3$$

$$\underline{m_{100\%} \text{ g} \dots\dots\dots 100\% \text{ HNO}_3}$$

$$m_{100\%} = \frac{26,2 \cdot 50}{100}$$

$$m_{100\%} = 13,1 \text{ g}$$

$$n(\text{HNO}_3) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3)$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{13,1}{63,01} = 0,208 \text{ mol}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{NH}_4\text{NO}_3) \cdot M$$

$$m = 0,208 \cdot 80,043 = \mathbf{16,6 \text{ g}}$$

Řešení 2:  $m_{50\%} = \rho \cdot V = 1,310 \cdot 20 = 26,2 \text{ g}$

$$26,2 \text{ g} \dots\dots\dots 50\% \text{ HNO}_3$$

$$\underline{m_{100\%} \text{ g} \dots\dots\dots 100\% \text{ HNO}_3}$$

$$m_{100\%} = \frac{26,2 \cdot 50}{100}$$

$$m_{100\%} = 13,1 \text{ g}$$

$$13,1 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g}$$

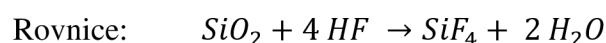
$$\underline{63,01 \text{ g} \dots\dots\dots 80,043 \text{ g}}$$

$$x = \frac{80,043 \cdot 13,1}{63,01} = \mathbf{16,6 \text{ g}}$$

Odpověď: Reakcí vznikne 16,6 g dusičnanu amonného.

9) Reakcí oxidu křemičitého s nadbytkem kyseliny fluorovodíkové vzniklo 55 g fluoridu křemičitého ( $M = 104,078 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Vypočítejte hmotnost oxidu křemičitého ( $M = 60,085 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), který byl použit v reakci.

Veličiny:  $m(\text{SiF}_4) = 55 \text{ g}$   
 $M(\text{SiF}_4) = 104,078 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{SiO}_2) = 60,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{SiO}_2) = ? \text{ g}$



Řešení 1:  $n(\text{SiO}_2) = n(\text{SiF}_4)$

$$n(\text{SiF}_4) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{SiF}_4) = \frac{55}{104,078} = 0,528 \text{ mol}$$

$$n(\text{SiO}_2) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{SiO}_2) \cdot M$$

$$m = 0,528 \cdot 60,085 = \mathbf{31,75 \text{ g}}$$

Řešení 2:  $x \text{ g} \dots\dots\dots 55 \text{ g}$

$$\underline{60,085 \text{ g} \dots\dots\dots 104,078 \text{ g}}$$

$$x = \frac{60,085 \cdot 55}{104,078} = \mathbf{31,75 \text{ g}}$$

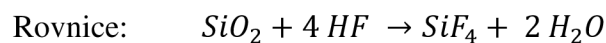
Odpověď: Na reakci je potřeba 31,75 g oxidu křemičitého.

10) \*\* Křemíkové sklo je druh skla vyrobeného výhradně z čistého oxidu křemičitého. Křemíkové sklo je nejen odolné vůči teplotním šokům, ale také vůči vodě a kyselinám (kromě 38% kyseliny fluorovodíkové;  $\rho = 1,138 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Vypočítejte, kolik ml 38% kyseliny fluorovodíkové ( $M = 20,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) je potřeba, aby zreagovalo 110 g křemíkového skla ( $M = 60,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).<sup>52</sup>

Veličiny:  $m(\text{SiO}_2) = 110 \text{ g}$   
 $M(\text{SiO}_2) = 60,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $\rho(\text{HF}) = 1,138 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

$$M(\text{HF}) = 20,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$V(\text{HF}) = ? \text{ ml}$$



Řešení 1:  $4n(\text{SiO}_2) = n(\text{HF})$

$$n(\text{SiO}_2) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{SiO}_2) = \frac{110}{60,08} = 1,83 \text{ mol}$$

$$n(\text{HF}) = \frac{m}{M} \rightarrow m = 4n(\text{SiO}_2) \cdot M$$

$$m = 4 \cdot 1,83 \cdot 20,01 = 146,5 \text{ g}$$

$$146,5 \text{ g} \dots\dots\dots 100 \% \text{ HF}$$

$$\underline{m_{38\%} \text{ g} \dots\dots\dots 38 \% \text{ HF}}$$

$$m_{38\%} = \frac{146,5 \cdot 100}{38} = 385,5 \text{ g}$$

$$V = \frac{m_{38\%}}{\rho} = \frac{385,5}{1,138} = \mathbf{339 \text{ ml}}$$

Řešení 2:  $110 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g}$

$$\underline{60,085 \text{ g} \dots\dots\dots 4 \cdot 20,01 \text{ g}}$$

$$x = \frac{4 \cdot 20,01 \cdot 0,11}{60,08} = 146,7 \text{ g}$$

$$146,7 \text{ g} \dots\dots\dots 100 \% \text{ HF}$$

$$\underline{m_{38\%} \text{ g} \dots\dots\dots 38 \% \text{ HF}}$$

$$m_{38\%} = \frac{146,7 \cdot 100}{38} = 386 \text{ g}$$

$$V = \frac{m_{38\%}}{\rho} = \frac{386}{1,138} = \mathbf{339 \text{ ml}}$$

Odpověď: K zreagování 110 g křemíkového skla je potřeba 339 ml 38% kyseliny fluorovodíkové.

11) Vypočítejte hmotnost oxidu uhličitého ( $M = 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), který vznikne spalováním 8 g uhlíku ( $M = 12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) kyslíkem podle reakce:  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ .

Veličiny:  $m(\text{C}) = 8 \text{ g}$   
 $M(\text{C}) = 12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{CO}_2) = ? \text{ g}$

Rovnice:  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

Řešení 1:  $n(\text{C}) = n(\text{CO}_2)$

$$n(\text{C}) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{C}) = \frac{8}{12,01} = 0,666 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{C}) \cdot M$$

$$m = 0,666 \cdot 44,01 = \mathbf{29,3 \text{ g}}$$

Řešení 2:  $8 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g}$

$12,01 \text{ g} \dots\dots\dots 44,01 \text{ g}$

$$x = \frac{44,01 \cdot 8}{12,01} = \mathbf{29,3 \text{ g}}$$

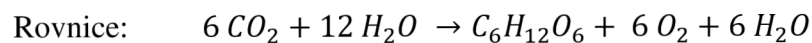
Odpověď: Reakcí vznikne 29,3 g oxidu uhličitého.



12) \*\* Fotosyntéza patří k nejdůležitějším procesům, při kterém vzniká kyslík. Probíhá v organismech obsahujících v chloroplastech zelené barvivo chlorofyl, jejichž fotoreceptory zachycují sluneční záření. Jedná se o souhrn mnoha dílčích chemických reakcí, které lze popsat sumární rovnicí:  $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 6 \text{ O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ H}_2\text{O}$ . Např. 100 let starý buk vyprodukuje za den přibližně 1,7 kg kyslíku. Vypočítejte hmotnost oxidu uhličitého ( $M = 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), které se

bude (v nadbytku vody) účastnit fotosyntézy, aby vzniklo takové množství kyslíku ( $M = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).<sup>53,54</sup>

Veličiny:  $m(\text{O}_2) = 1,7 \text{ kg} = 1700 \text{ g}$   
 $M(\text{O}_2) = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{C}) = 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{CO}_2) = ? \text{ g}$



Řešení 1:  $n(\text{CO}_2) = n(\text{O}_2)$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{1700}{32} = 53,13 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{CO}_2) \cdot M$$

$$m = 53,13 \cdot 44,01 = \mathbf{2338 \text{ g} = 2,34 \text{ kg}}$$

Řešení 2:  $x \text{ g} \dots\dots\dots 1700 \text{ g}$

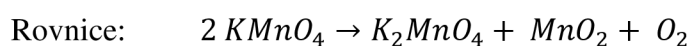
$$\frac{44,01 \text{ g} \dots\dots\dots 32 \text{ g}}$$

$$x = \frac{44,01 \cdot 1700}{32} = \mathbf{2338 \text{ g} = 2,34 \text{ kg}}$$

Odpověď: Na produkci 1,7 kg kyslíku je potřeba min. 2,34 kg oxidu uhličitého.

13) Kolik  $\text{dm}^3$  kyslíku ( $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ) vznikne tepelným rozkladem 25 g manganistanu draselného ( $M = 158,034 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )? Průběh reakce vystihuje následující rovnice:  $2 \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$

Veličiny:  $m(\text{KMnO}_4) = 25 \text{ g}$   
 $M(\text{KMnO}_4) = 158,034 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V_m(\text{O}_2) = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V(\text{O}_2) = ? \text{ dm}^3$



Řešení:  $n(\text{KMnO}_4) = 2n(\text{O}_2)$

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{25}{158,034} = 0,158 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = \frac{1}{2} \cdot n(\text{KMnO}_4) \cdot V_m$$

$$V = \frac{1}{2} \cdot 0,158 \cdot 22,41 = 1,77 \text{ dm}^3$$

$$25 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ dm}^3$$

$$\underline{2 \cdot 158,034 \text{ g} \dots\dots\dots 22,41 \text{ dm}^3}$$

$$x = \frac{22,41 \cdot 25}{2 \cdot 158,034} = 1,77 \text{ dm}^3$$

Odpověď: Reakci se uvolní  $1,77 \text{ dm}^3$  kyslíku.

14) \*\* Kyslík se v potravinářství využívá k balení potravin s označením E948. V laboratoři lze kyslík připravit rozkladem manganistanu draselného ( $M = 158,034 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) dle rovnice:  $2 \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ . Kolik  $\text{dm}^3$  kyslíku ( $M = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ) se za normálních podmínek uvolní tepelným rozkladem 45 g manganistanu draselného? <sup>14</sup>

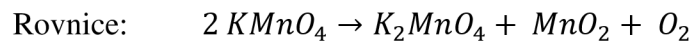
Veličiny:  $m(\text{KMnO}_4) = 45 \text{ g}$   
 $M(\text{KMnO}_4) = 158,034 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$



$$V_m(O_2) = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(O_2) = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$V(O_2) = ? \text{ dm}^3$$



Řešení 1:  $n(\text{KMnO}_4) = 2n(\text{O}_2)$

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{45}{158,034} = 0,285 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = \frac{1}{2} \cdot n(\text{KMnO}_4) \cdot V_m$$

$$V = \frac{1}{2} \cdot 0,285 \cdot 22,41 = \mathbf{3,19 \text{ dm}^3}$$

Řešení 2:  $45 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g}$

$$\underline{2 \cdot 158,034 \text{ g} \dots\dots\dots 32 \text{ g}}$$

$$x = \frac{32 \cdot 45}{2 \cdot 158,034} = 4,56 \text{ g}$$

$$4,56 \text{ g} \dots\dots\dots y \text{ dm}^3$$

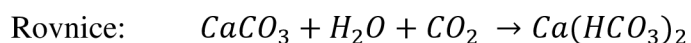
$$32 \text{ g} \dots\dots\dots 22,41 \text{ dm}^3$$

$$y = \frac{22,41 \cdot 4,56}{32} = \mathbf{3,19 \text{ dm}^3}$$

Odpověď: Reakci se uvolní  $3,19 \text{ dm}^3$  kyslíku.

15) Vypočítejte hmotnost hydrogenuhličitanu vápenatého ( $M = 162,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), který vznikne reakcí 15 g uhličitanu vápenatého ( $M = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) podle schématu:  $\dots \text{CaCO}_3 + \dots \text{H}_2\text{O} + \dots \text{CO}_2 \rightarrow \dots \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

Veličiny:  $m(\text{CaCO}_3) = 15 \text{ g}$   
 $M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 162,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = ? \text{ g}$



Řešení:  $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{15}{100,1} = 0,15 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) \cdot M$$

$$m = 0,15 \cdot 162,1 = \mathbf{24,3 \text{ g}}$$

Řešení 2:  $15 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g}$   
 $\frac{100,1 \text{ g} \dots\dots\dots 162,1 \text{ g}}{x = \frac{162,1 \cdot 15}{100,1} = \mathbf{24,3 \text{ g}}}$

Odpověď: Reakci vznikne 24,3 g hydrogenuhličitanu vápenatého.

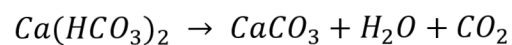
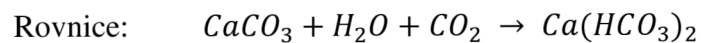
16) \*\* Krasové jevy jsou založené na rovnováze mezi uhličitanem a hydrogenuhličitanem vápenatým. Pokud se do skály, která je tvořena uhličitanem vápenatým, dostane voda s rozpuštěným oxidem uhličitým, začne se uhličitan pomalu měnit na hydrogenuhličitan. Z odebraného vzorku roztoku 20 kg hydrogenuhličitanu vápenatého ( $M = 162,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) se pomalu odpařuje voda a uvolňuje se oxid uhličitý. Dochází pomalu k rozkladu hydrogenuhličitanu zpět na uhličitan. Vypočítejte hmotnost uhličitanu vápenatého ( $M = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Chemická reakce probíhá dle rovnice:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ .<sup>14</sup>

Veličiny:  $m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 20 \text{ kg} = 20000 \text{ g}$

$$M(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 162,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = ? \text{ g}$$



Řešení 1:  $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)$

$$n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{20000}{162,1} = 123,38 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{CaCO}_3) \cdot M$$

$$m = 123,38 \cdot 100,1 = \mathbf{12350 \text{ g} = 12,35 \text{ kg}}$$

Řešení 2:  $20000 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g}$

$$\underline{162,1 \text{ g} \dots\dots\dots 100,1 \text{ g}}$$

$$x = \frac{100,1 \cdot 20000}{162,1} = \mathbf{12350 \text{ g} = 12,35 \text{ kg}}$$

Odpověď: Reakci vznikne 12,35 kg uhličitanu vápenatého.

17) Vypočítejte hmotnost glukózy ( $M = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), která je potřeba k přípravě 30 ml ethanolu ( $\rho = 0,789 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $M = 46,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) podle reakce:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2 \text{CO}_2$ .

Veličiny:  $V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 30 \text{ ml}$   
 $\rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,789 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 46,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = ? \text{ g}$

Rovnice:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2 \text{CO}_2$

Řešení 1:  $m = \rho \cdot V = 0,789 \cdot 30 = 23,67 \text{ g}$

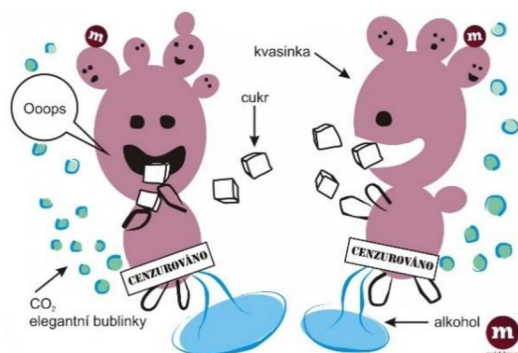
$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{m}{M} = \frac{23,67}{46,07} = 0,514 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \cdot M = \frac{1}{2} \cdot 0,514 \cdot 180,2 = \mathbf{46,3 \text{ g}}$$

Řešení 2:  $x \text{ g} \dots\dots\dots 23,67 \text{ g}$   
 $\underline{180,2 \text{ g} \dots\dots\dots 2 \cdot 46,07 \text{ g}}$   
 $x = \frac{180,2 \cdot 23,67}{2 \cdot 46,07} = \mathbf{46,3 \text{ g}}$

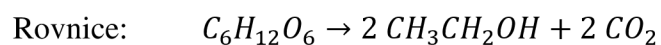
Odpověď: Pro přípravu je potřeba 46,3 g glukózy.



18) \*\* Proces alkoholového kvašení jistě znáte. Jedná se o chemickou přeměnu glukózy ( $M = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) na ethanol ( $\rho = 0,789 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $M = 46,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) a oxid uhličitý za přítomnosti kvasinek, které se využívají jako enzymy. Alkoholové kvašení je součástí glykolýzy a jde o základní fyziologii rostlin.

Dochází k němu v anaerobním prostředí. Vypočítejte hmotnost glukózy, která je potřeba k přípravě 16 ml ethanolu podle reakce:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CH_3CH_2OH + 2 CO_2$ .<sup>55, 56</sup>

Veličiny:  $V(CH_3CH_2OH) = 16 \text{ ml}$   
 $\rho(CH_3CH_2OH) = 0,789 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $M(CH_3CH_2OH) = 46,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(C_6H_{12}O_6) = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(C_6H_{12}O_6) = ? \text{ g}$



Řešení 1:  $m = \rho \cdot V = 0,789 \cdot 16 = 12,624 \text{ g}$

$$n(CH_3CH_2OH) = \frac{m}{M} = \frac{12,6}{46,07} = 0,274 \text{ mol}$$

$$n(C_6H_{12}O_6) = \frac{1}{2} \cdot n(CH_3CH_2OH)$$

$$m(C_6H_{12}O_6) = \frac{1}{2} \cdot n(C_6H_{12}O_6) \cdot M = \frac{1}{2} \cdot 0,274 \cdot 180,2 = \mathbf{24,69 \text{ g}}$$

Řešení 2:  $x \text{ g} \dots\dots\dots 12,624 \text{ g}$

$180,2 \text{ g} \dots\dots\dots 2 \cdot 46,07 \text{ g}$

$$x = \frac{180,2 \cdot 23,67}{2 \cdot 46,07} = \mathbf{24,69 \text{ g}}$$

Odpověď: Pro přípravu je potřeba 24,69 g glukózy.

19) Vypočítejte objem oxidu uhličitého ( $M = 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ), který vznikne za normálních podmínek reakcí uhličitanu vápenatého s 250 ml 8% kyseliny octové ( $\rho = 1,010 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $M = 60,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) podle schématu:



Veličiny:  $V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 250 \text{ ml}$   
 $\rho(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,010 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V_m(\text{CO}_2) = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{CO}_2) = 180,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V(\text{CO}_2) = ? \text{ dm}^3$



Řešení 1:  $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \rho \cdot V = 1,010 \cdot 250 = 252,5 \text{ g}$

252,5 g ..... 8 %  $\text{CH}_3\text{COOH}$

$m_{100\%} \text{ g} \dots\dots\dots 100 \% \text{CH}_3\text{COOH}$

$$m_{100\%} = \frac{252,5 \cdot 8}{100} = 20,2 \text{ g}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2n(\text{CO}_2)$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m_{100\%}}{M}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{20,2}{60,05} = 0,336 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = \frac{1}{2} n(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V_m$$

$$V = \frac{1}{2} \cdot 0,336 \cdot 22,41 = 3,8 \text{ dm}^3$$

Řešení 2:  $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \rho \cdot V = 1,010 \cdot 250 = 252,5 \text{ g}$

252,5 g ..... 8 %  $\text{CH}_3\text{COOH}$

$$\underline{m_{100\%} \text{ g} \dots\dots\dots 100 \% \text{ CH}_3\text{COOH}}$$

$$m_{100\%} = \frac{252,5 \cdot 8}{100} = 20,2 \text{ g}$$

$$20,2 \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g}$$

$$\underline{2 \cdot 60,05 \text{ g} \dots\dots\dots 44,01 \text{ g}}$$

$$x = \frac{44,01 \cdot 20,2}{2 \cdot 60,05} = 7,4 \text{ g}$$

$$7,4 \text{ g} \dots\dots\dots y \text{ dm}^3$$

$$\underline{44,01 \text{ g} \dots\dots\dots 22,41 \text{ dm}^3}$$

$$y = \frac{22,41 \cdot 7,4}{44,01} = \mathbf{3,8 \text{ dm}^3}$$

Odpověď: Reakci se uvolní 3,8 dm<sup>3</sup> oxidu uhličitého.

20) \*\* Určitě jste se někdy setkali s usazeným vodním kamenem (tvořený převážně uhličitanem vápenatým) v rychlovarné konvici. Odstranit se dá povařením roztoku octu a vody (1:1). Vznikne 4% roztok kyseliny octové ( $\rho = 1,004 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $M = 60,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Vypočítejte, kolik g vodního kamene ( $M = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) odstraníme z varné konvice, když v ní povaříme 200 ml roztoku kyseliny octové. Reakce probíhá podle schématu:  
 $\dots \text{CaCO}_3 + \dots \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \dots \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \dots \text{H}_2\text{O} + \dots \text{CO}_2$  <sup>57</sup>

Veličiny:  $V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 200 \text{ ml}$   
 $\rho(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,004 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{CaCO}_3) = ? \text{ g}$



Řešení 1:  $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \rho \cdot V = 1,004 \cdot 200 = 200,8 \text{ g}$

$$200,8 \text{ g} \dots\dots\dots 4 \% \text{ CH}_3\text{COOH}$$

$$\underline{m_{100\%} \text{ g} \dots\dots\dots 100 \% \text{ CH}_3\text{COOH}}$$

$$m_{100\%} = \frac{200,8 \cdot 4}{100} = 8,032 \text{ g}$$

$$2n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CH}_3\text{COOH})$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m_{100\%}}{M}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{8,032}{60,05} = 0,134 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M} \rightarrow m = \frac{1}{2}n(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M$$

$$m = \frac{1}{2} \cdot 0,134 \cdot 100,1 = \mathbf{6,7 \text{ g}}$$

Řešení 2:  $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \rho \cdot V = 1,004 \cdot 200 = 200,8 \text{ g}$

$$200,8 \text{ g} \dots\dots\dots 8\% \text{ CH}_3\text{COOH}$$

$$\underline{m_{100\%} \text{ g} \dots\dots\dots 100\% \text{ CH}_3\text{COOH}}$$

$$m_{100\%} = \frac{200,8 \cdot 4}{100} = 8,032 \text{ g}$$

$$x \text{ g} \dots\dots\dots 8,032 \text{ g}$$

$$\underline{100,1 \text{ g} \dots\dots\dots 2 \cdot 60,05 \text{ g}}$$

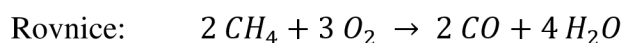
$$x = \frac{100,1 \cdot 8,032}{2 \cdot 60,05} = \mathbf{6,7 \text{ g}}$$

Odpověď: Povařením 200 ml kyseliny octové odstraníme 6,7 g uhličitanu vápenatého.



21) Vypočítejte, kolik mg methanu ( $M = 16,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) reaguje s nadbytkem kyslíku, vznikne-li reakci 5 mg oxidu uhelnatého ( $M = 28,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Reakce probíhá podle schématu:  $\dots \text{CH}_4 + \dots \text{O}_2 \rightarrow \dots \text{CO} + \dots \text{H}_2\text{O}$

Veličiny:  $m(\text{CO}) = 5 \text{ mg} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ g}$   
 $M(\text{CO}) = 28,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{CH}_4) = 16,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{CH}_4) = ? \text{ g}$



Řešení 1:  $n(\text{CH}_4) = n(\text{CO})$

$$n(\text{CO}) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{CO}) = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{28,01} = 1,785 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{CH}_4) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{CH}_4) \cdot M$$

$$m = 1,785 \cdot 10^{-4} \cdot 16,04 = 2,86 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 2,86 \text{ mg}$$

Řešení 2:  $x \text{ g} \dots\dots\dots 5 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

$$\frac{16,04 \text{ g} \dots\dots\dots 28,01 \text{ g}}$$

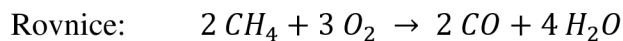
$$x = \frac{16,04 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{28,01} = 2,86 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 2,86 \text{ mg}$$

Odpověď: Výchozím množstvím methanu je 2,86 mg.



22) \*\* Oxid uhelnatý je nedráždivý plyn bez zápachu a mnohem ochotněji se váže na hemoglobin než kyslík. Už při množství 0,45 mg může zablokovat až 50 % hemoglobinu. Proto je oxid uhelnatý tzv. tichý zabiják, který nejčastěji vzniká v koupelnách s průtokovým ohřívačem vody (karma), je obsažen i ve výfukových plynech automobilů. Vypočítejte hmotnost i objem oxidu uhelnatého ( $M = 28,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ), který vznikl nedokonalým spalováním 0,26 mg methanu ( $M = 16,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Reakce probíhá podle schématu:  $\dots \text{CH}_4 + \dots \text{O}_2 \rightarrow \dots \text{CO} + \dots \text{H}_2\text{O}$ .<sup>58, 59, 60</sup>

Veličiny:  $m(\text{CH}_4) = 0,26 \text{ mg} = 0,26 \cdot 10^{-3} \text{ g}$   
 $M(\text{CH}_4) = 16,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V_m(\text{CO}) = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(\text{CO}) = 28,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $m(\text{CO}) = ? \text{ g}$   
 $V(\text{CO}) = ? \text{ dm}^3$



Řešení 1:  $n(\text{CH}_4) = n(\text{CO})$

$$n(\text{CH}_4) = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{CH}_4) = \frac{0,26 \cdot 10^{-3}}{16,04} = 1,62 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}) = \frac{m}{M} \rightarrow m = n(\text{CH}_4) \cdot M$$

$$m = 1,62 \cdot 10^{-5} \cdot 28,01 = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 0,45 \text{ mg}$$

$$n(\text{CO}) = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = n(\text{CH}_4) \cdot V_m$$

$$V = 1,62 \cdot 10^{-5} \cdot 22,41 = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 = 0,36 \text{ ml}$$

Řešení 2:  $0,26 \cdot 10^{-3} \text{ g} \dots\dots\dots x \text{ g}$

$$\frac{16,04 \text{ g} \dots\dots\dots 28,01 \text{ g}}$$

$$x = \frac{28,01 \cdot 0,26 \cdot 10^{-3}}{16,04} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 0,45 \text{ mg}$$

$$0,26 \cdot 10^{-3} \text{ g} \dots\dots\dots y \text{ dm}^3$$

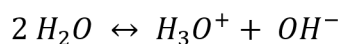
$$\frac{16,04 \text{ g} \dots\dots\dots 22,41 \text{ dm}^3}$$

$$y = \frac{22,41 \cdot 0,26 \cdot 10^{-3}}{16,04} = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 = 0,36 \text{ ml}$$

Odpověď: Nedokonalým spalováním methanu vzniklo 0,45 mg (0,36 ml) oxidu uhelnatého.

## pH 1, 25

Rovnováhy, jichž se účastní vodíkové kationty, označujeme jako protolytické. Ve vodném prostředí probíhá tzv. autoprotolýza vody podle reakce:



popsaná tzv. iontovým součinem vody  $K_V$ :

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

Hodnota  $K_V$  je při 25 °C rovna  $1,007 \cdot 10^{-14}$ .

pH je definováno jako záporný dekadický logaritmus koncentrace oxoniových iontů:

$$pH = - \log[H_3O^+]$$

Silné kyseliny jsou v roztoku úplně disociované a molární koncentrace kyseliny se rovná koncentraci  $[H_3O^+]$ , proto lze rovnici zapsat ve tvaru:

$$pH = - \log c$$

Silné zásady jsou v roztoku úplně disociované a molární koncentrace zásady se rovná koncentraci  $[OH^-]$ :

$$pH = 14 + \log c_{OH^-}$$

Disociační stupeň kyseliny (zásady)  $\alpha$  je definován jako podíl koncentrace disociovaných částic k celkové koncentraci kyseliny (zásady)  $c$ :

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{c} = \frac{[A^-]}{c}$$

Pro silné kyseliny (zásady), které jsou prakticky zcela disociovány ve zředěném roztoku se hodnota  $\alpha$  blíží jedné (100 %).

Pro slabé kyseliny pak platí:

$$K_{HA} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{c\alpha \cdot c\alpha}{c - c\alpha} = \frac{c\alpha^2}{1 - \alpha}$$

V případě, že  $\alpha \ll 1$ , lze psát  $K_{HA} = c\alpha^2$  a dosazením ze vztahu pro  $\alpha$  dostaneme po úpravě výraz pro výpočet pH slabých kyselin:

$$pH = \frac{1}{2}pK_A - \frac{1}{2}\log c$$

Pro výpočet pH slabých zásad lze odvodit vztah:

$$pH = 14 - \frac{1}{2}pK_Z - \frac{1}{2}\log c$$

1) Vypočítejte pH roztoku kyseliny chlorovodíkové, je-li  $c = 2,27 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c = 2,27 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $pH = ?$

Řešení:  $pH = -\log(c)$   
 $pH = -\log(2,27 \cdot 10^{-4}) = \mathbf{3,64}$

Odpověď: pH roztoku je 3,64.

2) \*\* Kyselina chlorovodíková, jejíž koncentrace je  $0,5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , má v žaludečních šťávách baktericidní účinky a brání rozmnožování kvasinek a plísní. Právě kyselost žaludečních šťáv aktivuje pepsiny, které dále štěpí bílkoviny. Vypočítejte pH kyseliny chlorovodíkové v žaludku. <sup>61</sup>

Veličiny:  $c = 0,5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $pH = ?$

Řešení:  $pH = -\log(c)$   
 $pH = -\log(0,5 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{3,30}$

Odpověď: pH kyseliny chlorovodíkové je 3,30.

3) Vypočítejte pH roztoku kyseliny sírové, jehož koncentrace je  $2,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c = 2,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $pH = ?$

Řešení:  $pH = -\log(2 \cdot c)$   
 $pH = -\log(2 \cdot 2,323 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{2,33}$

Odpověď: pH roztoku kyseliny sírové je 2,33.

4) \*\* 98% kyselina sírová ( $c = 0,018 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) se využívá na přípravu fosforečných hnojiv. Fosfor se totiž v přírodě vyskytuje v horninách a minerálech a těmi byste pole nepohnojili. Rostliny by z nich fosfor nezískaly. Fosforečnan vápenatý není rozpustný ve vodě, jeho reakcí s kyselinou sírovou vzniká dihydrogenfosforečnan vápenatý, který už je ve vodě lépe rozpustný. Jaké bude pH použitého roztoku kyseliny sírové? <sup>62</sup>

Veličiny:  $c = 0,018 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $pH = ?$

Řešení:  $pH = -\log(2 \cdot c)$   
 $pH = -\log(2 \cdot 0,018) = \mathbf{1,44}$

Odpověď: pH roztoku 98% kyseliny sírové je 1,44.

5) Vypočítejte koncentraci kyseliny sírové v roztoku, jehož pH je 3,58.

Veličiny:  $pH = 3,58$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $pH = -\log(2 \cdot c)$   
 $c = \frac{10^{-pH}}{2} = \frac{10^{-3,58}}{2} = \mathbf{1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Koncentrace kyseliny sírové v roztoku je  $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

6) \*\* Autobaterie funguje na principu elektrolýzy, kdy jsou elektrody tvořeny olověnými deskami (kladná - oxid olovičitý, záporná - olovo). Jako elektrolyt se používá roztok kyseliny sírové, jehož pH je rovno 0,8. Vypočítejte koncentraci roztoku kyseliny sírové v autobaterii. <sup>42</sup>

Veličiny:  $pH = 0,8$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $pH = -\log(2 \cdot c)$   
 $c = \frac{10^{-pH}}{2} = \frac{10^{-0,8}}{2} = \mathbf{0,08 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Koncentrace roztoku kyseliny sírové v autobaterii je  $0,08 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

7) Vypočítejte koncentraci  $\text{HNO}_3$  v roztoku, jehož  $\text{pH} = 2,06$ .

Veličiny:  $\text{pH} = 2,06$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $\text{pH} = -\log(c)$   
 $c = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,06} = \mathbf{8,71 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Koncentrace  $\text{HNO}_3$  v roztoku je  $8,71 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

8) \*\* Prostřednictvím lidské činnosti se do ovzduší dostávají oxid siřičitý a oxidy dusíku. V atmosféře se tyto oxidy chemickými a fotochemickými reakcemi mění na kyselinu sírovou a dusičnou a tím dochází ke vzniku kyselých dešťů.  $\text{pH}$  kyselého deště je průměrně 4,3. Vypočítejte koncentraci kyseliny dusičné v kyselém dešti (uvažujte pouze její přítomnost).<sup>63</sup>

Veličiny:  $\text{pH} = 4,3$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $\text{pH} = -\log(c)$   
 $c = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4,3} = \mathbf{5,01 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Koncentrace kyseliny dusičné v kyselém dešti je  $5,01 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .



9) pH roztoku kyseliny dusičné je 1,85. Vypočítejte molární koncentraci roztoku.

Veličiny:  $pH = 1,85$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $pH = -\log(c)$   
 $c = 10^{-pH}$   
 $c = 10^{-1,85} = \mathbf{0,014 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Koncentrace roztoku kyseliny dusičné je  $0,014 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

10) \*\* Říká Vám něco nitroglycerin? Není to jen výbušnina, ale i léčivo, které se používá jako první pomoc u infarktu. Vyrábí se reakcí glycerolu s kyselinou dusičnou, kdy roztok kyseliny dusičné má pH 3,28. Vypočítejte koncentraci roztoku kyseliny dusičné, která byla použita na přípravu nitroglycerinu  $400 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ .<sup>62</sup>

Veličiny:  $pH = 3,28$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $pH = -\log(c)$   
 $c = 10^{-pH}$   
 $c = 10^{-3,28} = \mathbf{5,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$

Odpověď: Koncentrace roztoku kyseliny dusičné je  $5,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

11) Vypočítejte pH roztoku kyseliny octové, jestliže je  $pK_a$  rovno 4,76 a molární koncentrace kyseliny octové je  $0,786 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Veličiny:  $c = 0,786 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$pK_a = 4,76$$

$$pH = ?$$

Řešení:  $pH = \frac{1}{2} \cdot (pK_a - \log c)$

$$pH = \frac{1}{2} \cdot (4,76 - \log 0,786) = \mathbf{2,43}$$

Odpověď: pH roztoku kyseliny octové je 2,43.

12) \*\* Využití octu, jehož koncentrace je  $1,35 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , k dochucování jistě znáte. Věděli jste však, že se dá využít i v koupelně k odstranění vodního kamene nebo pomocí octu lze odstranit zápach z odpadů? Vypočítejte pH octu, jehož  $pK_a$  je rovno 4,76. <sup>64</sup>

Veličiny:  $c = 1,35 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$pK_a = 4,76$$

$$pH = ?$$

Řešení:  $pH = \frac{1}{2} \cdot (pK_a - \log c)$

$$pH = \frac{1}{2} \cdot (4,76 - \log 1,35) = \mathbf{2,31}$$

Odpověď: pH octu je 2,31.

13) Koncentrace hydroxidu draselného v roztoku je  $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Vypočítejte pH roztoku hydroxidu draselného.

Veličiny:  $c = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$pH = ?$$

Řešení:  $pH = 14 - pOH$

$$pH = 14 - (-\log c) = 14 + \log(2 \cdot 10^{-4}) = \mathbf{10,30}$$

Odpověď: pH roztoku hydroxidu draselného je 10,30.

14) \*\* Hydroxid sodný se používá při bělení a barvení textilií. V domácnosti se často využívá k čištění odpadů. Do sifonu umyvadla stačí přidat 5 g hydroxidu sodného a zalít 0,5 l teplé vody. Po 30 minutách je potřeba propláchnout sifon teplou vodou. Vypočítejte pH roztoku hydroxidu sodného ( $M = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). <sup>62</sup>

Veličiny:  $m = 5 \text{ g}$

$$V = 0,5 \text{ l} = 0,5 \text{ dm}^3$$

$$M = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$pH = ?$$

Řešení:  $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{5}{40 \cdot 0,5} = 0,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$pH + pOH = 14 \rightarrow pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - (-\log c) = 14 + \log(0,25) = \mathbf{13,40}$$

Odpověď: pH roztoku hydroxidu sodného je 13,40.

15) V 60 ml bylo rozpuštěno 15 mg hydroxidu vápenatého ( $M = 74,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).  
Vypočítejte výsledné pH roztoku.

Veličiny:  $m = 15 \text{ mg} = 0,015 \text{ g}$   
 $V = 60 \text{ ml} = 0,06 \text{ dm}^3$   
 $M = 74,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $pH = ?$

Řešení:  $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0,015}{74,1 \cdot 0,06} = 3,374 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$pH + pOH = 14 \rightarrow pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - (-\log c) = 14 + \log(2 \cdot 3,374 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{11,83}$$

Odpověď: pH roztoku hydroxidu vápenatého je 11,83.

16) \*\* Hydroxid vápenatý možná znáte pod názvem hašené vápno. Vyrábí se reakcí oxidu vápenatého (pálené vápno) a vody. Využívá se nejen ve stavebnictví, ale také v stomatologii, kdy iont vápníku zaručuje dlouhodobý antimikrobiální účinek. pH sterilního izotonického roztoku je 12,4. Vypočítejte koncentraci roztoku hydroxidu vápenatého. <sup>62</sup>

Veličiny:  $pH = 12,4$   
 $c(\text{OH}^-) = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $pOH = 14 - pH = 14 - 12,4 = 1,6$

$$c = 10^{-pOH}$$

$$c = 10^{-(2 \cdot 1,6)} = \mathbf{6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

Odpověď: Koncentrace roztoku hydroxidu vápenatého je  $6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

17) Pro přípravu  $2 \text{ dm}^3$  roztoku bylo použito  $12 \text{ g}$  hydroxidu sodného ( $M = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).  
Vypočítejte pH vzniklého roztoku hydroxidu sodného.

Veličiny:  $m = 12 \text{ g}$   
 $V = 2 \text{ dm}^3$   
 $M = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $pH = ?$

Řešení:  $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{12}{40 \cdot 2} = 0,15 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - (-\log c) = 14 + \log(0,15) = \mathbf{13,18}$$

Odpověď: pH roztoku hydroxidu sodného je 13,18.

18) \*\* Kyselina šťavelová je nejen obsažena v ovoci, ale využívá se i v boji proti včelím roztočům jako roztok o koncentraci  $5,13 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Varroáza je infekční onemocnění včel, které je způsobeno roztočem *Kleštikem včelím*, který napadá plod nebo dospělé včelí jedince. Vypočítejte pH roztoku kyseliny šťavelové o uvedené koncentraci (uvažujte o disociaci do prvního stupně,  $pK_{a1} = 1,27$ ).<sup>65</sup>

Veličiny:  $c = 5,13 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   
 $pK_{a1} = 1,27$   
 $pH = ?$

Řešení:  $pH = \frac{1}{2} \cdot (pK_a - \log c)$

$$pH = \frac{1}{2} \cdot (1,27 - \log 5,13 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{1,78}$$

Odpověď: pH roztoku kyseliny šťavelové je 1,78.

19) Vypočítejte koncentraci roztoku kyseliny chlorovodíkové, je-li naměřené  $pH = 3,14$ .

Veličiny:  $pH = 3,14$   
 $c = ? \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Řešení:  $pH = -\log(c)$   
 $c = 10^{-pH}$   
 $c = 10^{-3,14} = 7,24 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Odpověď: Koncentrace HCl v roztoku je  $7,24 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

20) \*\* K létu určitě patří koupání v bazénu. Důležité je také sledovat optimální pH vody, které by se mělo být 6,8 - 7,2. K úpravě se využívá 38% kyselina sírová ( $\rho = 1,286 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $M = 98,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Ke snížení pH o hodnotu -0,7 je potřeba 1020 ml kyseliny sírové. Vypočítejte pH 38% kyseliny sírové, která by byla použita pro úpravu vody v  $5 \text{ m}^3$  vody v bazénu. <sup>66</sup>

Veličiny:  $V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1020 \text{ ml} = 1020 \text{ cm}^3$   
 $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,286 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $V = 5 \text{ m}^3 = 5000 \text{ dm}^3$   
 $pH = ?$

Řešení:  $m = \rho \cdot V = 1,286 \cdot 1020 = 1311,72 \text{ g}$

$$1311,72 \text{ g} \dots\dots\dots 38 \% \text{ H}_2\text{SO}_4$$

$$\underline{m_{100\%} \dots\dots\dots 100 \% \text{ H}_2\text{SO}_4}$$

$$m_{100\%} = \frac{1311,72 \cdot 38}{100} = 498,5 \text{ g}$$

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m_{100\%}}{M \cdot V} = \frac{498,5}{98,08 \cdot 5000} = 1,017 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$pH = -\log(2 \cdot c)$$

$$pH = -\log(2 \cdot 1,017 \cdot 10^{-3}) = 2,69$$

Odpověď: pH 38% kyseliny sírové je 2,69.

## LITERATURA

Titulní strana: Illustration Science. *IStock* [online]. Calgary, © 2022 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/cs/vektor/v%C4%9Bda-%C4%8Dm%C3%A1ranice-gm165795927-20234874>

<sup>1</sup> ČAJAN, M., DRAHOŠ, B., KLANICOVÁ, A.: *Příklady a úlohy z obecné a anorganické chemie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. ISBN 978-80-244-5029-2.

<sup>2</sup> Fyziologický roztok - *Národní zdravotnický informační portál* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2022 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/960>

<sup>3</sup> HERCHEL, R. et al: *Laboratorní technika*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2857-4.

<sup>4</sup> OBR: <https://docplayer.cz/docs-images/18/800277/images/2-0.png>

<sup>5</sup> ŠVIHOVEC, J., ŠMÍD, M. - *Základní & klinická farmakologie*. Jinočany: H & H, 1995. ISBN 80-85787-35-0.

<sup>6</sup> Označování nebezpečných látek podle GHS. *LPM* [online]. Jičín, © 2022 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.lpm.cz/cs/symboly-nebezpeci>

<sup>7</sup> *První globální mapa slanosti moří je na světě. - Naše voda: informační portál o vodě* [online]. Praha: Nature Media s. r. o., 2011 [cit. 2021-9-21]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/prvni-globalni-mapa-slanosti-mori-je-na-svete/>

<sup>8</sup> BEDNÁŘ, M.: *Lékařská mikrobiologie: bakteriologie, virologie, parazitologie*. Praha: Marvil, 1996. ISBN 80-238-0297-6.

<sup>9</sup> Hartmannův roztok. *B. Braun* [online]. Melsungen: B. Braun Melsungen, 2020 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.bb Braun.cz/cs/products/b/hartmann-v-roztokbraunbp.html>

<sup>10</sup> Model chemismu povrchových vod. *Klimatická změna* [online]. Brno: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, © 2022 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/metodika/model-chemismu-povrchovych-vod/>

<sup>11</sup> Tantum Verde Spray. *Lékárna LEMON* [online]. Praha: Health and Beauty shops, © 2022 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.lekarnalemon.cz/tantum-verde-spray-1-5mg-ml-spr-30ml>

<sup>12</sup> ZELMAN, K. M. The Benefits of Vitamin C. *WebMD* [online]. New York: WebMD, 2020 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.webmd.com/diet/features/the-benefits-of-vitamin-c>

<sup>13</sup> Vitamín C 330 g. *Zdravý den* [online]. Praha, © 2014 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.zdravyden.cz/vitamins-a-minerally-9/vitamin-c-4/>

<sup>14</sup> BÁRTA, M.: *Chemické prvky kolem nás: [pro úspěšný start studia chemie]*. Brno: Edika, 2012. ISBN 978-80-266-0097-8.

<sup>15</sup> Puncovní značky. *Corial.cz* [online]. Praha [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.corial.cz/vse-o-nakupi/puncovni-znacky>

<sup>16</sup> Mramor. *Tone of Stone* [online]. České Budějovice: Tone of Stone, © 2018-2022 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.toneofstone.cz/prirodni-kameny-mramor>



- 
- <sup>17</sup> Polibar ACB. *SÚKL* [online]. Praha: Státní ústav pro kontrolu léčiv, © 2010 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.sukl.cz/download/spc/SPC14416.pdf>
- <sup>18</sup> Trojan, S.: *Lékařská fyziologie*. 3., dopl. a rozš. vyd. Praha: Grada Publishing, 1999, 612 s. ISBN 80-7169-788-5.
- <sup>19</sup> *Bezpečnostní list: CanalPro™ EDTA 17% - COLTENE* [online]. Langenau, 2020 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: [https://msds.coltene.com/portal/data/991b83b0/3/CS-CZ/CanalPro%20EDTA%2017\\_1\\_CZ-cs.pdf](https://msds.coltene.com/portal/data/991b83b0/3/CS-CZ/CanalPro%20EDTA%2017_1_CZ-cs.pdf)
- <sup>20</sup> CANOV, M.: *Chelatony* [online]. Liberec, 2005 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://canov.jergym.cz/indikato/priklady/chelaton.html>
- <sup>21</sup> *Jaká mineralizace vody je optimální - Naše voda* [online]. Praha, 2012 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/jaka-mineralizace-vody-je-optimalni/>
- <sup>22</sup> Tvrdost. *BKG - úprava vody* [online]. Hradec Králové, 2017 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://www.bkg.cz/tvrdost-330>
- <sup>23</sup> *Čpavková voda - VMD Drogerie* [online]. Veselí nad Moravou, 2020 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://www.vmd-drogerie.cz/cpavkova-voda/>
- <sup>24</sup> *Bezpečnostní list: Čpavková voda - Proxim* [online]. Rybitví, 2008 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: [https://uloziste.primalex.cz/gallery/cpavkova\\_voda.pdf](https://uloziste.primalex.cz/gallery/cpavkova_voda.pdf)
- <sup>25</sup> SIROTEK, V., KARLÍČEK, J.: *Chemické výpočty a názvosloví anorganických látek*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005.
- <sup>26</sup> VODIČKOVÁ, V. Protilátka. *WikiSkripta* [online]. Praha, 2010 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Protil%C3%A1tka#/>
- <sup>27</sup> Hemoglobin. *Wikipedia* [online]. San Francisco, 2010 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Hemoglobin#/media/Soubor:Heme\\_b.svg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hemoglobin#/media/Soubor:Heme_b.svg)
- <sup>28</sup> PAVLÍKOVÁ, J., KAVALÍROVÁ, L.: Jodovaný povidon v magistraliter receptuře. *Praktické lékařství* [online]. 2012, **8**(6), 283-285 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2012/06/08.pdf>
- <sup>29</sup> Betadine. *Dr.Max* [online]. Brno, © 2022 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.drmax.cz/betadine-100-mg-ml-roztok-120-ml>
- <sup>30</sup> ČESKO. Vyhláška č. 252/2004 Sb., vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 9. 3. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>
- <sup>31</sup> ŠETLÍK, I., SEIDLOVÁ, F., ŠANTRŮČEK, J.: *Fyziologie rostlin: Příjem rozpuštěných látek do buňky a jejich přesuny mezi buňkami a orgány* [online]. České Budějovice: Biologická fakulta Jihočeské Univerzity, 2004 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://web.natur.cuni.cz/biochem/kucera/rostliny/is/kap09.pdf>
- <sup>32</sup> WANG, L. et al: Hypochlorous Acid as a Potential Wound Care Agent. *Journal of Burns and Wounds* [online]. 2007, **6**(5), 65-79 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1853323/>
- <sup>33</sup> *Coca-Cola Original Taste* [online]. Praha: Coca-Cola Česká republika, © 2022 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.coca-cola.cz/nase-znacky/coca-cola-original-taste>
- <sup>34</sup> Znáte hypertonické nosní spreje? *Moje lékárna* [online]. Ostrava: Sanovia, 2017 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.mojelekarna.cz/o-projektu-moje-lekarna/novinky/znate-hypertonicke-nosni-spreje.html>

- 
- <sup>35</sup> LAMPIGNANO, J. P., KENDRICK, L. E.: *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. Amsterdam: Elsevier, 2013, 461. ISBN 978-0323399661.
- <sup>36</sup> Dezinfekce paznehtů. *Agropress.cz* [online]. Praha: FARMCZSYSTEM, 2017 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/dezinfekce-paznehtu/>
- <sup>37</sup> MUNROE, S. Homemade Ant Killer With Boric Acid. *SFGATE* [online]. San Francisco: SFGATE, 2018 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <https://homeguides.sfgate.com/homemade-ant-killer-boric-acid-74569.html>
- <sup>38</sup> Použití peroxidu vodíku v domácnosti. Likochem [online]. Šlapanice: Likochem, © 2022 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <https://www.likochem.cz/pouziti-peroxidu-vodiku-v-domacnosti/>
- <sup>39</sup> Bradavice – vznik, šíření, léčba a prevence. *EUC* [online]. Praha: EUC, 2017 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <https://euc.cz/clanky-a-novinky/clanky/bradavice-vznik-sireni-lecba-a-prevence/>
- <sup>40</sup> JODID DRASELNY+SODNY 2% UNIM.PH 1X10ML Oční kapky, roztok. *Lékárna* [online]. Praha: Pears Health Cyber, © 2022 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <https://www.lekarna.cz/jodid-draselny-sodny-2-unim-ph-1x10ml-ocni-kapky-roztok/>
- <sup>41</sup> Co je těhotenská cukrovka? *Těhotenská cukrovka* [online]. Praha: Gynekologicko-porodnická klinika VFN a 1. LF UK, © 2022 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <https://www.tehotenskakukrovka.cz/co-je-tehotenska-cukrovka/>
- <sup>42</sup> Automobilové akumulátory. *Střední škola automobilní* [online]. Ústí nad Orlicí: Střední škola automobilní, 2019 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: [https://www.skola-auto.cz/wp-content/uploads/2019/06/Lux\\_Akumulator-druhy.pdf](https://www.skola-auto.cz/wp-content/uploads/2019/06/Lux_Akumulator-druhy.pdf)
- <sup>43</sup> Autobaterie VARTA BLUE Dynamic. *Topbaterie.cz* [online]. Praha: TOP BATTERY, © 2020 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.topbaterie.cz/autobaterie-varta-blue-dynamic-95ah-12v-g8-leva-p5543/>
- <sup>44</sup> Nemoci a škůdci včel. *Včelky* [online]. Liberec: vcelky.cz, © 2020 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <http://www.vcelky.cz/nemoci.htm>
- <sup>45</sup> Zavíječ voskový. *Včelky.cz* [online]. Liberec, © 2020 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <http://www.vcelky.cz/nemoci.htm>
- <sup>46</sup> MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia. 1.díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 2005. ISBN 80-7182-055-5.
- <sup>47</sup> Sedlák, E.: *Zoologie bezobratlých. 2., přeprac. vyd.* Brno: Masarykova univerzita, 2003, 336 s. ISBN 80-210-2892-0.
- <sup>48</sup> Pálení žáhy a kyselý reflux – příznaky a léčba [online]. Praha: EUC, 2020 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://euc.cz/clanky-a-novinky/clanky/paleni-zahy-a-kysely-reflux-priznaky-a-lecba/>
- <sup>49</sup> BROS Karbid granulovaný [online]. Huštěnovice, 2018 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://stopskudcum.cz/bros-karbid-granulovany-odpuzovac-krtku-500g>
- <sup>50</sup> Krtek - zákon. *De Wolf Group* [online]. Cheb: de Wolf GROUP, 2019 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.dewolf.cz/wp-content/uploads/2019/07/krtek-zakon.jpg>
- <sup>51</sup> *Chemie a technologie sloučenin dusíku* [online]. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2007 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: [http://fzp.ujep.cz/ktv/uc\\_texty/pt1/Chemie\\_a\\_technologie\\_sloucenin\\_dusiku.pdf](http://fzp.ujep.cz/ktv/uc_texty/pt1/Chemie_a_technologie_sloucenin_dusiku.pdf)
- <sup>52</sup> Jaké vlastnosti má křemíkové sklo? *Produktový portál skupiny PCC* [online]. Brzeg Dolny, 2022 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: <https://www.products.pcc.eu/cs/blog/jake-vlastnosti-ma-kremikove-sklo/>

- 
- <sup>53</sup> Zelenka, J.: *Les: Co všechno umí jeden hektar, kolik dává kyslíku a kolik „živi“ lidí?* [online]. Praha: EPOCHAPLUS, 2015 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://epochaplus.cz/les-co-vsechno-umi-jeden-hektar-kolik-dava-kysliku-a-kolik-zivi-lidi/>
- <sup>54</sup> Buk lesní. *VLS.cz* [online]. Praha: Vojenské lesy a statky ČR, © 2016 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://deti.vls.cz/cz/tipy-do-lesa/zivot-v-lese/stromy/buk-lesni>
- <sup>55</sup> Procházka, S.: *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998. ISBN 80-200-0586-2.
- <sup>56</sup> Tajemství alkoholového kvašení. *MojeLahve.cz* [online]. Praha: MojeLahve.cz, 2019 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://mojelahve.cz/clanek/hadanka-alkoholoveho-kvaseni-a-pre-o-to-zda-je-kvasinka-ziva-ci-neziva-obdobi-1789-1850-832>
- <sup>57</sup> HEJNOVÁ, M. Ocet posiluje organizmus. *Vitalplus* [online]. Praha: Vital, 2014 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: [https://vitalplus.org/ocet-posiluje-organizmus/?gclid=CjwKCAiAprGRBhBgEiwANJEY7KxucqM-dLrPE-bFdPNIV9mi52S5bu2jDjrkwftvaebzNePfq4oqxoCE\\_MQAvD\\_BwE](https://vitalplus.org/ocet-posiluje-organizmus/?gclid=CjwKCAiAprGRBhBgEiwANJEY7KxucqM-dLrPE-bFdPNIV9mi52S5bu2jDjrkwftvaebzNePfq4oqxoCE_MQAvD_BwE)
- <sup>58</sup> Oxid uhelnatý. *Jak předejít otravě, první pomoc, detektory*. [online]. Praha: BezpečnostPráce.info, 2017 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/rizika/oxid-uhelnaty-jak-predejit-otrave-prvni-pomoc-detektor/>
- <sup>59</sup> Otravy oxidem uhelnatým. *HZS Plzeňského kraje* [online]. Plzeň: Hasičský záchranný sbor Plzeňského kraje, 2014 [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/otravy-oxidem-uhelnatym.aspx>
- <sup>60</sup> Oxid uhelnatý zabíjí. [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2010 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/oxid-uhelnaty-zabiji>
- <sup>61</sup> Stanovení žaludeční sekrece, acidity. *1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy* [online]. Praha: Univerzita Karlova 1. lékařská fakulta, 2021 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: [http://www1.lf1.cuni.cz/~kocna/glab/gl\\_zal.htm](http://www1.lf1.cuni.cz/~kocna/glab/gl_zal.htm)
- <sup>62</sup> BÁRTA, M.: *Chemické sloučeniny kolem nás: anorganika*. Brno: Edika, 2017. ISBN 978-80-266-1066-3.
- <sup>63</sup> *Kyselý déšť stále s námi* [online]. 12. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2005 [cit. 2022-03-12]. ISSN 1213-3393. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/DC21A4C7F0AFAD0AC1257081001AA6B71/%24file/planeta\\_web.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/DC21A4C7F0AFAD0AC1257081001AA6B71/%24file/planeta_web.pdf)
- <sup>64</sup> HEJNOVÁ, M. Ocet posiluje organizmus. *Vitalplus* [online]. Praha: Vital, 2014 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: [https://vitalplus.org/ocet-posiluje-organizmus/?gclid=CjwKCAiAprGRBhBgEiwANJEY7KxucqM-dLrPE-bFdPNIV9mi52S5bu2jDjrkwftvaebzNePfq4oqxoCE\\_MQAvD\\_BwE](https://vitalplus.org/ocet-posiluje-organizmus/?gclid=CjwKCAiAprGRBhBgEiwANJEY7KxucqM-dLrPE-bFdPNIV9mi52S5bu2jDjrkwftvaebzNePfq4oqxoCE_MQAvD_BwE)
- <sup>65</sup> KŘÍŽEK, M. Kyselina šťavelová jako efektivní varroacid. *Včelaři sobě* [online]. 2020 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: <http://www.vcelarisobe.cz/2020/02/kyselina-stavelova-jako-efektivni-varroacid/>
- <sup>66</sup> Co to je pH vody? *BazenyShop.cz* [online]. Sibiřina, © 2008-2022 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: <https://www.bazenyshop.cz/poradna/co-to-je-ph-vody>