

**Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave**  
**Fakulta prírodných vied**



Eva Ürgeová

**ΖΆΚΛΑΔΠΈ ΒΎΡΟΨΤΥ ΡΡΕ ΛΑΒΟΡΑΤΌΡΠΕ**  
**CVIČENIA Z BIOLÓGIE**

Vysokoškolský učebný text

TRNÁVA 2023

# **ZÁKLADNÉ VÝPOČTY PRE LABORATÓRNE CVIČENIA Z BIOLÓGIE**

(vysokoškolský učebný text)

## **Autorka:**

Ing. Eva Ťrgeová, PhD.

## **Recenzenti:**

doc. Ing. Jozef Sokol, CSc.

Mgr. Filip Kraic, PhD.

Za odbornú a jazykovú stránku tohoto vysokoškolského učebného textu zodpovedá autor.  
Rukopis neprešiel redakčnou ani jazykovou úpravou.

Učebné texty boli schválené Edičnou radou Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnave a vedením  
Fakulty prírodných vied Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnave pre študentov vysokých škôl.

© Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave

© Ing. Eva Ťrgeová, PhD.

Všetky práva vyhradené. Bez súhlasu majiteľa práv toto dielo a ani jeho  
časti nemožno reprodukovat'.

Vydavateľ: Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave, Fakulta prírodných vied, 2023

Vydanie: prvé

ISBN 978-80-572-0339-1

## Predhovor

Chemické výpočty tvoria neoddeliteľnú súčasť laboratórných cvičení a tvoria základ teoretickej prípravy pre laboratórne cvičenia. Predkladané skriptá preferujú práve tento spomínaný cieľ – pomôcť študentom bezproblémovo zvládnuť laboratórne cvičenia. Skriptá sú preto určené predovšetkým pre študentov prvého ročníka, ktorí študujú prírodné vedy a súčasťou ich výučby sú laboratórne cvičenia z biológie, aplikovanej biológie, biotechnológií a molekulárnej biológie. Na druhej strane skriptá môžu používať aj študenti stredných škôl, ale aj študenti vyšších ročníkov, ktorí si chcú zopakovať alebo ujasniť niektoré typy úloh.

Skriptá sú rozdelené do desiatich samostatných kapitol. Prvá kapitola pojednáva o základných fyzikálnych veličinách, druhá kapitola sumarizuje pravidlá chemického názvoslovía anorganických zlúčenín. V ďalších kapitolách som vybrala najbežnejšie a najčastejšie používané výpočty v laboratórnej praxi v biologických disciplínach, látkové množstvo, hmotnostný, objemový a molový zlomok, molárna a hmotnostná koncentrácia, miešanie roztokov. Na záver skript sú zaradené kapitoly, v ktorých je vysvetlený pojem a význam štatistickej odchýlky v biologických experimentoch a kalibračnej krivky v analýzach biologických materiálov. Súčasťou týchto kapitol je aj názorná ukážka využitia programu Excel pri ich výpočte. Posledná kapitola obsahuje dodatok. Každá kapitola či podkapitola obsahuje teoretický úvod. Za úvodom nasleduje jeden alebo viac vyriešených vzorových príkladov, ukazujúcich, ako daný typ úlohy riešiť. Slovná odpoveď je označená znakom fajky. Na konci každej kapitoly a v kapitole sedem sú neriešené príklady, ktoré študentom umožnia precvičiť si vybrané typy úloh. Na konci, v kapitole desať, sú uvedené výsledky. Študenti tak majú možnosť ihneď si overiť správnosť svojich výpočtov.

Chcela by som sa vopred poďakovať všetkým kolegom, ale najmä študentom, ktorí ma upozornia na prípadné chyby, nedostatky, nepresnosti alebo nejasnosti v skriptách a tým mi pomôžu pri ich odstránení.

Autorka

# 1 Úvod

## 1.1 Fyzikálne veličiny

Laboratórne cvičenia sú základom pre získanie zručností pre ďalšiu experimentálnu činnosť. Pre správnu laboratórnu prax je dôležité, aby študenti zvládli základné výpočty, ktoré sú podmienkou úspešného zvládnutia experimentov. Jednou zo základných operácií v laboratóriu je príprava roztokov. Základom správnej prípravy roztokov sú výpočty. Pri výpočtoch a príprave roztokov je dôležité zorientovať sa, či ide o rozpúšťanie látok, miešanie roztokov, použitie čistých látok, atď. V mnohých prípadoch napomáha orientačný odhad výsledku, ktorý umožní vyvarovať sa hrubých chýb vo výpočtoch (napr. pri zmiešaní 20 % a 40 % roztoku bude výsledné zloženie v tomto rozmedzí).

Dôležité je tiež prevedenie slovného zadania na matematickou formu. K tomu využívame zápis pomocou veličín a vzťahov medzi nimi. Nevyhnutnou súčasťou je tiež správny prevod jednotiek.

Ako jediná sústava veličín a jednotiek bola u nás uzákonená Medzinárodná sústava fyzikálnych a technických veličín SI (Système International d'Unités, 1960). V tejto sústave rozlišujeme základné a odvodené veličiny a ich násobky, resp. diely (Tab. 1 a 2). Treba si uvedomiť, že značky veličiny píšeme *kurzívou* a značky jednotiek obyčajným, „rovným“ písmom. Rovnako je veľmi dôležité pri matematickom zápise dodržiavať veľké a malé písmená.

Tab. 1 Základné veličiny a jednotky SI

Veličina		Jednotka	
Názov	Značka	Názov	Značka
dĺžka	<i>l</i>	meter	m
hmotnosť	<i>m</i>	kilogram	kg
čas	<i>t</i>	sekunda	s
elektrický prúd	<i>I</i>	ampér	A
termodynamická teplota	<i>T</i>	kelvin	K
látkové množstvo	<i>n</i>	mól	mol
svietivosť	<i>I</i>	kandela	cd

Ovodené jednotky sústavy SI sú tie, ktoré sa dajú vyjadriť pomocou základných jednotiek. Tieto jednotky môžu mať aj vlastné značky, niektoré majú vlastný názov odvodenej jednotky (názvy sú hlavne po významných fyzikoch-tých ktorí sa zaslúžili o vzťah vo veličine) ako napríklad jednotka výkonu – w (watt), čo je vlastne množstvo vykonanej práce za čas. V laboratórnej praxi sa okrem základných veličín používajú najmä veličiny uvedené v Tab. 2.

Tab. 2 Odvođené veličiny a jednotky SI

Veličina		Jednotka	
Názov	Značka	Názov	Značka
objem	$V$	kubický meter	$m^3$
hustota	$\rho$	kilogram na kubický meter	$kg/m^3$
tlak	$p$	pascal	Pa
koncentrácia	$c$	mól na kubický centimeter	$mol/cm^3$
výkon	$P$	watt	W
elektrické napätie	$U$	volt	V
rýchlosť	$v$	meter za sekundu	m/s

V praxi sa používajú tiež niektoré jednotky mimo sústavy SI, vedľajšie jednotky. Sú to jednotky, ktoré sú uznávané ako použiteľné s jednotkami SI (Tab. 3). Vedľajšie jednotky sú jednotky, ktoré sú povolené pre svoju všeobecnú rozšírenosť a užitočnosť

Tab. 3 Vedľajšie veličiny a jednotky SI

Veličina		Jednotka	
Názov	Značka	Názov	Značka
teplota	$t$	stupeň Celzia	$^{\circ}C$
čas	$t$	minúta, hodina, deň..	min, h, d
objem	$V$	liter	l

V niektorých prípadoch, aby sme sa vyhli príliš malým alebo veľkým číselným hodnotám, je potrebné použiť diely, resp. násobky jednotiek SI. Tvoria sa z hlavných alebo vedľajších jednotiek násobením alebo delením vhodnú mocninou desiatich. Prednostne sa tvoria podľa tretej mocniny čísla desať (Tab. 4). Názov násobku alebo dielu jednotky sa skladá z normalizovanej predpony a názvu jednotky. Predpona sa spája s názvom do jedného slova. Značka predpony sa spája so značkou jednotky bez medzery. Pri tvorení názvu násobku alebo dielu jednotky sa používa iba jedna predpona.

Okrem predpôn s treťou mocninou je možné používať aj predpony odstupňované po jednom dekadickom rade. Tieto predpony sa používajú len v prípadoch, v ktorých sa bežne používali pred zavedením novej normy. Napríklad hektoliter – hl, dekagram – dag alebo centimeter – cm.

Tab. 4 Predpony pre násobné jednotky

Predpona		Násobok	
Názov	Značka		
yotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000	$10^{24}$
zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000	$10^{21}$
exa	E	1 000 000 000 000 000 000	$10^{18}$
peta	P	1 000 000 000 000 000	$10^{15}$
<b>tera</b>	<b>T</b>	<b>1 000 000 000 000</b>	<b><math>10^{12}</math></b>
<b>giga</b>	<b>G</b>	<b>1 000 000 000</b>	<b><math>10^9</math></b>
<b>mega</b>	<b>M</b>	<b>1 000 000</b>	<b><math>10^6</math></b>
<b>kilo</b>	<b>k</b>	<b>1 000</b>	<b><math>10^3</math></b>
<b>mili</b>	<b>m</b>	<b>0, 001</b>	<b><math>10^{-3}</math></b>
<b>mikro</b>	<b>μ</b>	<b>0, 000 001</b>	<b><math>10^{-6}</math></b>
<b>nano</b>	<b>n</b>	<b>0, 000 000 001</b>	<b><math>10^{-9}</math></b>
<b>piko</b>	<b>p</b>	<b>0, 000 000 000 001</b>	<b><math>10^{-12}</math></b>
femto	f	0, 000 000 000 000 001	$10^{-15}$
atto	a	0, 000 000 000 000 000 001	$10^{-18}$
zepto	z	0, 000 000 000 000 000 000 001	$10^{-21}$
yokto	y	0, 000 000 000 000 000 000 000 001	$10^{-24}$

Väčšina čísel, s ktorými počítame v laboratórnej praxi, sú nepresné (okrem koeficientov) a sú zaťažené chybou, ktorá môže pochádzať z merania alebo výpočtov. Presnosť čísla sa vyjadruje buď explicitne, napr.  $3,14 \pm 0,02$ , alebo implicitne, správnym počtom platných číslic, pričom posledné miesto je približné. V tomto prípade hodnota 3,14 obsahuje tri platné číslice: prvé dve číslice sú presné, posledná číslica je približná.

V praxi sa stretávame s približnými číslami bez uvedenia chyby. Správny výsledok preto zaokrúhľujeme na správny počet platných číslic. Pri zaokrúhľovaní platia nasledujúce pravidlá:

1. Vypustiť všetky číslice nižších poriadkov,
2. ak je číslica na ďalšom poriadku 5 a vyššia, zaokrúhlime číslicu požadovaného poriadku smerom nahor,
3. ak je číslica na ďalšom poriadku menšia než 5, ponechať číslice požadovaného poriadku nezmene.

Napríklad ak vážime na presných váhach s presnosťou na desatiny gramu a váženie opakujeme, výslednú hmotnosť vypočítame ako priemer všetkých vážení a dostaneme výsledok 7,125410 g. Hmotnosť zaokrúhlime na dve desatinné miesta, teda na 7,13, pričom prvé dve číslice sú presné a posledná je približná.

***Sčítat' a odčítat' môžeme len hodnoty rovnakých veličín vyjadrené v rovnakých jednotkách.***

## 1.2 Percentá a promile

Percento je stotina a promile tisícina celku, základu. Je to spôsob ako vyjadriť časť celku pomocou celého čísla. Potom pre percentá platí, že: 1 % - stotina základu, 10 % – desatina základu, 25 % – štvrtina základu, 50 % – polovica základu, 75 % – tri štvrtiny základu a 100 % je vždy základ (celok); pre promile: 1 ‰ – tisícina základu alebo 0,1 %; 5 ‰ = 0,5 %; 10 ‰ = 1 %.

*Pozn.: V slovenčine sa použitie znaku percenta riadi rovnakými pravidlami ako napr. symbol stupňa, takže napr. 10% (bez medzery medzi číslom a symbolom) znamená desaťpercentný (tzn. prídavné meno), 10 % (s medzerou) znamená desať percent (podstatné meno).*

**Príklad:** V tele človeka s hmotnosťou 60 kg je asi 39 kg vody. Koľko percent ľudského tela tvorí voda?

Najjednoduchšie príklad vypočítame priamou úmernosťou, kde základ je 60 kg, čo je 100 %.

*Riešenie:*

$$\begin{array}{l} 60 \text{ kg} \dots\dots\dots 100 \% \\ \underline{39 \text{ kg} \dots\dots\dots x \%} \\ x = \frac{39 \cdot 100}{60} = 65 \% \end{array}$$

✓ Voda tvorí 65 % ľudského tela.

### 1.2.1 Príklady na precvičenie:

1. Vypočítajte 1% z týchto čísel:
  - a) 230
  - b) 33
  - c) 0,43
  - d) 8400
  - e) 7,8
  - f) 0,34
2. Koľkokrát viac ako 1 % z toho istého množstva je: 10 %; 2,5 %; 15 %; 120 %; 88 %.
3. Dĺžka stehennej kosti tvorí 27,5 % výšky človeka. Ak niečia stehenná kosť meria 46,75 cm, aký je vysoký?
4. Účastníkovi nehody namerali 1,2 ‰ alkoholu v krvi. V tele ma 6 kg krvi. Koľko g alkoholu má v krvi?
5. Vypočítajte, aké množstvo sacharózy potrebujeme na prípravu 100 g 50% roztoku.
6. V lekárničke má byť 3% roztok  $H_2O_2$ . Vypočítajte, koľko 33% peroxidu vodíka potrebujeme na zarobenie 500 ml tohto roztoku.
7. Vodný roztok, ktorého hmotnosť je 200g, obsahuje 20g chloridu sodného. Koľko percentný roztok NaCl máme k dispozícii?
8. Bronz je tuhý roztok medi a cínu. Vypočítajte hmotnosť Sn v 4 kg bronzu, ak bronz obsahuje 15% cínu.
9. Koľko gramov síranu meďnatého obsahuje 12g látky, ktorej čistota je 98,2 %?
10. Koľko % nečistôt obsahuje NaOH, ak sme stanovením zistili, že 2 g hydroxidu obsahovali 0,1169g NaCl?
11. Koľko % vody obsahuje vzorka, ak sme navážili 5,0268 g a po vysušení sme získali 1,1478 g sušiny?
12. Koľko g predstavuje sušina, ak obsah vody v 2,3579 g vzorky bol 84,5 %?
13. Vypočítajte hmotnosť NaCl v 1 kg roztoku, ak roztok obsahuje 1,5 % NaCl.
14. V 500 ml postreku je 5 ml účinnej látky. Koľko je to promile?
15. Zlatá minca obsahuje 900 ‰ čistého zlata. Minca má hmotnosť 950g. Koľko gramov tvorí zlato?



## 2. Názvoslovie anorganických zlúčenín

Názvoslovie sa skladá z názvu chemickej zlúčeniny a jej chemického vzorca. Pri tvorbe názvu je základným pojmom oxidačný stupeň, alebo aj oxidačné číslo. Oxidačné číslo nie je fyzikálna veličina, slúži len ako pomôcka pri tvorbe názvoslovía anorganických zlúčenín. Jeho hodnota sa zapisuje rímskymi číslicami ako horný index napravo od atómu (resp. skupiny atómov) a pohybuje sa v intervale od -IV do VIII. V slovenskom názvosloví sa názov zlúčeniny skladá z podstatného a prídavného mena (napr. chlorid sodný).

Pravidlá pre určovanie oxidačného čísla

1. **Oxidačné číslo atómu v elementárnom stave sa rovná nule** ( $\text{Ag}^0$ ,  $\text{Na}^0$ ,  $\text{N}_2^0$ ,  $\text{O}_2^0$ ,  $\text{P}_4^0$ );
2. **Súčet oxidačných čísel v molekule sa rovná nule**  
 $\text{Na}_2^{\text{I}}\text{S}^{\text{VI}}\text{O}_4^{-\text{II}}$  ( $2 \cdot \text{I} + 1 \cdot \text{VI} + 4 \cdot (-\text{II}) = 0$ );
3. **Oxidačné číslo kyslíka je najčastejšie -2,**
  - oxidačné číslo kyslíka v peroxidoch  $\text{O}_2^{\text{II}}$  ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ),
  - oxidačné číslo kyslíka v hyperoxidoch  $\text{O}_2^{-\text{I}}$  ( $\text{KO}_2$ ),
  - oxidačné číslo kyslíka v ozonidoch  $\text{O}_3^{-\text{I}}$  ( $\text{KO}_3$ ),
  - kladné oxidačné číslo má kyslík len v zlúčeninách s fluórom ( $\text{O}^{\text{II}}\text{F}_2$ );
4. **Oxidačné číslo fluóru je vždy -1;** aj Cl, Br, I (+ výnimky)
5. **Oxidačné číslo vodíka je najčastejšie +1;**
  - oxidačné číslo vodíka v hydridoch je -1 ( $\text{LiH}$ ,  $\text{NaH}$ ,  $\text{KH}$ ,  $\text{CaH}_2$ );
6. **Oxidačné číslo alkalických kovov je +1** (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr);
7. **Oxidačné číslo kovov alkalických zemín je +2** (Ca, Sr, Ba)

Chemický vzorec má dve časti aniónovú a kationovú. Podstatné meno je odvodené od elektronegatívnejšieho prvku vo vzorci (aniónu) a uvádza sa vždy prvé. Prídavné meno je odvodené od prvku s menšou elektronegativitou (kation) a uvádza sa druhé. Prídavné meno sa končí príponou podľa oxidačného čísla, napr. NaCl – chlorid sodný.

Tab. 5 Názvoslovné přípony pro kladné oxidační čísla atomů

Ox. číslo	Přípona kationův	Příklad	Přípona anionův	Příklad	Přípona kyselin	Příklad			
I	-ny/ný	$\text{Cl}^{\text{I}}_2\text{O}$	Oxid chlórny	-nan	$\text{NaCl}^{\text{I}}\text{O}$	Chlórnan sodný	-na/ná	$\text{HCl}^{\text{I}}\text{O}$	Kys. chlórna
II	-natý	$\text{Fe}^{\text{II}}\text{SO}_4$	Síran železnatý	-natan	$\text{Na}_2\text{Sn}^{\text{II}}\text{O}_2$	Cínatan sodný	-natá	$\text{H}_2\text{Sn}^{\text{II}}\text{O}_2$	Kys. cínatá
III	-itý	$\text{Al}^{\text{III}}(\text{OH})_3$	Hydroxid hlinitý	-itan	$\text{Ca}_3(\text{B}^{\text{III}}\text{O}_3)_2$	Boritan vápenatý	-itá	$\text{H}_3\text{B}^{\text{III}}\text{O}_3$	Kys. boritá
IV	-ičitý	$\text{Ti}^{\text{IV}}(\text{OH})_4$	Hydroxid titaničitý	-ičitan	$\text{CaC}^{\text{IV}}\text{O}_3$	Uhličitan vápenatý	-ičitá	$\text{H}_2\text{C}^{\text{IV}}\text{O}_3$	Kys. uhličitá
V	-ičný/ -ečný	$\text{V}^{\text{V}}_2\text{O}_5$	Oxid vanadičný	-ičnan/ -ečnan	$\text{NaN}^{\text{III}}\text{O}_3$	Dusičnan sodný	-ičná/ -ečná	$\text{HN}^{\text{V}}\text{O}_3$	Kys. dusičná
VI	-ový	$\text{Te}^{\text{VI}}\text{O}_3$	Oxid telurový	-an	$\text{Na}_2\text{S}^{\text{VI}}\text{O}_4$	Síran sodný	-ová	$\text{H}_2\text{S}^{\text{VI}}\text{O}_4$	Kys. sírová
VII	-istý	$\text{Mn}^{\text{VII}}_2\text{O}_7$	Oxid manganistý	-istan	$\text{KMn}^{\text{VII}}\text{O}_4$	Manganistan draselný	-istá	$\text{HMn}^{\text{VII}}\text{O}_4$	Kys. manganistá
VIII	-ičelý	$\text{Ru}^{\text{VIII}}\text{O}_4$	Oxid ruteničelý	-ičelan	$\text{K}_2\text{H}_2\text{Os}^{\text{VIII}}\text{O}_4$	Dihydrogenosmičelan draselný	-ičelá	$\text{H}_4\text{Xe}^{\text{VIII}}\text{O}_6$	Kys. xenoničelá

## 2.1 Názvoslovie oxidov

**Oxidy** sú zlúčeniny katiónov  $R^{(+x)}$  s aniónom  $O^{2-}$

Všeobecný vzorec  **$R_2O_x$**

Názov sa skladá z podstatného mena **oxid**; prídavného mena, vytvoreného z názvu prvku R s názvoslovnou príponou, zodpovedajúcou oxidačnému číslu:

Ox. číslo	Prípona	Vzorec	Názov	Ox. číslo	Prípona	Vzorec	Názov
I	-ný	Na <sub>2</sub> O Cu <sub>2</sub> O Cl <sub>2</sub> O N <sub>2</sub> O	Oxid sodný Oxid meďný Oxid chlórny Oxid dusný	V	-ečný -ičný	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>5</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Oxid fosforečný Oxid vanadičný Oxid chlorený Oxid dusičný
II	-natý	FeO CuO MgO NO	Oxid železnatý Oxid meďnatý Oxid horečnatý Oxid dusnatý	VI	-ový	SO <sub>3</sub> CrO <sub>3</sub> TeO <sub>3</sub> WO <sub>3</sub>	Oxid sírový Oxid chrómový Oxid telúrový Oxid volfrámový
III	-itý	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Oxid železitý Oxid hlinitý Oxid chloritý Oxid dusitý	VII	-istý	I <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Oxid joditý Oxid renitý Oxid chloritý Oxid manganitý
IV	-ičitý	SO <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> SiO <sub>2</sub> NO <sub>2</sub>	Oxid siričitý Oxid uhličitý Oxid kremičitý Oxid dusičitý	VIII	-ičelý	OsO <sub>4</sub> RuO <sub>4</sub> XeO <sub>4</sub>	Oxid osmičelý Oxid ruteničelý Oxid xenoníčelý

## 2.2 Názvoslovie hydroxidov

**Hydroxidy** sú zlúčeniny katiónov  $R^{(+x)}$  s aniónom  $OH^-$

Všeobecný vzorec  **$R(OH)_x$**

Názov sa skladá z podstatného mena **hydroxid** a prídavného mena, vytvoreného z názvu prvku R s názvoslovnou príponou, zodpovedajúcou oxidačnému číslu

Oxidačné číslo	Vzorec	Názov	Vzorec	Názov
I	LiOH KOH	Hydroxid lítny Hydroxid draselný	NaOH NH <sub>4</sub> OH	Hydroxid sodný Hydroxid amónny
II	Mg(OH) <sub>2</sub> Zn(OH) <sub>2</sub>	Hydroxid horečnatý Hydroxid zinočnatý	Ca(OH) <sub>2</sub> Co(OH) <sub>2</sub>	Hydroxid vápenatý Hydroxid kobaltnatý
III	Al(OH) <sub>3</sub> Fe(OH) <sub>3</sub>	Hydroxid hlinitý Hydroxid železitý	Ga(OH) <sub>3</sub> Cr(OH) <sub>3</sub>	Hydroxid gálitý Hydroxid chromitý
IV	Ti(OH) <sub>4</sub> Sn(OH) <sub>4</sub>	Hydroxid titaničitý Hydroxid ciničitý	Zr(OH) <sub>4</sub> Ru(OH) <sub>4</sub>	Hydroxid zirkoničitý Hydroxid ruteničitý

## 2.3 Názvoslovie binárnych zlúčenín vodíka

**Binárne zlúčeniny vodíka** sú zlúčeniny katiónov  $H^+$  s nekovmi  $An^{x-}$

Všeobecný vzorec  $H_xAn$

Názov sa skladá z podstatného mena, vytvoreného z názvu prvku alebo skupiny An so spojkou -o- a slova vodík

Príklady	Ox. číslo	Vzorec	Názov	Vzorec	Názov
	I		HF	Fluorovodík	HCl
		HBr	Bromovodík	HI	Jodovodík
II		H <sub>2</sub> S	Sulfán	H <sub>2</sub> Se	Selenovodík
		HCN	Kyanovodík	HSCN	Rodanovodík
Výnimky	III	NH <sub>3</sub>	Amoniak	PH <sub>3</sub>	Fosfán
		AsH <sub>3</sub>	Arzán	SbH <sub>3</sub>	Stibán
		BiH <sub>3</sub>	Bizmután	C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub>	Uhl'ovodíky

**Kyseliny** sú zlúčeniny, ktoré vo vodnom roztoku sú schopné odštepovať protóny  $H^+$  alebo kladné nabité častice.

Všeobecný vzorec  $H_xAn$

Názov sa skladá z podstatného mena **kyselina** a prídavného mena, ktoré charakterizuje anión.

**Bezokyslíkaté kyseliny** sú zlúčeniny katiónov  $H^+$  s nekovmi  $An^{x-}$ , ktoré sa pohltili vo vode za súčasnej disociácie. Názov sa skladá z podstatného mena **kyselina** a prídavného mena, vytvoreného z názvu prvku alebo skupiny An so spojkou -o- a slova **vodík** s príponou **-ová**.

Ox. číslo	Vzorec	Názov	Vzorec	Názov
I	HF	Kyselina fluorovodíková	HCl	Kyselina chlorovodíková
	HBr	Kyselina bromovodíková	HI	Kyselina jodovodíková
II	H <sub>2</sub> S	Kyselina sírovodíková	H <sub>2</sub> Se	Kyselina selenovodíková
	HCN	Kyselina kyanovodíková	HSCN	Kyselina rodanovodíková

**Soli bezokyslíkatých kyselín** sú soli, vznikajúce neutralizáciou bezokyslíkatých kyselín. Názov sa skladá z podstatného mena, vytvoreného z názvu kyselinotvorného prvku **R** s príponou **-id** a prídavného mena, vytvoreného z názvu **katiónu** s príponou, zodpovedajúcej oxidačnému číslu.

Ox. číslo	Vzorec	Názov	Vzorec	Názov
I	NaBr	Bromid sodný	KI	Jodid draselný
II	MgCl <sub>2</sub>	Chlorid horečnatý	NiS	Sulfid nikelnatý
III	AlCl <sub>3</sub>	Chlorid hlinitý	Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Sulfid železitý
IV	SiS <sub>2</sub>	Sulfid kremičitý	TeBr <sub>4</sub>	Bromid teluričitý
V	PCl <sub>5</sub>	Chlorid fosforečný	As <sub>2</sub> S <sub>5</sub>	Sulfid arzeničný
VI	SF <sub>6</sub>	Fluorid sírový	PtF <sub>6</sub>	Fluorid platinový
VII	BrF <sub>7</sub>	Fluorid bromistý	IF <sub>7</sub>	Fluorid jodistý

## 2.4 Názvoslovie kyslíkatých kyselín a ich solí

**Kyslíkaté kyseliny** – skladajú sa z vodíka  $\text{H}^{+I}$ , kyselinotvorného prvku s oxidačným číslom podľa prípony v názve a kyslíka  $\text{O}^{-II}$ . Sú zlúčeniny oxidov s vodou. Názov sa skladá z podstatného mena *kyselina* a prídavného mena, vytvoreného z názvu prvku **R** s názvoslovnou príponou, zodpovedajúcou oxidačnému číslu.

Molekula je navonok elektroneutrálna, preto indexami upravíme počet atómov na najmenší spoločný násobok, napr. kyselina dusičná  $\text{H}^{+I}\text{N}^{+V}\text{O}^{-II}_3$   $((1 \times 1) + (1 \times 5) + (3 \times -2) = 0)$

- kys. s nepárnym oxidačným číslom majú 1  $\text{H}^+$  napr.  $\text{H}^{+I}\text{Cl}^{+III}\text{O}^{-II}_2$
- kys. s párnym oxidačným číslom majú 2  $\text{H}^+$  napr.  $\text{H}^{+I}_2\text{S}^{+VI}\text{O}^{-II}_4$
- ak neplatí vyššie uvedené, počet vodíkov je uvedený v názve, napr. kyselina trihydrogenboritá  $\text{H}^{+I}_3\text{B}^{+III}\text{O}^{-II}_3$

Výnimkou je kyselina fosforečná  $\text{H}^{+I}_3\text{P}^{+V}\text{O}^{-II}_4$ , kde sa počet vodíkov neuvádza.

Ox. číslo	Vzorec	Názov	Vzorec	Názov
I	HClO	Kyselina chlórna	HBrO	Kyselina brómna
II	H <sub>2</sub> SnO <sub>2</sub>	Kyselina cínatá	H <sub>2</sub> PbO <sub>2</sub>	Kyselina olovnatá
III	HClO <sub>2</sub>	Kyselina chloritá	HNO <sub>2</sub>	Kyselina dusitá
IV	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Kyselina uhličitá	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Kyselina kremičitá
V	HClO <sub>3</sub>	Kyselina chlorečná	HNO <sub>3</sub>	Kyselina dusičná
VI	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kyselina sírová	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Kyselina chrómová
VII	HClO <sub>4</sub>	Kyselina chloristá	HMnO <sub>4</sub>	Kyselina manganistá
VIII	H <sub>4</sub> XeO <sub>6</sub>	Kyselina zenoničelá	H <sub>4</sub> OsO <sub>6</sub>	Kyselina osmičelá

Kyseliny, ktoré obsahujú v molekule jeden atóm kyselinotvorného prvku **R** s rovnakým oxidačným číslom, a líšia sa len počtom atómov vodíka a kyslíka. Názov sa skladá z podstatného mena *kyselina* a prídavného mena, vytvoreného z názvoslovnej jednotky hydrogen s číslovkovou predponou, charakterizujúcou počet atómov vodíka, a názvu prvku **R** s názvoslovnou príponou, zodpovedajúcou oxidačnému číslu.

Vzorec	Názov	Vzorec	Názov
HBO <sub>2</sub>	Kyselina hydrogenboritá	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Kyselina trihydrogenboritá
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Kyselina dihydrogenkremičitá	H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	Kyselina tetrshydrogenkremičitá
HPO <sub>3</sub>	Kyselina hydrogenfosforečná	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Kyselina trihydrogenfosforečná
H <sub>2</sub> TeO <sub>4</sub>	Kyselina dihydrogentelúrová	H <sub>6</sub> TeO <sub>6</sub>	Kyselina hexahydrogentelúrová

**Izopolykyseliny** sú kyseliny, ktoré obsahujú v molekule niekoľko atómov kyselinotvorného prvku **R** s rovnakým oxidačným číslom. Názov sa skladá z podstatného mena *kyselina* a prídavného mena, vytvoreného z názvoslovnej jednotky hydrogen s číslovkovou predponou, charakterizujúcou počet atómov vodíka, a názvu prvku **R** s číslovkovou predponou, charakterizujúcou počet atómov kyselinotvorného prvku, a názvoslovnou príponou, zodpovedajúcou oxidačnému číslu.

Vzorec	Názov	Vzorec	Názov
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Kyselina trihydrogenfosforečná	H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Kyselina tetrahydrogendifosforečná
H <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	Kyselina pentahydrogentrifosforečná	H <sub>6</sub> P <sub>4</sub> O <sub>13</sub>	Kyselina hexahydrogentetrafosforečná
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kyselina dihydrogensírová	H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Kyselina dihydrogendisírová
H <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	Kyselina dihydrogentrisírová	H <sub>2</sub> S <sub>4</sub> O <sub>13</sub>	Kyselina dihydrogentetrasírová

**Soli kyslíkatých kyselín** sú soli, vznikajúce neutralizáciou kyslíkatých kyselín. Názov sa skladá z podstatného mena, vytvoreného z názvu kyselinotvorného prvku **R** s príponou zodpovedajúcou oxidačnému číslu a prídavného mena, vytvoreného z názvu **katiónu**, zodpovedajúcou oxidačnému číslu.

Ox. číslo	Vzorec	Názov	Vzorec	Názov
I	KClO	Chlórnan draselný	KBrO	Bromnan draselný
II	Na <sub>2</sub> SnO <sub>2</sub>	Cínatan sodný	CaPbO <sub>2</sub>	Olovnatan vápenatý
III	NaClO <sub>2</sub>	Chloritan sodný	KNO <sub>2</sub>	Dusitan draselný
IV	MgCO <sub>3</sub>	Uhličitan horečnatý	CaSiO <sub>3</sub>	Kremičitan vápenatý
V	KClO <sub>3</sub>	Chlorečnan draselný	NaNO <sub>3</sub>	Dusičnan sodný
VI	CaSO <sub>4</sub>	Síran vápenatý	BaCrO <sub>4</sub>	Chroman bárnatý
VII	KClO <sub>4</sub>	Chloristan draselný	KMnO <sub>4</sub>	Manganistan draselný

Počet atómov v molekule sa udáva základnými gréckymi číslovkami. Počet atómových skupín sa udáva násobnými gréckymi číslovkami a názov atómovej skupiny sa píše do zátvoriek.

Vzorec	Názov
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Dichroman didraselný
K <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	Trifosforečnan pentadraselný
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Dichroman diamónny

**Hydrogensoli** sú soli, ktoré obsahujú vo svojom anióne atóm vodíka.

Názov sa skladá z podstatného mena, vytvoreného z názvoslovnej jednotky **hydrogen** s číslovkovou predponou, charakterizujúcou **počet atómov vodíka v anióne soli** a názvu kyselinotvorného prvku **R** s príponou, zodpovedajúcou oxidačnému číslu a prídavného mena, vytvoreného z názvu **katiónu** s príponou, zodpovedajúcou oxidačnému číslu

Vzorec	Názov	Vzorec	Názov
NaHS	Hydrogensulfid sodný	NH <sub>4</sub> HF <sub>2</sub>	Hydrogendifluorid amónny
Na <sub>2</sub> HAsO <sub>3</sub>	Hydrogenarzenitan sodný	Na <sub>2</sub> HAsO <sub>4</sub>	Hydrogenarzeničnan disodný
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Hydrogenfosforečnan disodný	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dihydrogenfosforečnan sodný
CaHPO <sub>4</sub>	Hydrogenfosforečnan vápenatý	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Bis(dihydrogenfosforečnan) vápenatý
NaHSO <sub>3</sub>	Hydrogensiričitan sodný	KHSO <sub>4</sub>	Hydrogensíran draselný

**Hydráty** - sú chemické látky, ktoré v kryštáloch obsahujú molekuly rozpúšťadla – **vody**. Medzi hydráty solí patrí rad nerastov známych pod mineralogickými názvami, napr. sádrovec,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (dihydrát síranu vápenatého). Mnohé hydráty solí sú známe pod triviálnymi názvami.

Vzorec	Názov
$\text{LiNO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$	Hemihydrát dusičnanu litného
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Dihydrát síranu vápenatého
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Pentahydrát síranu meďnatého
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Heptahydrát síranu železnatého
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Dekahydrát síranu disodného
$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Dodekahydrát fosforečnanu trisodného

### 2.4.1 Príklady na precvičenie:

1. Napíšte oxidačné stupne prvkov v zlúčeninách:

- a) Fe
- b)  $\text{Cl}_2$
- c) CaO
- d)  $\text{N}_2\text{O}_5$
- e)  $\text{H}_2\text{CO}_3$
- f) HF
- g)  $\text{KNO}_3$
- h)  $\text{HNO}_2$
- i)  $\text{K}_2\text{HPO}_4$
- j)  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$

2. Napíšte vzorce oxidov:

- a) Oxid rubídny
- b) Oxid vanadičný
- c) Oxid lítny
- d) Oxid dusný
- e) Oxid boritý

3. Napíšte názvy oxidov

- a)  $\text{GeO}_2$
- b) NO
- c)  $\text{SO}_3$
- d)  $\text{N}_2\text{O}_3$
- e)  $\text{CO}_2$
- f)  $\text{Cl}_2\text{O}_7$

4. Napíšte vzorce kyselín a hydroxidov:

- a) Kyselina sírová
- b) Kyselina arzenitá
- c) Kyselina uhličitá
- d) Kyselina dusičná
- e) Kyselina dihydrogenkremičitá

- f) Hydroxid lítny
- g) Hydroxid olovičitý
- h) Hydroxid kobaltitý
- i) Hydroxid sodný

5. Napište názvy kyselín a hydroxidov:

- a)  $\text{H}_3\text{AsO}_4$
- b)  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$
- c)  $\text{H}_2\text{S}$
- d)  $\text{HCrO}_2$
- e)  $\text{H}_2\text{SO}_3$
- f)  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- g)  $\text{HCl}$
- h)  $\text{AgOH}$
- i)  $\text{Sn}(\text{OH})_4$
- j)  $\text{KOH}$
- k)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$

6. Napište vzorce zlúčenín:

- a) siričitan sodný
- b) selenan lítny
- c) dusičnan vápenatý
- d) síran draselný
- e) chlorid hlinitý
- f) jodid draselný
- g) sulfid železnatý
- h) dusičnan draselný
- i) síran železitý
- j) dekahydrát uhličitanu sodného
- k) heptahydrát síranu horečnatého

7. Napište názvy zlúčenín:

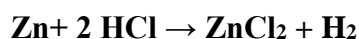
- a)  $\text{NaCl}$
- b)  $\text{CuSO}_4$
- c)  $\text{NaNO}_3$
- d)  $\text{KCl}$
- e)  $\text{CaCO}_3$
- f)  $\text{Zn}(\text{HCO}_3)_2$
- g)  $\text{Sr}(\text{ClO})_2$
- h)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$
- i)  $\text{K}_2\text{SO}_4$
- j)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
- k)  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$



### 3 Množstvo látky

Na uskutočnenie chemickej reakcie v požadovanom rozsahu potrebujeme vedieť, aké množstvá látok majú do danej reakcie vstupovať. Chemický vzorec hovorí, koľko atómov určitých prvkov sa musí spojiť, aby vznikla daná zlúčenina. Nie je však potrebné počítať skutočný počet atómov zúčastňujúcich sa danej reakcie, stačí nám vedieť správny pomer medzi množstvami jednotlivých atómov. Pri zápise chemických reakcií chemickými rovnicami sa v rovniciach neuvádza ani pomer hmotností ani objemov jednotlivých látok, ale uvádza sa počet navzájom reagujúcich, resp. vznikajúcich častíc. Pri riešení chemických úloh neberieme do úvahy jednotlivé atómy či molekuly, ale látkové množstvo dané určitým počtom častíc, teda atómov, molekúl, iónov apod.

Počet molov, ktoré vstupujú do chemickej reakcie máme vyjadrený aj v chemickej rovnici:



a pomer látkových množstiev je **1 : 2 : 1 : 1**.

Množstvo látky môžeme vyjadriť:

- Počtom častíc
- Látkovým množstvom
- Hmotnosťou
- Objemom

#### 3.1 Látkove množstvo

**Látkove množstvo** ( $n$ ) je fyzikálna veličina, ktorá vyjadruje pomer počtu základných častíc látky k počtu častíc v 12 g izotopu uhlíka  $^{12}\text{C}$ . Jednotkou látkového množstva je mol. Látkové množstvo je určené vzťahom:

$$n = \frac{N}{N_A}$$

kde  $n$  je látkové množstvo,  $N$  je počet základných častíc v látke a  $N_A$  je Avogadrova konštanta ( $\text{mol}^{-1}$ ).

$$N_A = 6,022\,140\,76 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Z uvedeného vyplýva, že **1 mol** je množstvo látky, ktoré **obsahuje  $6,022 \cdot 10^{23}$  častíc** (molekúl, atómov, iónov).

**Príklad:** Aké látkové množstvo predstavuje  $1,806 \cdot 10^{23}$  atómov uhlíka?

*Riešenie*

$$N=1,806 \cdot 10^{23}$$

$$N_A=6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$n=?$$

Napíšeme rovnicu, doplníme známe hodnoty a vypočítame:

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{1,806 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 0,3 \text{ mol}$$

✓ Dané množstvo predstavuje 0,3 molu atómov uhlíka.

**Príklad:** Koľko fluoridových aniónov a vápenatých kationov sa nachádza v  $1,589 \cdot 10^{-6}$  mol fluoridu vápenatého?

*Riešenie*

Fluorid vápenatý ionizuje podľa rovnice



Látkové množstvo vápenatých kationov je teda také isté, ako je látkové množstvo fluoridu vápenatého, zatiaľ čo látkové množstvo fluoridových aniónov je dvakrát väčšie.

Podľa vzťahu pre výpočet látkového množstva:

$$N(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{Ca}^{2+}) \cdot N_A = 1,589 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 9,569 \cdot 10^{17}$$

$$N(\text{F}^-) = 2 \cdot N(\text{Ca}^{2+}) = 2 \cdot 9,569 \cdot 10^{17} = 1,914 \cdot 10^{18}$$

✓ V  $1,589 \cdot 10^{-6}$  mol fluoridu vápenatého sa nachádza  $9,569 \cdot 10^{17}$  vápenatých kationov a  $1,914 \cdot 10^{18}$  fluoridových aniónov.

**Látkové množstvo** môžeme tiež vyjadriť ako podiel hmotnosti látky a jej molovej hmotnosti:

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

Základnou jednotkou molovej hmotnosti je kilogram na mol ( $\text{kg mol}^{-1}$ ), avšak častejšie sa používa jednotka gram na mol ( $\text{g mol}^{-1}$ ). Ak sa použije táto jednotka, molová hmotnosť látky A sa číselne rovná:

- relatívnej atómovej hmotnosti  $A_r(A)$ , ak látka A je prvok,
- relatívnej molekulovej hmotnosti  $M_r(A)$ , ak látka A je zlúčenina.

**Kedže atómy alebo molekuly rôznych prvkov alebo zlúčenín majú rôzne hmotnosti, tak aj 1 mol rôznych látok má odlišnú hmotnosť.**

Napríklad:

- 1 mol molekúl vody  $\text{H}_2\text{O}$  ( $6,022 \cdot 10^{23}$  molekúl) váži 18 g
- 1 mol molekúl  $\text{H}_2$  ( $6,022 \cdot 10^{23}$  molekúl) váži 2 g

**Príklad:** V reakcii hydroxidu draselného s kyselinou sírovou zreagovalo  $2,551 \cdot 10^{-4}$  mol hydroxidu draselného a vzniklo  $2,222 \cdot 10^{-2}$  g síranu draselného. Vypočítajte hmotnosť zreagovaného hydroxidu draselného a látkové množstvo vzniknutého síranu draselného.

*Riešenie*

$$n(\text{KOH}) = 2,551 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$M(\text{KOH}) = 56,1056 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 2,222 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174,259 \text{ g/mol}$$

Obidva výpočty uskutočníme podľa vzťahu pre výpočet látkového množstva:

$$m(\text{KOH}) = n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH})$$
$$m(\text{KOH}) = 2,551 \cdot 10^{-4} \cdot 56,1056 = 1,431 \cdot 10^{-2} \text{ g} = 0,0143 \text{ g}$$

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{K}_2\text{SO}_4)}{M(\text{K}_2\text{SO}_4)}$$

Po dosadení do vzorca dostaneme:

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = 1,275 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

- ✓ V reakcii zreagovalo 0,0143 g hydroxidu draselného a vzniklo  $1,275 \cdot 10^{-4}$  mol síranu draselného.

**Látkové množstvo** môžeme tiež vyjadriť ako podiel objemu látky a molárneho objemu:

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

Podľa Avogadrovho zákona 1 mol plynnej látky za štandardných podmienok (teplota  $t_0 = 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$  a tlaku  $p_0 = 101\,325 \text{ Pa}$ ) má objem  $22,41 \text{ dm}^3$ , alebo  $22,41 \text{ l}$  (vo vzorci značíme molárny objem ako  $V_m$ ).

**Príklad:** Vypočítajte látkové množstvo 39 dm<sup>3</sup> vodíka za štandardných podmienok.

*Riešenie*

$$V = 39 \text{ dm}^3$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3$$

$$n = ?$$

Do rovnice pre výpočet látkového množstva doplníme známe hodnoty a vypočítame:

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{39}{22,41} = 1,74 \text{ mol}$$

✓ Dané množstvo vodíka predstavuje 1,74 mol.

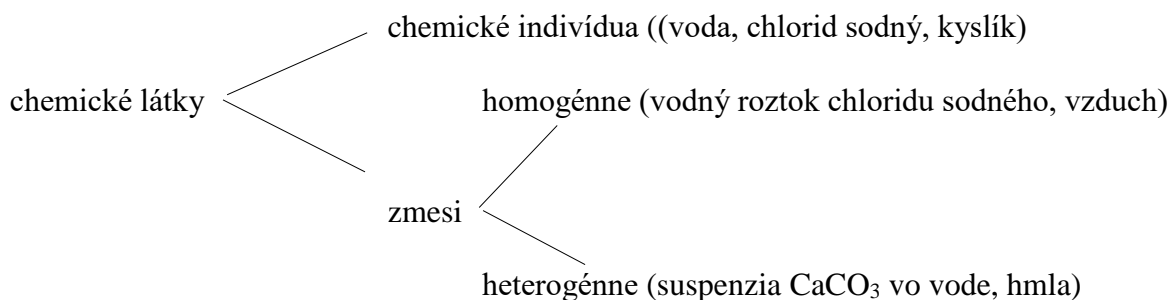
### 3.1.1 Príklady na precvičenie:

1. Koľko molekúl obsahujú tri moly dusíka  $N_2$ ?
2. Vypočítajte počet molekúl oxidu dusnatého v nádobe, ktorá obsahuje 4,5 mol tohto plynu.
3. Aké látkové množstvo predstavuje  $1,806 \cdot 10^{27}$  atómov uhlíka?
4. Máme 46 g oxidu dusičného. Vypočítajte látkové množstvo.  $A_r(N) = 14,01$ ,  $A_r(O) = 16$
5. Vypočítajte látkové množstvo  $39 \text{ dm}^3$  vodíka za normálnych podmienok.
6. Máme 62 g oxidu siričitého. Vypočítajte látkové množstvo.  $A_r(O) = 16$ ,  $A_r(S) = 32,07$
7. Vypočítajte objem 6 mol etánu za normálnych podmienok.
8. Vypočítajte látkové množstvo  $4 \cdot 10^{23}$  molekúl oxidu uhličitého.
9. Aká je hmotnosť 13 mol dusíku? ( $A_r(N) = 14,01$ )
10. Vypočítajte, koľko je molekúl v  $2 \cdot 10^{23}$  mol oxidu uhličitého.
11. Vypočítajte hmotnosť  $49 \text{ dm}^3$  oxidu sírového (objem za normálnych podmienok).  
 $A_r(S) = 32,07$ ,  $A_r(O) = 16$
12. Aký je objem 54 g oxidu uhoľnatého?  $A_r(C) = 12,01$ ,  $A_r(O) = 16$
13. Koľko molekúl je v 21 g vodíka?  $A_r(H) = 1,01$
14. Aká je hmotnosť  $1 \cdot 10^{23}$  molekúl dusíka?  $A_r(N) = 14,01$
15. Aký je objem  $5 \cdot 10^{23}$  molekúl kyslíka za normálnych podmienok.
16. Koľko molekúl je v  $50 \text{ dm}^3$  oxidu uhličitého za normálnych podmienok.
17. Vypočítajte počet molekúl oxidu dusnatého v nádobe, ktorá obsahuje 4,5 mol tohto plynu.
18. Vypočítajte látkové množstvo:
  - a)  $2,58 \cdot 10^{27}$  atómov hliníka
  - b)  $5,55 \cdot 10^{19}$  sodných katiónov
  - c)  $8,68 \cdot 10^{22}$  chloridových aniónov
  - d)  $1,75 \cdot 10^{25}$  molekúl bieleho fosforu ( $P_4$ )
19. Vypočítajte, koľko je molekúl v  $19 \cdot 10^{23}$  mol oxidu dusičného
20. Aký je objem 39 g kyslíku?  $A_r(O) = 16$

## 4 Pomerné zloženie sústav – $w$ , $x$ , $\varphi$

V praxi sa zriedkavo stretávame s čistými látkami; prakticky všetko, čo nás obklopuje, sú zmesi, systémy obsahujúce viac chemických látok. Množstvo jednotlivých zložiek v zmesi vyjadrujeme rôznymi spôsobmi, podľa praktickosti.

Chemické látky klasifikujeme:



Základné chemické výpočty, ktoré sú založené na sledovaní prvkov a zlúčenín **pri chemických reakciách** a v akých pomeroch sa navzájom zlučujú nazývame stechiometrické výpočty.

K stechiometrickým výpočtom zaraďujeme:

1. Výpočet **hmotnostného zloženia** chemických zlúčenín
2. Výpočet stechiometrického (empirického) vzorca chemickej zlúčeniny.
3. Výpočet **molového, hmotnostného, objemového** pomeru reaktantov, produktov na základe rovníc chemických reakcií.

### Zloženie zlúčenín:

- na vyjadrenie **množstva zložky a sústavy** môžeme použiť tri veličiny: látkové množstvo ( $n$ ), hmotnosť ( $m$ ) a objem ( $V$ )
- **zloženie sústavy** môžeme vyjadriť zlomkami ( $x$ ,  $w$ ,  $\varphi$ ) a pomernými údajmi látkového množstva, hmotnosti, objemu jednotlivých zložiek

### 4.1 Hmotnostný zlomok

Hmotnostný zlomok zložky A sa označuje  $w_A$  (weight) a určuje podiel hmotnosti zložky A na hmotnosti celej zmesi  $m$  (g):

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

Kde  $m_A$  je hmotnosť zložky A a  $m_S$  je hmotnosť sústavy, zmesi.

Pre určenie hmotnostného zlomku roztoku môžeme v menovateli použiť hmotnosť roztoku, ktorú vypočítame ako súčet hmotnosti rozpustenej látky A (napr. NaCl) a hmotnosti rozpúšťadla (napr. voda).

Ak chceme vyjadriť zloženie zmesi hmotnostným percentom, potom hmotnostný zlomok násobíme 100 krát, napríklad:

$$w = 0,11 = 11 \%$$

**Hmotnostný zlomok čistej látky  $w = 1$ , čo zodpovedá 100 %.**

**Ak látka nie je v zmesi prítomná, potom je jej  $w = 0$ , čo zodpovedá 0 %.**

**Príklad:** 0,2 molu NaCl bolo rozpustené v 3 l destilovanej vody. Určte hmotnostný zlomok soli v roztoku.  $M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

*Riešenie*

$$n(\text{NaCl}) = 0,2 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) = 3 \text{ 000 g}$$

$$M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Zo vzťahu pre výpočet látkového množstva vypočítame hmotnosť NaCl:

$$m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,2 \cdot 58,44 = 11,688 \text{ g}$$

Hmotnosť roztoku je súčtom hmotnosti látky a rozpúšťadla:

$$m(\text{roztoku}) = m(\text{NaCl}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 11,688 + 3000 = 3011,688 \text{ g}$$

Do vzťahu pre výpočet hmotnostného zlomku dosadíme hodnoty  $m(\text{NaCl})$  a  $m(\text{roztoku})$ :

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{roztoku})} = \frac{11,688}{3011,688} = 0,00388 = 0,388\%$$

✓ Hmotnostný zlomok je 0,00388, hmotnostné percento soli v roztoku je 0,388 %.

V niektorých prípadoch pri výpočtoch pomerného zloženia sústav môžeme použiť priamu úmernosť.

**Příklad:** Máme 11 % roztok, v ktorom je 35 g rozpúšťadla. Aká je hmotnosť roztoku?

*Riešenie*

Ak je v roztoku 11 % rozpustenej látky, tak zvyšok roztoku, teda 89 %, je rozpúšťadlo.

Potom môžeme vyjadriť:

$$\begin{array}{l} 89 \% \dots\dots\dots 35 \text{ g} \\ 100 \% \dots\dots\dots x \text{ g} \\ \hline x = \frac{35 \cdot 100}{89} = 39,33 \text{ g} \end{array}$$

✓ Hmotnosť roztoku je 39,33 g.

**Příklad:** Vypočítajte hmotnostný zlomok a percentuálny obsah síry a železa v pyrite. Koľko g síry obsahuje 500 g pyritu?

*Riešenie*

Hmotnostný zlomok síry v pyrite vypočítame podľa vzťahu:

$$w_s = \frac{m(S)}{m(FeS_2)}$$

Hmotnosti látok vyjadríme:

$$m(S) = n(S) \cdot M(S)$$

$$m(FeS_2) = n(FeS_2) \cdot M(FeS_2)$$

Po dosadení týchto vzťahov do rovnice pre hmotnostný zlomok dostávame:

$$w_s = \frac{n(S) \cdot M(S)}{n(FeS_2) \cdot M(FeS_2)} = \frac{2 \cdot 32,06}{1 \cdot 119,967} = 0,5345$$

- ✓ Hmotnostné percento síry =  $w_s \cdot 100 = 53,45 \%$
- ✓ Hmotnostný zlomok železa =  $1 - w_s = 0,4655$
- ✓ Hmotnostné percento železa =  $w_{Fe} \cdot 100 = 46,55 \%$



#### 4.1.1 Príklady na precvičenie:

1. Zmes s hmotnosťou 86 g obsahuje 10 g určitej látky. Vypočítajte hmotnostný zlomok.
2. 22 g látky zmiešame so 41 g rozpúšťadla. Aký bude hmotnostný zlomok látky v roztoku?
3. Máme 140 g 16 % roztoku. Aká je hmotnosť rozpúšťadla?
4. Máme 3 % roztok, v ktorom je 59 g rozpúšťadla. Aká je hmotnosť rozpustenej látky?
5. Zmes s hmotnosťou 61 g obsahuje 12 % látky. Vypočítajte jej hmotnosť.
6. Máme 104 g 2 % roztoku. Aká je hmotnosť rozpúšťadla?
7. Zmes s hmotnosťou 34 g obsahuje 3 g látky. Vypočítajte hmotnostný zlomok, výsledok vyjadrite v percentách.
8. 76 g zmesi obsahuje 27 g látky. Vypočítajte hmotnostný zlomok.
9. Desat' g látky zmiešame s 61 g rozpúšťadla. Aký bude hmotnostný zlomok látky v roztoku? Výsledok vyjadrite v percentách.
10. Zmes s hmotnosťou 59 g obsahuje 7 % určitej látky. Vypočítajte jej hmotnosť.
11. Máme 14 % roztok, v ktorom je 90 g rozpustenej látky. Aká je hmotnosť roztoku?
12. Vypočítajte hmotnostný zlomok síranu vápenatého pripraveného rozpustením 20 g látky v 200 g vody.
13. Koľko g hydroxidu sodného potrebujete na prípravu 50 g roztoku s percentuálnou hmotnostnou koncentráciou 7,5 %?
14. Koľko g NaCl potrebujete navážiť na prípravu 100 g 0,9% roztoku?
15. Vyjadrite hmotnostný zlomok hydroxidu draselného, ak sme na prípravu 500 g roztoku navážili 6,25 g KOH.
16. V akom pomere musíme zmiešať:
  - a) NaCl a vodu, aby vznikol 4% roztok?
  - b) H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> a vodu, aby vznikol 30% roztok?
  - c) KOH a vodu, aby vznikol 40% roztok?
17. Máme 45 g chloridu sodného v 300 g roztoku. Aká je koncentrácia vyjadrená v hmotnostných percentách?
18. Máme 68 g hydroxidu draselného v 400 g roztoku. Aká je % hmot. koncentrácia?
19. V roztoku o hmotnosti 650 g je 52 g kyseliny sírovej. Aká je % hmot. koncentrácia?
20. Máme roztok o hmotnosti 1,5 kg. Aký je jeho hmotnostný zlomok a hmotnosť rozpúšťadla, keď vieme, že je v ňom 1365 g rozpustenej látky?
21. Máme 25% roztok, v ktorom je 10 g KCl. Aká je hmotnosť roztoku?
22. Z 20 g NaOH je treba pripraviť 5 % roztok. Koľko g H<sub>2</sub>O potrebujeme?

23. Máte 40 g roztoku. Koľko je v ňom NaOH, keď viete, že je to 25% roztok?
24. Aký je hmotnostný zlomok roztoku, ktorý bol pripravený z 10 g vody a 40 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?
25. Máte 5 g NaOH a 245 g H<sub>2</sub>O. Obe látky zmiešate. Koľko percentný bude roztok?
26. Chceme pripraviť 80% roztok chloridu sodného, máme k dispozícii 50 g NaCl. Koľko vody potrebujeme?
27. Máte 55 g roztoku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Koľko je v roztoku vody, keď viete, že je roztok 5 %?
28. Koľko NaOH potrebujeme na prípravu 75% roztoku, keď máme použiť 200g H<sub>2</sub>O?
29. Koľko g KOH je rozpustených v 20% roztoku, keď sme na prípravu roztoku použili 40 g H<sub>2</sub>O?
30. Zistite hmotnostný zlomok síranu meďnatého v roztoku, ktorý vznikol rozpustením 14 g CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O v 686 g H<sub>2</sub>O. [Mr(CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O) = 249,5; Mr(CuSO<sub>4</sub>) = 159,5]

## 4.2 Molový zlomok

Molový zlomok vyjadruje zloženie sústav pomocou pomeru látkových množstiev látky  $n_A$  (látkové množstvo zložky A) a celkového látkového množstva všetkých zložiek sústavy  $n_S$ . Pre látku A vo viaczložkovej sústave je definovaný vzťahom:

$$x_A = \frac{n_A}{n_S}$$

**Príklad:** Vypočítajte molové zlomky NaCl a vody v roztoku, ak viete, že 100 g roztoku obsahuje 4,655 g NaCl.

*Riešenie*

Molový zlomok NaCl v roztoku vypočítame podľa vzťahu:

$$x(\text{NaCl}) = \frac{n(\text{NaCl})}{n_S}$$

Vypočítame látkové množstvo chloridu sodného:

$$n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{4,655}{58,44} = 0,08 \text{ mol}$$

Vypočítame látkové množstvo vody:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{(100 - 4,655)}{18,02} = 5,29 \text{ mol}$$

Vypočítame látkové množstvo všetkých zložiek roztoku  $n_S$ :

$$n_S = n(\text{NaCl}) + n(\text{H}_2\text{O}) = 0,08 + 5,29 = 5,37 \text{ mol}$$

Vypočítame molový zlomok NaCl:

$$x(\text{NaCl}) = \frac{n(\text{NaCl})}{n_S} = \frac{0,08}{5,37} = 0,015$$

Molový zlomok vody bude:

$$x(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n_S} = \frac{5,29}{5,37} = 0,985$$

Pretože molový zlomok všetkých zložiek sústavy je 1, molový zlomok vody môžeme tiež vypočítať:

$$x(\text{H}_2\text{O}) = 1 - 0,015 = 0,985$$

**Príklad:** Vypočítajte molové zlomky metanolu a vody v roztoku, ktorý vznikol zmiešaním 200 ml vody a 200 ml metanolu pri 20°C.

*Riešenie*

Najskôr musíme vypočítať hmotnosť metanolu a vody v roztoku:

$$\rho(\text{CH}_3\text{OH}) = 0,791 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 0,998 \text{ g/cm}^3$$

$$m(\text{CH}_3\text{OH}) = \rho \cdot V = 0,791 \cdot 200 = 158,2 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \cdot V = 0,998 \cdot 200 = 199,6 \text{ g}$$

Vypočítame látkové množstvá metanolu a vody

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{m}{M} = \frac{158,2}{32,04} = 4,938 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{199,6}{18,02} = 11,077 \text{ mol}$$

Vypočítame molové zlomky:

$$x(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{n_S} = \frac{4,938}{11,077 + 4,938} = 0,308$$

$$x(\text{H}_2\text{O}) = 1 - x(\text{CH}_3\text{OH}) = 1 - 0,308 = 0,692$$

Pretože molový zlomok všetkých zložiek sústavy je 1, molový zlomok vody môžeme tiež vypočítať:

$$x(\text{H}_2\text{O}) = 1 - 0,308 = 0,692$$

✓ Molový zlomok metanolu je 0,308 a vody 0,692.

### 4.3 Objemový zlomok

Objemový zlomok je podielom objemu rozpustenej látky a objemu roztoku. Objemový zlomok látky A v roztoku vypočítame:

$$\varphi_A = \frac{V_A}{V_S}$$

Objemový zlomok je, rovnako ako hmotnostný a molový zlomok, bezrozmerná veličina. Hodnota objemového (hmotnostného, molového) zlomku má hodnoty od 0 do 1.

Objemové percento je objemový zlomok vynásobený 100 krát a vyjadrený percentom. Pri vyjadrení zloženia zmesi objemovým percentom musíme vždy pred znak percenta písať skratku obj. Napríklad: 38 obj. %

*Poznámka: Objemový zlomok nie je v praxi úplne presný. Dôvodom sú rôzne veľké molekuly látok (predstavte si pol pohára múky a pol pohára arašidov - keď to zosypete dohromady, nemáte plný pohár zmesi). Táto nepresnosť nie je u hmotnostného zlomku, pretože keď zosypete 0,5 kg peria a 0,5 kg jablák, tak máte skutočne 1 kg zmesi.*

**Príklad:** Aký je objemové percento kyseliny octovej v roztoku, ktorý vznikol zmiešaním 450 ml vody a 50 ml kyseliny octovej?

*Riešenie*

$$V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 50 \text{ ml}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 450 \text{ ml}$$

Vypočítame:

$$V(\text{roztoku}) = V(\text{CH}_3\text{COOH}) + V(\text{H}_2\text{O}) = 50 + 450 = 500 \text{ ml}$$

Dosadíme do vzťahu pre výpočet objemového zlomku:

$$\varphi(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{V(\text{CH}_3\text{COOH})}{V(S)} = \frac{50}{500} = 0,1$$

✓ V roztoku je 10 obj. % kyseliny octovej.

Využitie molového a objemového zlomku je v laboratórnej praxi menej časté ako využitie hmotnostného zlomku.

Niekedy sa na spresnenie používajú anglické skratky, vyjadrujúce či ide o hmotnostné alebo objemové percento kvapaliny:

**v/v** (*volume/volume* – objem podielu/objem celku) – objemové percento

**w/w** (*weight/weight* – hmotnosť podielu/hmotnosť celku) – hmotnostné percento

### 4.3.1 Príklady na precvičenie:

1. V nádobe sa nachádza zmes plynov obsahujúca 0,825 mol oxidu siričitého, 4,29 mol dusíka, 0,055 mol argónu a 0,33 mol kyslíka. Vypočítajte mólové zlomky jednotlivých zložiek v sústave.
2. Desať ml látky zmiešame s 61 ml rozpúšťadla. Aký bude objemový zlomok látky v roztoku? Výsledok vyjadrite v percentách.
3. Zmes s objemom 59 l obsahuje 7 obj. % určitej látky. Vypočítajte objem látky v roztoku.
4. Roztok jodetánu s objemom  $54 \text{ cm}^3$  sme pripravili zriedením  $4 \text{ cm}^3$  absolútneho jodetánu. Vypočítajte koncentráciu roztoku v objemových %.
5. Roztok propanalu s objemom  $97 \text{ cm}^3$  sme pripravili zriedením  $26 \text{ cm}^3$  absolútneho, bezvodého propanalu. Vypočítajte objemový zlomok roztoku.
6. Metanolvý roztok s objemovým percentom 0,8 % sme pripravili zriedením  $25 \text{ cm}^3$  metanolu. Vypočítajte, koľko vody sme použili na prípravu roztoku.
7. Roztok kyseliny sírovej s objemom  $96 \text{ cm}^3$  sme pripravili zriedením  $22 \text{ cm}^3$  absolútnej (100%) kyseliny sírovej. Vypočítajte koncentráciu roztoku v objemových %.
8. Alkoholický nápoj obsahuje 40,0 objemových % etanolu. Vypočítajte objem čistého etanolu a vody v  $600 \text{ cm}^3$  tohto nápoja.
9. Máte roztok s objemom  $200 \text{ cm}^3$ . Aká je koncentrácia roztoku, keď viete, že roztok bol pripravený z  $40 \text{ cm}^3$  100 % metanolu? Výsledok uveďte v objemových %.
10. Roztok obsahuje 40 % obj. absolútneho (100%) metanolu. Koľko vody je v roztoku, keď je jeho objem  $1600 \text{ cm}^3$ ?
11. Aký je objemový zlomok roztoku, ktorý obsahuje 97 obj. % rozpustenej látky?
12. Aká je koncentrácia  $200 \text{ cm}^3$  roztoku, ktorý bol pripravený zriedením 16 g 100% etanolu? Výsledok uveďte v objemových %. ( $\rho_{\text{etanolu}} = 0,8 \text{ g/cm}^3$ ).

## 4.4 Hustota

Hmotnosť látky je priamo úmerná jej objemu. Hustota alebo objemová hmotnosť je fyzikálna veličina, ktorá je určená podielom hmotnosti a objemu látky. Hustota je definovaná ako podiel hmotnosti látky  $m(A)$  a jej objemu  $V(A)$ .

$$\rho(A) = \frac{m(A)}{V(A)}$$

SI jednotka hustoty je kilogram na meter kubický ( $\text{kg/m}^3$ ), aj keď v laboratórnej praxi sa častejšie používa gram na centimeter kubický ( $\text{g/cm}^3$ ), resp. kilogram na decimeter kubický ( $\text{kg/dm}^3$ ).

Čím vyššiu hustotu má látka, tým väčšiu hmotnosť má v pomere k objemu. Hustejšie telesá (napr. zo železa) budú mať menší objem ako telesá rovnakej hmotnosti z menej hustej látky (napr. voda).

**Příklad:** Vypočítajte, aký objem zaberie  $2,5 \cdot 10^{23}$  atómov zlata, ak hustota kovového zlata je  $19\,320 \text{ kg m}^{-3}$ .

*Riešenie*

Objem zlata vypočítame z rovnice pre výpočet hustoty:

$$V(\text{Au}) = \frac{m(\text{Au})}{\rho(\text{Au})}$$

Hmotnosť  $7,105 \cdot 10^{23}$  atómov zlata vypočítame zo vzťahu pre výpočet látkového množstva:

$$m(\text{Au}) = n(\text{Au}) \cdot A_r(\text{Au})$$

pričom za  $n(\text{Au})$  dosadíme:

$$n(\text{Au}) = \frac{N(\text{Au})}{N_A} = \frac{2,5 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 0,415 \text{ mol}$$

potom

$$m(\text{Au}) = n(\text{Au}) \cdot A_r(\text{Au}) = 0,415 \cdot 196,9666 = 81,741 \text{ g}$$

Musíme premeniť jednotky pre hustotu:

$$\rho = 19\,320 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 19,320 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Po dosadení:

$$V(\text{Au}) = \frac{m(\text{Au})}{\rho(\text{Au})} = \frac{81,741}{19,32} = 4,23 \text{ cm}^3$$

✓ Objem  $2,5 \cdot 10^{23}$  atómov zlata je  $4,23 \text{ cm}^3$ .

**Príklad:** Koľko atómov striebra obsahuje 1 cm<sup>3</sup> tohto kovu, ktorý má hustotu  $\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ?

*Riešenie*

Z hustoty a objemu vypočítame hmotnosť striebra:

Premena jednotiek  $\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} = 10,5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$

$$m = \rho \cdot V = 10,5 \cdot 1 = 10,5 \text{ g}$$

Vypočítame látkové množstvo 10,5 g striebra:

$$n(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = \frac{10,5}{107,868} = 0,097 \text{ mol}$$

počet častíc:

$$N = n \cdot N_A = 0,097 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 5,86 \cdot 10^{22} \text{ atómov}$$

✓ 1 cm<sup>3</sup> striebra obsahuje 5,86 · 10<sup>22</sup> atómov.

#### 4.4.1 Príklady na precvičenie:

1. Vypočítajte objem 0,300 mol čistej kyseliny dusičnej pri teplote 20 °C. Hustota kyseliny dusičnej pri tejto teplote je  $\rho = 1,5129 \text{ g cm}^{-3}$ .
2. Vypočítajte objem 500 g čistej kyseliny sírovej pri teplote 20 °C. Hustota kyseliny sírovej pri tejto teplote je  $\rho = 1,8305 \text{ g cm}^{-3}$ .
3. Vypočítajte objem 0,5 kg 98% kyseliny sírovej s hustotou  $1,836 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .
4. Vypočítajte hustotu medi, ak medená kocka o hrane presne 5 cm mala hmotnosť  $m = 1,120 \text{ kg}$ .
5. Vypočítajte hmotnosť 1 dm<sup>3</sup> 21% kyseliny dusičnej. Hustota pri teplote 20°C je  $1,121 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .



## 5 Koncentrácia roztokov

### 5.1 Molárna koncentrácia

**Molárna koncentrácia** (tiež látková koncentrácia) je v chémii vyjadrenie koncentrácie počtom mólov danej zložky v objeme rozpúšťadla. Molárna koncentrácia (tiež **molarita**) sa značí  $c$ , uvádza sa v mol/dm<sup>3</sup> alebo v mol/l. Pre jej výpočet platí:

$$c(A) = \frac{n(A)}{V}$$

kde  $c(A)$  je koncentrácia látky,  $n(A)$  je látkové množstvo látky a  $V$  je objem roztoku. Jednotkou molárnej koncentrácie je zvyčajne mol/l, ktorý sa však často označuje značkou M.

Označenie "**5 M roztok**" (päť molárny roztok) je roztok s koncentráciou 5 mol/dm<sup>3</sup>.

Molarita je hlavným spôsobom udávania koncentrácie v chémii. Ak nie je uvedené inak, pod pojmom koncentrácia sa v týchto skriptách rozumie molárna koncentrácia.

**Molálna koncentrácia** alebo **molalita** je v chémii vyjadrenie koncentrácie látkového množstva danej zložky na hmotnosť rozpúšťadla. Pre jej výpočet platí:

$$c(A) = \frac{n(A)}{m_r}$$

Kde  $c(A)$  je koncentrácia látky,  $n(A)$  je látkové množstvo látky a  $m_r$  je hmotnosť rozpúšťadla. Jednotkou molality je mol/kg.

*U silne nariadených vodných roztokov sa hodnota **molality** a **molarity** takmer nelíši – jeden liter vody je približne jeden kilogram vody a množstvo rozpustených látok je možné zanedbať.*

**Príklad:** Máme 2,2 mol látky rozpustenej v 9,3 dm<sup>3</sup> roztoku. Aká je molárna koncentrácia roztoku?

*Riešenie*

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

$$V = 9,3 \text{ dm}^3$$

Dosadíme do vzorca pre výpočet molárnej koncentrácie:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{2,2}{9,3} = 0,237 \text{ M}$$

✓ Koncentrácia roztoku je 0,237 mol/l.

**Príklad:** Vypočítajte molalitu chloridu vápenatého vo vodnom roztoku, ktorý obsahuje 22,2 g chloridu vápenatého v 122,2 g roztoku.  $M(\text{CaCl}_2) = 110,984 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

*Riešenie:*

$$m(\text{CaCl}_2) = 22,2 \text{ g}$$

$$m(\text{roztoku}) = 122,2 \text{ g}$$

Hmotnosť rozpúšťadla vypočítame:

$$m_r = m_S - m_A = 122,2 - 22,2 = 100 \text{ g}$$

Dosadíme do vzorca pre výpočet molárnej koncentrácie:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{22,2}{110,984 \cdot 100} = 0,002 \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1}$$

✓ Molalita chloridu vápenatého vo vodnom roztoku je 0,002 mol/g.

**Príklad:** Máme 5 dm<sup>3</sup> roztoku s koncentráciou 1,1 mol/l. Aké je látkové množstvo rozpustenej látky?

*Riešenie*

Zo vzorca pre výpočet molárnej koncentrácie vyjadríme  $n$ :

$$n = c \cdot V = 1,1 \cdot 5 = 5,5 \text{ mol}$$

✓ Látkové množstvo rozpustenej látky je 5,5 mol.

**Príklad:** Aký je objem 0,1 M roztoku, v ktorom je 7 mol rozpustenej látky?

*Riešenie*

Zo vzorca pre výpočet molárnej koncentrácie vyjadríme  $V$ :

$$V = \frac{n}{c} = \frac{7}{0,1} = 70 \text{ l}$$

✓ Roztok má objem 70 l.

**Příklad:** Vypočítajte koncentráciu síranu sodného v roztoku, ktorý sme pripravili rozpustením 15 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vo vode a doplnením roztoku na objem 500 cm<sup>3</sup>.

*Riešenie*

Vypočítame látkové množstvo Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{15}{142,04} = 0,106 \text{ mol}$$

Vypočítané látkové množstvo dosadíme do vzorca pre výpočet molárnej koncentrácie:

$$c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{V} = \frac{0,106}{0,5} = 0,212 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

✓ Koncentrácia síranu sodného v roztoku je 0,212 mol/l.

**Příklad:** Vypočítajte molalitu 15,0 % roztoku hydroxidu sodného v 100 g roztoku.

*Riešenie*

$$m(S) = 100 \text{ g}$$

$$w(\text{NaOH}) = 0,15$$

Vypočítame hmotnosť NaOH:

$$m(\text{NaOH}) = w \cdot m_S = 0,15 \cdot 100 = 15 \text{ g}$$

Vypočítame látkové množstvo NaOH:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{15}{39,9971} = 0,375 \text{ mol}$$

Vypočítame hmotnosť rozpúšťadla:

$$m(r) = m(S) - m(\text{NaOH}) = 100 - 15 = 85 \text{ g}$$

Potom vypočítame molalitu:

$$c(A) = \frac{n(A)}{m(r)} = \frac{0,375}{85} = 0,0044 \text{ mol/g}$$

Molalita roztoku hydroxidu sodného je 0,0044 mol/g.

**Príklad:** Vypočítajte koncentráciu 1 dm<sup>3</sup> roztoku kyseliny sírovej s hmotnostným zložením 98 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a hustote 1,8361 kg.dm<sup>-3</sup>.

*Riešenie:*

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,98$$

$$V = 1 \text{ dm}^3$$

$$\rho = 1,8361 \text{ kg.dm}^{-3}$$

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,06 \text{ g.mol}^{-1}$$

Vypočítame hmotnosť 1 dm<sup>3</sup> roztoku:

$$m = V \cdot \rho = 1 \cdot 1,8361 = 1,8361 \text{ kg}$$

Určíme hmotnosť kyseliny sírovej v roztoku:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m \cdot w = 1,8361 \cdot 0,98 = 1,7994 \text{ kg}$$

Pre výpočet koncentrácie H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> určíme jej látkové množstvo:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{1,799,4}{98,06} = 18,35 \text{ mol}$$

Dosadíme do vzorca pre výpočet molárnej koncentrácie:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{18,35}{1} = 18,35 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Koncentrácia roztoku kyseliny sírovej je 18035 mol . dm<sup>-3</sup>.

### 5.1.1 Príklady na precvičenie:

1. Aký je objem 1,7 M roztoku, v ktorom je 7,8 g hydroxidu draselného? ( $A_r(\text{K}) = 39,1$ ,  $A_r(\text{O}) = 16$ ,  $A_r(\text{H}) = 1,01$ )
2. Máme 0,1 mol látky rozpustenej v 5,9 dm<sup>3</sup> roztoku. Aká je molárna koncentrácia roztoku?
3. Máme 5,6 dm<sup>3</sup> roztoku s koncentráciou 2,8 mol/l. Aké je látkové množstvo rozpustenej látky?
4. Aký je objem 2,2 M roztoku, v ktorom je 5 g kyseliny dusitej?
5. Aká je hmotnosť kyseliny dusitej v 2,9 M roztoku s objemom 6,2 ml?
6. Aká je molárna koncentrácia roztoku NaCl s objemom 100 ml, v ktorom je 5 g látky?
7. Aká je molárna koncentrácia v roztoku s objemom 500 ml, v ktorom je 25 g hydrogensíranu sodného?
8. Máme 25 cm<sup>3</sup> roztoku s koncentráciou 0,15 mol/l. Aké je látkové množstvo rozpustenej látky?
9. Aká je molárna koncentrácia roztoku s objemom 10 ml, v ktorom je 0,56 g hydroxidu draselného?
10. Aká je hmotnosť chloridu sodného v 0,25 l 0,15 M roztoku?  $M=58,44$  g/mol
11. Máme 100 ml roztoku s koncentráciou 0,5 mol/l. Aké je látkové množstvo rozpustenej látky?
12. Aká je molárna koncentrácia roztoku s objemom 200 cm<sup>3</sup>, v ktorom je 0,1 g chlorečnanu sodného?
13. Aký je objem 2 M roztoku, v ktorom je 30 g hydroxidu sodného?
14. Pripravili sme 500 ml 0,9% roztoku NaCl. Vypočítajte molárnu koncentráciu roztoku.
15. Aký je objem 1,5 M roztoku síranu meďnatého, v ktorom je rozpustených 25 g pentahydrátu síranu meďnatého?
16. Máte 2 litre roztoku, v ktorom je rozpustených 6 molov NaCl. Akou má roztok molárnu koncentráciu?
17. Máte 12 litrov 2 M roztoku. Koľko molov látky je v ňom rozpustených?
18. Koľko molov a koľko g KOH obsahuje 5 dm<sup>3</sup> 2 M roztoku hydroxidu draselného?
19. 10 litrov roztoku obsahuje 2 moly hydroxidu sodného. Aká je jeho molárna koncentrácia?
20. Máme 1 M roztok s objemom 0,5 dm<sup>3</sup>. Ktorú zo zlúčenín sme použili na jeho prípravu, keď vieme, že jej je v roztoku 28 g?
  - a) NaCl
  - b) NaOH
  - c) HCl
  - d) KOH
  - e) HBr
  - f) KI

## 5.2 Hmotnostná koncentrácia

Pri roztokoch sa často stretne s vyjadrením koncentrácie látky cez hmotnosť látky v roztoku. Hmotnostná koncentrácia zložky A,  $c(A)$ , sa definuje ako pomer hmotnosti látky A,  $m(A)$ , a objemu roztoku  $V$ :

$$c(A) = \frac{m(A)}{V}$$

Takéto vyjadrenie koncentrácie zjednodušuje prípravu roztokov, pretože stačí dané množstvo látky odvážiť. Koncentrácia je vyjadrená hmotnosťou zložky na jednotku objemu  $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$  alebo  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

Pri uvádzaní hmotnostnej koncentrácie roztokov v chémii sa používa tiež vyjadrenie  $w/v$  (*weight/volume* – hmotnosť podielu/objem celku).

**Príklad:** Vypočítajte hmotnostnú koncentráciu kyseliny sírovej v roztoku, ktorý sa pripravil zriedením 25g roztoku kyseliny sírovej s  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,55$  na výsledný objem  $100 \text{ cm}^3$ .

*Riešenie*

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,55$$

$$m(S) = 25 \text{ g}$$

$$V = 100 \text{ cm}^3$$

Zo vzorca pre hmotnostný zlomok vypočítame hmotnosť kyseliny sírovej v roztoku:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = w \cdot m(S) = 0,55 \cdot 25 = 13,75 \text{ g}$$

Potom vyjadríme hmotnostnú koncentráciu:

$$c = \frac{m}{V} = \frac{13,75}{100} = 0,1375 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 137,5 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

✓ Hmotnostná koncentrácia kyseliny sírovej v roztoku je  $137,5 \text{ g/l}$ .

## 6 Látkové bilancie v sústavách bez chemických dejov

Látkové bilancie predstavujú aplikovanie zákona zachovania hmoty v uzavretých sústavách. Pod pojmom uzavretá sústava rozumieme sústavu, ktorá môže so svojim okolím vymieňať energiu, ale nie látku. Napr. roztok hydroxidu sodného v reagenčnej fľaši sa môže ochladzovať alebo zahrievať spolu so svojim okolím (vymieňa energiu), ale nemôže sa odparovať (nevymieňa látku).

Pre uzavretú sústavu platí, že množstvo látky na začiatku a na konci deja je v sústave rovnaké. Ak v uzavretej sústave neprebiehajú chemické reakcie, platí zároveň, že množstvo každej zložky na začiatku deja sa rovná množstvu tejto zložky na konci deja (zložky sú čisté látky, z ktorých sa skladá sústava; napr. NaOH a H<sub>2</sub>O v horeuvedenom príklade).

V chemickom laboratóriu sa látkové bilancie najčastejšie používajú pri:

1. príprave roztokov rozpúšťaním tuhej látky,
2. príprave roztokov zmiešaním roztokov rôzneho zloženia,
3. príprave roztokov zried'ovaním koncentrovaných roztokov,

Množstvo látky a množstvo zložky vyjadrené látkovým množstvom možno podľa zadania úlohy nahradiť hmotnosťou danej látky (ak používame tuhé látky), alebo objemom (ak pracujeme s ideálnymi roztokmi). V prípade dvojzložkových sústav (napr. vodný roztok chloridu draselného), s ktorými sa stretávame najčastejšie, možno písať:

$$m_1 + m_2 = m_3$$

### 6.1 Výpočet koncentrácie pri miešaní dvoch a viac roztokov

Pri miešaní roztokov môžeme výslednú hmotnostnú koncentráciu vypočítať pomocou zmiešavacieho pravidla:

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 + \dots + m_n \cdot w_n = (m_1 + m_2 + \dots + m_n) \cdot w$$

Namiesto hmotnostného zlomku môžeme dosadiť tiež objemový zlomok, alebo hmotnostné či objemové percento. Vzťah potom vypadá napr. takto ( $p$  - percentá):

$$m_1 \cdot p_1 + m_2 \cdot p_2 + \dots + m_n \cdot p_n = (m_1 + m_2 + \dots + m_n) \cdot p$$

alebo, ak platí aditivita objemov tak možno použiť aj rovnice:

$$V_1 + V_2 = V_3$$

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_3 \cdot V_3$$

*Aditívnosť je vlastnosť veličín, spočívajúca v tom, že súčet hodnôt veličín zodpovedajúcich častiam objektu sa rovná hodnote veličiny zodpovedajúcej celému objektu. Aditívna je hmotnosť, objem nie je vždy aditívny, v prípade, že ide o veľmi zriedené roztoky, u ktorých je hustota  $\rho$  blízka  $1 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ .*

Ak roztok riedime rozpúšťadlom a pripravujem roztok s koncentráciou nižšou ako bola pôvodná platí, že **koncentrácia čistého rozpúšťadla  $p = 0 \%$** , teda aj  $w = 0$ .

Ak k roztoku pridávame čistú látku a pripravujeme roztok s koncentráciou vyššou ako bola pôvodná platí, že **koncentrácia čistej látky  $p = 100 \%$** , teda  $w = 1$ .

**Príklad:** Máme 71 g 1 % roztoku, ktorý zriedime 18 g rozpúšťadla. Aká je hmotnostná koncentrácia zriedeného roztoku?

*Riešenie*

$$m1 = 71 \text{ g}$$

$$p1 = 1 \%$$

$$m2 = 18 \text{ g}$$

$$p2 = 0 \%$$

Pre výpočet použijeme vzťah:

$$m1 \cdot p1 + m2 \cdot p2 = (m1 + m2) \cdot p$$

Pretože  $p2 = 0$  (rozpúšťadlo), môžeme rovnicu upraviť:

$$m1 \cdot p1 = (m1 + m2) \cdot p$$

potom:

$$p = \frac{m1 \cdot p1}{m1 + m2} = \frac{71 \cdot 1}{71 + 18} = 0,80 \%$$

✓ Koncentrácia zriedeného roztoku je 0,80 %.



**Príklad:** Máme 32 g 27 % roztoku, do ktorého pridáme 11 g čistej látky. Koľko percentný roztok sme zarobili?

*Riešenie*

$$m_1 = 32 \text{ g}$$

$$p_1 = 27 \%$$

$$m_2 = 11 \text{ g}$$

$$p_2 = 100 \%$$

Pre výpočet použijeme vzťah:

$$m_1 \cdot p_1 + m_2 \cdot p_2 = (m_1 + m_2) \cdot p$$

Pretože  $p_2 = 100$  (čistá látka), nemôžeme z rovnice vynechať  $m_2 \cdot p_2$ :

$$p = \frac{(m_1 \cdot p_1) + (m_2 \cdot p_2)}{m_1 + m_2} = \frac{(32 \cdot 27) + (11 \cdot 100)}{32 + 11} = 45,67 \%$$

✓ Zarobili sme 45,67% roztok.

**Príklad:** Aké bolo zloženie roztoku chloridu sodného, ak sme k 100 cm<sup>3</sup> tohto roztoku pridali 55 cm<sup>3</sup> 25 % roztoku chloridu sodného a vznikol výsledný roztok, v ktorom bol hmotnostný zlomok  $w(\text{NaCl}) = 0,15$  (platí aditivita objemov).

*Riešenie*

$$V_1 = 100 \text{ g}$$

$$V_2 = 55 \text{ g}$$

$$p_2 = 25 \%$$

$$w(\text{NaCl}) = 0,15$$

Keďže platí aditivita objemov, vo výpočte môžeme použiť na vyjadrenie množstva roztoku jeho objem a koncentráciu:

$$V_1 + V_2 = V_3$$

$$p_1 \cdot V_1 + p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3$$

$$c_1 = \frac{[(p_3 \cdot V_3) - (p_2 \cdot V_2)]}{V_1} = \frac{[(15 \cdot 155) - (25 \cdot 55)]}{100} = 9,5 \%$$

✓ Pôvodné zloženie roztoku chloridu sodného bolo 9,5 %.

**Príklad:** Vypočítajte koľko percentnú kyselinu sírovú sme pripravili zmiešaním 150 cm<sup>3</sup> 96% roztoku a 500 cm<sup>3</sup> 12% roztoku kyseliny sírovej (aditivita objemov neplatí).

*Riešenie*

$$V1 = 150 \text{ cm}^3$$

$$p1 = 96 \%$$

$$V2 = 500 \text{ cm}^3$$

$$p2 = 12 \%$$

Keďže aditivita objemov neplatí, na vyjadrenie množstva roztoku a zložky musíme použiť ich hmotnosti a nie objemy. Preto najprv prepočítame objemy roztokov na hmotnosti roztokov. Z tabuliek zistíme hustotu pre 96% a 12% kyselinu sírovú:

$$\rho(96\%) = 1,835 \text{ 5 g cm}^{-3}$$

$$\rho(12\%) = 1,080 \text{ 2 g cm}^{-3}$$

Potom vypočítame hmotnosti roztokov  $m1$  a  $m2$ :

$$m1 = V1 \cdot \rho1 = 150,0 \text{ cm}^3 \cdot 1,835 \text{ 5 g cm}^{-3} = 275,3 \text{ g}$$

$$m2 = V2 \cdot \rho2 = 500,0 \text{ cm}^3 \cdot 1,080 \text{ 2 g cm}^{-3} = 540,1 \text{ g}$$

vypočítame  $m3$  a dosadíme do vzťahu zmiešavacieho pravidla:

$$m1 + m2 = m3$$

$$m1 \cdot p1 + m2 \cdot p2 = m3 \cdot p3$$

$$p3 = \frac{[(m1 \cdot p1) + (m2 \cdot p2)]}{m1 + m2} = \frac{[(275,3 \cdot 96) + (540,1 \cdot 12)]}{275,3 + 540,1} = 40,36 \%$$

✓ Zmiešaním sme pripravili 40,36% kyselinu sírovú.

## 6.2 Príprava roztokov zried'ovaním koncentrovaných roztokov

Pri tomto type príkladov sa používajú tie isté rovnice, ako v prípade zmiešavania roztokov. Jediný rozdiel je v tom, že namiesto druhého roztoku sa používa čisté rozpúšťadlo, najčastejšie voda. Teda hodnota hmotnostného zlomku  $w_2$ , respektíve koncentrácie  $c_2$ , je nula.

Pri riedení roztokov so známou koncentráciou môžeme na výpočet použiť molárnu bilanciu (predpokladáme, že platí aditivita objemov):

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

pričom platí, že  $c_1 > c_2$  a  $V_1 < V_2$ ,

kde:  $c_1$  je počiatočná koncentrácia roztoku,

$V_1$  objem roztoku, ktorý použijeme na riedenie,

$c_2$  je konečná koncentrácia roztoku,

$V_2$  je konečný objem roztoku.

**Príklad:** Vypočítajte objem vody, ktorým je potrebné zriediť  $0,5 \text{ dm}^3$  roztoku hydroxidu sodného s koncentráciou  $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol dm}^{-3}$  tak, aby ste pripravili roztok s koncentráciou  $c(\text{NaOH}) = 0,75 \text{ mol dm}^{-3}$  (platí aditivita objemov).

*Riešenie*

$$c_1 = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ dm}^3$$

$$c_2 = 0,75 \text{ mol dm}^{-3}$$

Použijeme vzťah na výpočet molárnej bilancie:

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 V_2$$

Vyjadríme a vypočítame  $V_2$ :

$$V_2 = \frac{c_1 \cdot V_1}{c_2} = \frac{1 \cdot 0,5}{0,75} = 0,667 \text{ dm}^3$$

$V_2$  je výsledný objem pripravovaného roztoku, pre výpočet objemu vody platí:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V_2 - V_1 = 0,667 - 0,5 = 0,167 \text{ dm}^3$$

✓ Objem vody, ktorým je potrebné zriediť  $0,5 \text{ dm}^3$  roztoku hydroxidu sodného je  $167 \text{ ml}$ .

**Príklad:** Koľko roztoku s  $c = 10\text{mM}$  použijeme na prípravu 20 ml roztoku s  $c = 50\ \mu\text{M}$ ?

*Riešenie*

Ide o veľmi zriedený roztok, takže predpokladáme, že platí aditivita objemov.

**Pre správny výpočet musíme použiť rovnaké jednotky veličín.**

$$c_1 = 10\ \text{mmol dm}^{-3}$$

$$c_2 = 50\ \mu\text{mol dm}^{-3} = 0,05\ \text{mmol dm}^{-3}$$

$$V_2 = 20\ \text{cm}^3$$

Použijeme vzťah na výpočet molárnej bilancie:

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 V_2$$

Vyjadríme a vypočítame  $V_1$ :

$$V_1 = \frac{c_2 \cdot V_2}{c_1} = \frac{0,05 \cdot 20}{10} = 0,1\ \text{cm}^3$$

✓ Na prípravu 20 ml roztoku s  $c = 50\ \mu\text{M}$  použijeme  $0,1\ \text{cm}^3$  roztoku s koncentráciou  $10\ \text{mmol dm}^{-3}$ .

**Príklad:** Vypočítajte objem vody, ktorým je potrebné zriediť  $70\ \text{cm}^3$  36 % roztoku kyseliny chlorovodíkovej tak, aby sa pripravil 10 % roztok kyseliny chlorovodíkovej (aditivita objemov neplatí).

*Riešenie*

$$V_1 = 70\ \text{cm}^3$$

$$p_1 = 36\ \%$$

$$p = 10\ \%$$

Keďže neplatí aditivita objemov, prepočítame objemy roztokov na ich hmotnosti. Z tabuliek získame hustotu 36% ( $\rho_1$ ) kyseliny chlorovodíkovej:

$$\rho_1 = 1,179\ \text{g cm}^{-3}$$

$$m_1 = \rho_1 \cdot V_1 = 1,179 \cdot 70 = 82,53\ \text{g}$$

Keďže kyselinu chlorovodíkovú zriedíme vodou, je  $p_2 = 0$  a potom dostávame:

$$m_1 \cdot p_1 = m_3 \cdot p_3$$

hmotnosť 10 % roztoku vypočítame:

$$m_3 = \frac{m_1 \cdot p_1}{p_3} = \frac{82,53 \cdot 36}{10} = 297,11 \text{ g}$$

Hmotnosť vody vypočítame ako rozdiel hmotnosti pripraveného roztoku a hmotnosti 36% kyseliny chlorovodíkovej:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_3 - m_1 = 297,11 - 82,53 = 214,6 \text{ g}$$

- ✓ Pretože pri vode platí aditivita objemu, na zriedenie 70 cm<sup>3</sup> 36,0 % roztoku kyseliny chlorovodíkovej na prípravu jej 10 % roztoku potrebujeme 214,6 ml H<sub>2</sub>O.

Pri analýzach často musíme vzorku riediť, aby sme merali v rozsahu metodiky, resp. časť vzorky rozpúšťame vo vhodnom rozpúšťadle. V takomto prípade pri výpočte obsahu skúmanej látky spätne násobíme výsledky, ktoré sme zaznamenali meraním, práve riedením vzorky pred meraním. Pre výpočet riedenia vzorky (**zried'ovací faktor**) použijeme jednoduché pravidlo:

$$\text{riedenie} = \frac{\text{pôvodná koncentrácia}}{\text{požadovaná koncentrácia}}$$

alebo

$$\text{riedenie} = \frac{\text{objem}}{\text{návažok}}$$

D-krát zriedený roztok o objeme V<sub>2</sub> (konečný objem) pripravíme z 1 dielu pôvodného roztoku (V<sub>1</sub>) a (D-1) dielov rozpúšťadla (napr. 5krát zriedený roztok získame zmiešaním 1 dielu pôvodného roztoku a 4 dielov vody). Riedenie roztoku môžeme vyjadriť tiež zápisom:

$$1 : 4 = 5 \text{ krát riedené}$$

V anglosaskej terminológii sa stretávame tiež s pojmom **zried'ovací pomer**, ktorý vyjadruje 1 diel pôvodného roztoku ku D dielom celkového objemu. Podľa tohto roztok zriedený 1:5 je roztok pripravený z 1 dielu pôvodného roztoku a 4 dielov vody, t. j. 5krát zriedený.

**Príklad:** Koľkokrát potrebujeme nariediť základný roztok s koncentráciou 0,10 mM, aby vznikol 5 μM roztok?

*Riešenie*

$$0,10 \text{ mM} = 100 \text{ } \mu\text{M}$$

$$\text{riedenie} = \frac{\text{pôvodná koncentrácia}}{\text{požadovaná koncentrácia}} = \frac{100}{5} = 20 \text{ krát}$$

✓ Roztok nariedime 20 krát.

**Príklad:** Koľko krát sme nariedili vzorku, ak bol návažok 0,2g/100 ml

*Riešenie*

$$\text{riedenie} = \frac{\text{objem}}{\text{návažok}} = \frac{0,2}{100} = 500 \text{ krát}$$

✓ Vzorku sme nariedili 500 krát.

**Príklad:** Koľkokrát bol nariedený zásobný roztok kongo červene, ak sme k 2 ml pridali 10 ml metanolu?

*Riešenie*

$$2 : 10 = 1 : 5 = 6 \text{ krát}$$

✓ Zásobný roztok kongo červene sme riedili 6 krát.

### 6.3 Desiatkové riedenie

Desiatkové riedenie často používame pri riedení mikrobiálnej kultúry pri stanovení počtu mikroorganizmov v kvapalných alebo tuhých vzorkách. Vzorku riedime základným riedením 1 : 9 (10 krát alebo riedenie  $10^{-1}$ ) tak, že k 1 ml alebo 1 g vzorky pridáme 9 ml sterilnej vody alebo fyziologického roztoku. Následne z takto pripraveného základného riedenia pripravíme sadu ďalších riedení odobratím vždy 1 ml nariedeného roztoku a pridaním 9 ml sterilnej vody alebo fyziologického roztoku. Takýmto postupom dostaneme sadu riedení:  $10^{-1}$ ;  $10^{-2}$ ;  $10^{-3}$ ;  $10^{-4}$ ; ..... $10^{-6}$ , teda riedenia 10 krát, 100 krát, tisíc krát, desaťtisíc krát, ....milión krát. Desiatkové riedenie spočíva v tom, že každá nasledujúca koncentrácia testovanej látky má 10 krát menšiu koncentráciu ako predchádzajúca koncentrácia. Pri stanovení počtu mikroorganizmov potom stanovený počet pri určitom riedení násobíme týmto riedením.

**Príklad:** Pri stanovení počtu mikroorganizmov v mlieku pri riedení  $10^{-4}$  stanovili počet baktérií v priemere 2,8. Na misky sme očkovali 0,5 ml nariedeného mlieka. Aký bol počet baktérií v 1 ml nezriedeného mlieka?

*Riešenie*

Pri očkovaní 0,5 ml sme stanovili 2,8 baktérií, v 1 ml zriedeného mlieka teda bolo v priemere:

$$2 \cdot 2,8 = 5,6 \text{ baktérií}$$

✓ V neriedenom mlieku bol počet baktérií v 1 ml  $5,6 \cdot 10^4$ , teda 56 000.

### 6.4 Dvojkové riedenie

Podobne ako desiatkové riedenie poznáme tiež riedenie dvojkové. Takéto riedenie používame v molekulárnej biológii, resp. pri experimentoch, pri ktorých testujeme účinnosť látky pri rôznych koncentráciách. Pri takomto riedení vzorku riedime základným riedením 1 : 1 (2 krát alebo riedenie  $2^{-1}$ ) tak, že k 1 ml alebo 1 g vzorky pridáme 1 ml rozpúšťadla. Následne z takto pripraveného základného riedenia pripravíme sadu ďalších riedení odobratím vždy 1 ml nariedeného roztoku a pridaním 1 ml rozpúšťadla. Takýmto postupom dostaneme sadu riedení  $2^{-1}$ ;  $2^{-2}$ ;  $2^{-3}$  ..... $2^{-n}$ . Pri dvojkovom riedení môžeme použiť aj iné objemy, vždy v pomere 1 : 1 s rozpúšťadlom, napr. použijeme 5 ml suspenzie mikroorganizmov a 5 ml fyziologického roztoku.

**Príklad:** Pripravte roztok vzorky DNA s počiatočnou koncentráciou  $c_1 = 100 \text{ ng}/\mu\text{l}$  desiatkovým riedením  $10^{-2}$  a  $2^{-4}$ . Akú hmotnostnú koncentráciu DNA budú mať zriedené roztoky?

*Riešenie*

Pri desiatkovom riedení riedime vzorku 100 krát ( $10^2 = 100$ ), teda koncentrácia  $c_2$  zriedeného roztoku bude:

$$c_2 = \frac{c_1}{100} = \frac{100}{100} = 1 \frac{\text{ng}}{\mu\text{l}}$$

Pri dvojkovom riedení riedime 16 krát ( $2^4 = 16$ ), teda koncentrácia  $c_3$  zriedeného roztoku bude:

$$c_3 = \frac{c_1}{16} = \frac{100}{16} = 6,25 \frac{\text{ng}}{\mu\text{l}}$$

✓ Zriedené roztoky budú mať hmotnostnú koncentráciu  $1 \text{ ng}/\mu\text{l}$ , resp.  $6,25 \text{ ng}/\mu\text{l}$ .



## 7 Úlohy na precvičenie:

- Vypočítajte koľko gramov  $\text{NaNO}_3$  je potrebujete na prípravu:
  - 2,5 kg 10 % roztoku  $\text{NaNO}_3$
  - 2,5  $\text{dm}^3$  10 % roztoku  $\text{NaNO}_3$  s hustotou  $\rho = 1,0674 \text{ g.cm}^{-3}$
- 200  $\text{cm}^3$  vodného roztoku etylalkoholu obsahuje 120  $\text{cm}^3$  etylalkoholu. Vypočítajte koncentráciu etylalkoholu v tomto roztoku v objemových percentách.
- Koľko gramov  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$  získate z 1,5 kg 15% roztoku síranu meďnatého odparením vody?  $M_r(\text{CuSO}_4) = 159,60$  a  $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}) = 249,68$ .
- 180  $\text{cm}^3$  roztoku obsahuje 11,476 g KOH. Vypočítajte molaritu tohoto roztoku.  $M_r(\text{KOH}) = 56,105$ .
- Vypočítajte koľko % HF obsahuje 13,57  $\text{mol.l}^{-1}$  roztok kyseliny fluorovodíkovej s hustotou  $\rho = 1,086 \text{ g.cm}^{-3}$ .  $M_r(\text{HF}) = 20,006$ .
- Koľko gramov  $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8 \text{ H}_2\text{O}$  potrebujete na prípravu 2  $\text{dm}^3$  0,125  $\text{mol.l}^{-1}$  roztoku  $\text{Ba(OH)}_2$ ?  $M_r(\text{Ba(OH)}_2) = 171,35$ ,  $M_r(\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8 \text{ H}_2\text{O}) = 315,48$ .
- Koľko  $\text{cm}^3$  36 % roztoku HCl ( $\rho = 1,1789 \text{ g.cm}^{-3}$ ) potrebujete na prípravu 2  $\text{dm}^3$  roztoku s koncentráciou  $c = 1 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku HCl?  $M_r(\text{HCl}) = 36,461$ .
- Koľko gramov dusičnanu strieborného je v 0,5  $\text{dm}^3$  jeho 0,625  $\text{mol.l}^{-1}$  roztoku?
- Aká je percentuálna koncentrácia roztoku, ktorý vznikol rozpustením 525 g soli v 2,5 kg rozpúšťadla?
- Vypočítajte:
  - v koľko gramoch 6% roztoku NaCl je 12,0 g NaCl,
  - v koľko  $\text{cm}^3$  6% roztoku NaCl je 12,0 g NaCl, ak je hustota tohoto roztoku  $\rho = 1,0413 \text{ g.cm}^{-3}$ .
- Vypočítajte koncentráciu roztoku (v hmotnostných percentách), ktorý vznikol rozpustením 25,0 g fenolu v 100  $\text{cm}^3$  metanolu, ktorého hustota je  $\rho = 0,7917 \text{ g.cm}^{-3}$ .
- Koľko gramov  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$  a koľko  $\text{cm}^3$   $\text{H}_2\text{O}$  použijeme na prípravu 0,5  $\text{dm}^3$  12% roztoku uhličitanu sodného, ktorého hustota je  $\rho = 1,1244 \text{ g.cm}^{-3}$ ?
- Koľko gramov cukru je nutné rozpustiť v 4,5  $\text{dm}^3$  vody, aby sme získali 15 % roztok?
- Koľko gramov  $\text{H}_2\text{SO}_4$  obsahuje 1  $\text{cm}^3$  44 % roztoku kyseliny sírovej o hustote  $\rho = 1,3384 \text{ g.cm}^{-3}$ ?
- Koľko gramov  $\text{NaNO}_3$  potrebujete na prípravu 50  $\text{cm}^3$  roztoku s takou koncentráciou, aby 1  $\text{cm}^3$  roztoku obsahoval 70,0 mg Na?

16. Vypočítajte:
- Koľko  $\text{cm}^3$  etylalkoholu je v  $1 \text{ dm}^3$  vodného roztoku etylalkoholu, ktorého koncentrácia je 40 objemových %?
  - Koľko gramov etylalkoholu je v  $1 \text{ dm}^3$  tohoto roztoku. Hustota bezvodého  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  je  $\rho = 0,7893 \text{ g.cm}^{-3}$ ?
- Hustota 68% vodného roztoku  $\text{CH}_3\text{OH}$  je  $0,880 \text{ g.cm}^{-3}$ , hustota bezvodého metanolu je  $\rho = 0,796 \text{ g.cm}^{-3}$ . Vypočítajte koncentráciu uvedeného vodného roztoku  $\text{CH}_3\text{OH}$  v objemových percentách.
  - V  $100 \text{ g}$  vody sa pri  $20^\circ\text{C}$  rozpustí  $62,1 \text{ g}$   $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ . Vypočítate percentuálnu koncentráciu  $\text{FeSO}_4$  v tomto roztoku.
  - Koľko molov a koľko gramov  $\text{HNO}_3$  obsahuje  $250 \text{ cm}^3$   $2,03 \text{ M-HNO}_3$ . Hustota tohoto roztoku je  $\rho = 1,0661 \text{ g.cm}^{-3}$ . Vypočítajte percentnú koncentráciu  $\text{HNO}_3$  v roztoku.
  - Vypočítajte molaritu 12 % roztoku  $\text{H}_3\text{PO}_4$  o hustote  $\rho = 1,0647 \text{ g.cm}^{-3}$ .
  - Vypočítajte percentnú koncentráciu  $3,0 \text{ M-NaNO}_3$  s hustotou  $\rho = 1,1589 \text{ g.cm}^{-3}$ .
  - V akom objeme  $0,365 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku  $\text{FeCl}_3$  je  $1 \text{ g}$   $\text{Fe}$ ?
  - Určite molárnu koncentráciu roztoku obsahujúceho  $16,021 \text{ g}$   $\text{CH}_3\text{OH}$  v  $200 \text{ cm}^3$  roztoku.
  - Koľko gramov  $\text{CH}_3\text{COOH}$  obsahuje  $100 \text{ cm}^3$   $0,25 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ?
  - Vypočítate látkové molaritu a molalitu roztoku, ak  $100 \text{ g}$  obsahuje  $10,0 \text{ g}$   $\text{NaCl}$  a jeho hustota  $\rho = 1,0707 \text{ g.cm}^{-3}$ .
  - Koľko  $\text{cm}^3$  96 % roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,8355 \text{ g.cm}^{-3}$ ) potrebujeme na prípravu  $1 \text{ dm}^3$   $0,5 \text{ M-H}_2\text{SO}_4$ ?
  - Koľko  $\text{cm}^3$  50% roztoku  $\text{NaOH}$  ( $\rho = 1,5253 \text{ g.cm}^{-3}$ ) je nutné použiť na prípravu  $0,5 \text{ dm}^3$   $0,5 \text{ M-NaOH}$ ?
  - Vypočítajte percentnú koncentráciu  $1,33 \text{ M-K}_2\text{CO}_3$  s hustotou  $\rho = 1,1490 \text{ g.cm}^{-3}$ .
  - Vypočítajte percentnú koncentráciu a molalitu  $2,70 \text{ M-KCl}$  s hustotou  $\rho = 1,1185 \text{ g.cm}^{-3}$ .
  - Množstvo amoniaku odpovedajúce dvanásťnásobku jeho molárnej hmotnosti bolo rozpustené vo vode za vzniku  $1250 \text{ g}$  roztoku. Vypočítajte koncentráciu tohoto roztoku v hmotnostných percentách.
  - Koľko  $\text{cm}^3$   $0,125 \text{ M-KOH}$  môžeme pripraviť z  $3,5 \text{ g}$   $\text{KOH}$ ?
  - $10,0 \text{ g}$  34,89 % roztoku  $\text{ZnCl}_2$  bolo zriedených vodou na objem  $200 \text{ cm}^3$ . Vypočítajte molárnu koncentráciu vzniknutého roztoku.
  - Na aký objem musí byť zriedený roztok, ktorý vznikol rozpustením  $50,0 \text{ g}$   $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$  v  $100 \text{ g}$  vody, aby vznikol  $0,5 \text{ M-CuSO}_4$
  - Hustota 50% (hmotn.) roztoku  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  vo vode je  $\rho = 0,9138 \text{ g.cm}^{-3}$ . Vypočítajte látkové molaritu a molalitu  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

35. Vypočítajte percentný obsah a molaritu 1,0989 molálneho roztoku  $\text{KNO}_3$  ( $\rho(\text{KNO}_3) = 1,0627 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ).
36. Zmes s hmotnosťou 92 g obsahuje 15 % látky. Vypočítajte jej hmotnosť.
37. Máme 110 g 2 % roztoku. Aká je hmotnosť rozpúšťadla?
38. Zmes s hmotnosťou 66 g obsahuje 8 g látky. Vypočítajte hmotnostný zlomok, a výsledok vyjadrite v percentách.
39. 76 g zmesi obsahuje 27 g látky. Vypočítajte hmotnostný zlomok.
40. 15 g látky zmiešame s 85 g rozpúšťadla. Aký bude hmotnostný zlomok roztoku? Výsledok vyjadrite v percentách.
41. Zmes o hmotnosti 59 g obsahuje 7 % určitej látky. Vypočítajte jej hmotnosť.
42. Máme 4 % roztok, v ktorom je 90 g rozpustenej látky. Aká je hmotnosť roztoku?
43. 20 g látky zmiešame s 180 g rozpúšťadla. Aký bude hmotnostný zlomok roztoku? Výsledok vyjadrite v percentách.
44. Máme 35 % roztok, v ktorom je 7 g rozpustenej látky. Aká je hmotnosť roztoku?
45. Máme 888 g 1 % roztoku. Aká je hmotnosť rozpúšťadla?
46. Roztok kyseliny sírovej o objeme  $55 \text{ cm}^3$  sme pripravili zriedením  $28 \text{ cm}^3$  absolútnej (100%) kyseliny sírovej. Vypočítajte koncentráciu roztoku v objemových %.
47. Roztok bol pripravený zriedením 5 g kyseliny mravčej na celkový objem  $39 \text{ cm}^3$ . Vypočítajte koncentráciu roztoku v obj. %. ( $\rho(\text{CH}_2\text{O}_2) = 1220,2 \text{ kg/m}^3$ )
48. Roztok propanalu s objemom  $42 \text{ cm}^3$  sme pripravili zriedením  $6 \text{ cm}^3$  absolútneho, bezvodého propanalu. Vypočítajte objemový zlomok roztoku.
49. Vyjadrite zloženie roztoku, ktorý vznikol rozpustením 40 g pentahydrátu síranu meďnatého v  $250 \text{ cm}^3$  vody hmotnostným a molárnym zlomkom.
50. Vypočítajte hmotnosť kyseliny sírovej v  $400 \text{ cm}^3$  roztoku s hmotnostným zložením 60 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Hustota roztoku kyseliny je  $1,4983 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .
51. Vypočítajte hmotnosť hydroxidu sodného na prípravu  $250 \text{ cm}^3$  roztoku s koncentráciou  $c(\text{NaOH}) = 0,15 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ .
52. V 100 g vody sme rozpustili 14 g chlorečnanu draselného. Určite hmotnostné zloženie vzniknutého roztoku.
53. Určite hmotnosť roztoku síranu horečnatého s hmotnostným zložením 6 %  $\text{MgSO}_4$ , ktorý bol pripravený rozpustením 100 g heptahydrátu síranu horečnatého vo vode.
54. Určite hmotnosť síranu sodného, ktorú je treba rozpustiť v 500 g vody, aby ste získali roztok s hmotnostným zložením 5 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
55. Určite hmotnosť chlorovodíku v  $250 \text{ cm}^3$  roztoku kyseliny chlorovodíkovej s hmotnostným zložením 7,15 %  $\text{HCl}$  a hustote  $1,035 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

56. Určite objem kyseliny sírovej s hmotnostným zložením 96 % a hustote  $1,8355 \text{ g.cm}^{-3}$ , ktorý je potreba na prípravu  $1,5 \text{ dm}^3$  roztoku s koncentráciou  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ .
57. Určite hmotnosť vody v objeme  $750 \text{ cm}^3$  kyseliny chlorovodíkovej s hmotnostným obsahom 36 % HCl a hustote  $1,1789 \text{ g.cm}^{-3}$ .
58. Vypočítajte hmotnosť pentahydrátu tiosíranu sodného potrebnú na prípravu  $2 \text{ dm}^3$  roztoku s koncentráciou  $0,01 \text{ mol.dm}^{-3}$ . Vyjadrite zloženie tohoto roztoku hmotnostným zlomkom, ak je hustota roztoku  $1,01 \text{ g.cm}^{-3}$ .
59. V akom objeme kyseliny chlorovodíkovej s hmotnostným zložením 34 % HCl a hustote  $1,1691 \text{ g.cm}^{-3}$  je 100 g chlorovodíku?
60. Kyselina sírová o hmotnosti 2 g a hmotnostnom zlomku 98 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bola zriedená na objem  $200 \text{ cm}^3$ . Aká je koncentrácia vzniknutého roztoku?
61. Aký objem roztoku dusičnanu draselného s koncentráciou  $0,8 \text{ mol.dm}^{-3}$  môžeme pripraviť z 50 g dusičnanu draselného?
62. Vypočítajte objem roztoku amoniaku s koncentráciou  $0,2 \text{ mol.dm}^{-3}$ , ktorý pripravíte pohltením  $5 \text{ dm}^3$  plynného amoniaku za š. p. vo vode?
63. Akému objemu plynného amoniaku za š. p. odpovedá  $500 \text{ cm}^3$  roztoku amoniaku s koncentráciou  $2 \text{ mol.dm}^{-3}$ ?
64. Objem  $900 \text{ cm}^3$  plynného amoniaku za š. p. bol pohltený bez strát vo vode a vzniklo  $200 \text{ cm}^3$  roztoku. Určite koncentráciu tohoto roztoku.
65. Koncentrácia roztoku kyseliny sírovej je  $2 \text{ mol.dm}^{-3}$  a hustota  $1,1206 \text{ g.cm}^{-3}$ . Vyjadrite zloženie roztoku hmotnostným zlomkom.
66. Určite koncentráciu roztoku kyseliny chlorovodíkovej s hmotnostným zložením 20 % HCl a hustote  $1,1 \text{ g.cm}^{-3}$ .
67. Koľko g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  obsahuje  $0,5 \text{ l}$  vodného roztoku, ak  $c=0,5 \text{ mol/dm}^3$ ? ( $M=98,06$ )
68. Pripravte  $500 \text{ ml}$   $0,1 \text{ M}$  roztok 36% HCl, ak  $M=36,46$  a  $\rho=1,179 \text{ g/cm}^3$ .
69. V roztoku s objemom  $0,5 \text{ dm}^3$  je rozpustených  $5,84 \text{ g}$  bromidu draselného. Hustota roztoku pri  $20^\circ\text{C}$  je  $1,0052 \text{ kg/dm}^3$ . Vypočítajte hmotnostný zlomok oboch zložiek sústavy a koncentráciu bromidu draselného.
70. Máme  $22 \text{ g}$  3 % roztoku, do ktorého pridáme  $100 \text{ g}$  3 % roztoku. Koľko percentný roztok sme pripravili?
71. Koľko g čistej látky musíme pridať do  $42 \text{ g}$  2 % roztoku, aby bol roztok 20 %?
72. Koľko g čistej látky musíme pridať do  $317 \text{ g}$  37 % roztoku, aby bol roztok 63 %?
73. Máme  $138 \text{ g}$  14 % roztoku, do ktorého pridáme  $54 \text{ g}$  19 % roztoku. Aká je koncentrácia roztoku?
74. Máme  $223 \text{ g}$  41 % roztoku, do ktorého pridáme  $39 \text{ g}$  11 % roztoku. Aká je koncentrácia roztoku?
75. Koľko g čistej látky musíme pridať k  $688 \text{ g}$  19 % roztoku, aby bol roztok 54 %?

76. Aký je objem 0.3 M roztoku, v ktorom je 3,9 g kyseliny sírovej? ( $A_r(\text{H}) = 1,01$ ,  $A_r(\text{S}) = 32,07$ ,  $A_r(\text{O}) = 16$ )
77. Aká je hmotnosť hydroxidu sodného v 0,7 M roztoku s objemom 9,6 ml? ( $A_r(\text{Na}) = 22,99$ ,  $A_r(\text{O}) = 16$ ,  $A_r(\text{H}) = 1,01$ )
78. Aká je koncentrácia roztoku s objemom 3,5 ml, v ktorom je 1,1 g kyseliny siričitej? ( $A_r(\text{H}) = 1,01$ ,  $A_r(\text{S}) = 32,07$ ,  $A_r(\text{O}) = 16$ )
79. Aké je percentuálne zastúpenie Bi v  $\text{BiCl}_3$ ?
80. Aký je hmotnostný zlomok S v  $\text{As}_2\text{S}_5$ ?
81. Látka s hustotou  $791,7 \text{ kg/m}^3$  má v nádobe objem  $1 \text{ cm}^3$ . Aká je jej hmotnosť?
82. Roztok s hustotou  $1220,2 \text{ kg/m}^3$  má hmotnosť 15 kg. Aký je jeho objem? Výsledok uveďte v litroch.
83. Vyjadrite koncentráciu odmerného roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  v  $\text{mol.dm}^{-3}$ , keď  $500 \text{ cm}^3$  roztoku obsahuje 12,25 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
84. Vypočítajte koncentráciu odmerného roztoku  $c(\text{CaCl}_2)$  v  $\text{mol.dm}^{-3}$ , ktorý obsahuje 22,2 g  $\text{CaCl}_2$  v 366,6 g roztoku  $\text{CaCl}_2$  s hustotou  $1,1 \text{ g.cm}^{-3}$
85. Roztok hydroxidu draselného obsahuje 40% KOH. Vyjadrite zloženie tohto roztoku molovými zlomkami.
86. Koľko gramov hydroxidu sodného a vody (g, ml) je potrebných na prípravu 300 g 15% roztoku?
87. Vypočítajte koncentráciu roztoku kuchynskej soli v hmotnostných percentách, keď sa v 100 gramoch destilovanej vody rozpustí 18 g kuchynskej soli.
88. Koľko gramov  $\text{HNO}_3$  sa spotrebuje na prípravu  $400 \text{ cm}^3$  odmerného roztoku s koncentráciou  $c(\text{HNO}_3) = 0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ ?
89. Koľko molov NaOH sa nachádza v  $500 \text{ cm}^3$  roztoku s koncentráciou  $c = 0,2 \text{ mol.dm}^{-3}$ ?
90. Koľko gramov NaOH ( $M = 40,0 \text{ g/mol}$ ) je potrebných pre prípravu 35 ml roztoku s koncentráciou  $c = 6,0 \text{ mol/l}$ ?
91. Pripravte 40 ml  $c = 6,0 \text{ mol/l}$  roztoku NaOH ( $M = 40,0 \text{ g/mol}$ ).
92. Pripravte 25 ml 0,4 % roztoku NaOH.
93. Aké množstvo NaOH (v gramoch) sa nachádza v 25ml 0,5M roztoku?
94. Aká je molárna koncentrácia roztoku, ktorý ste pripravili rozpustením 6 g NaCl ( $M=58,44$ ) vo vode do výsledného objemu 200ml?
95. Koľko gramov vody potrebujeme na rozpustenie 45 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , aby sme pripravili 20 % roztok?
96. Máte 80 % roztok glycerolu a vodu. Koľko glycerolu a koľko vody potrebujete, ak máte pripraviť roztok o objeme 600 ml, v ktorom má byť 20 % glycerolu
97. Pripravte 250ml 35% etanolu, keď máte k dispozícii 60% etanol a 10% etanol.

98. Pripravte 100 ml 2% roztoku dinitrofenylhydrazínu v 50 % etanole, ak máte k dispozícii 96% etanol.
99. Ak máme 2 % roztok glukózy a 1 % roztok fruktózy zmiešaný v pomere 1:1, aká je výsledná koncentrácia jednotlivých komponentov?
100. Z 5% roztoku glukózy pipetujeme 5 ml do 25 ml odmernej banky. Akú koncentráciu bude mať glukóza?
101. Zmes s hmotnosťou 80 g obsahuje 12 % čistej látky. Vypočítajte hmotnosť čistej látky v zmesi.
102. Do roztoku s objemom 300 mikrolitrov ste pridali 0,7ml roztoku s koncentráciou látky 25mg/50ml. Vypočítajte výslednú koncentráciu látky zmiešaného roztoku.
103. Aká bude výsledná koncentrácia albumínu (v  $\mu\text{g/ml}$ ), ak ste riedili 0,7ml roztoku albumínu s koncentráciou 0,5mg/ml fyziologickým roztokom na výsledný objem 2ml?
104. Do roztoku s objemom 200  $\mu\text{l}$  ste pridali 0,8 ml roztoku s koncentráciou látky 25mg/50ml. Vypočítajte výslednú koncentráciu látky v zmiešanom roztoku.
105. Koľkokrát nariedite základný roztok s koncentráciou 5 mM, aby vzniklo 10 ml 50  $\mu\text{M}$  roztoku?
106. Koľkokrát nariedite 1M fosfátový tlmivý roztok, aby ste získali 100 ml 25 mM tlmivého roztoku?
107. Koľko  $\mu\text{l}$  roztoku putrescínu s koncentráciou  $c = 0,10 \text{ mol/l}$  potrebujete k príprave 200  $\mu\text{l}$  1 mM roztoku?
108. Koľko  $\text{cm}^3$  64% kyseliny dusičnej ( $\rho = 1,3866 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) potrebujete na prípravu 100  $\text{cm}^3$  jej 2M roztoku?
109. Aký objem vody je treba pridať k 200 ml 37% (w/w) kyseliny chlorovodíkovej ( $\rho = 1,185 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), aby vznikol roztok kyseliny s hmotnostným obsahom 5 % HCl?
110. Koľko gramov NaCl a koľko gramov vody je treba zmiešať, aby sme dostali 200ml 2,5% roztoku ( $\rho = 1,016 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )?
111. Koľko  $\text{cm}^3$  vody musíme pridať k 180  $\text{cm}^3$  35% roztoku HCOOH s hustotou  $\rho = 1,0847 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , aby vznikol 20% roztok ( $\rho = 1,0488 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )? Aký bude objem vzniknutého roztoku?
112. Koľko gramov NaCl je nutné pridať k 1  $\text{dm}^3$  10% roztoku NaCl o hustote ( $\rho = 1,0707 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), aby vznikol roztok 20% ( $\rho = 1,1478 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ). Aký bude objem roztoku?
113. 180 g 23,5% roztoku NaBr bolo odparením vody zahustené na 40% roztok. Vypočítajte hmotnosť zahusteného roztoku a objem vody, ktorý bol z pôvodného roztoku odparený.

114. Pomocou krížového pravidla vypočítajte:

a) v akom hmotnostnom pomere,

b) v akom objemovom pomere musíme zmiešať 10% roztok amoniaku ( $\rho$  (10%  $\text{NH}_3$ ) =  $0,9575 \text{ g.cm}^{-3}$ ) s 26% roztokom amoniaku ( $\rho$  (26%  $\text{NH}_3$ ) =  $0,9040 \text{ g.cm}^{-3}$ ), aby vznikol 20% roztok.

115. 160 g 40% roztoku  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1,2463 \text{ g.cm}^{-3}$ ) bolo pridaním 5% roztoku  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1,0256 \text{ g.cm}^{-3}$ ) zriedené na 15% roztok  $\text{HNO}_3$ . Pomocou krížového pravidla vypočítajte, koľko  $\text{cm}^3$  5% roztoku  $\text{HNO}_3$  bolo na riedenie použité.

116. Vypočítajte molaritu roztoku, ktorý vznikol zmiešaním  $1 \text{ dm}^3$   $1 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku s  $2 \text{ dm}^3$   $2 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku a s  $4 \text{ dm}^3$   $0,15 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku tej istej zlúčeniny za predpokladu, že objem výsledného roztoku je rovný súčtu objemov troch zmiešaných roztokov.

117. Koľko  $\text{cm}^3$   $1,5 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku je nutné pridať k  $2 \text{ dm}^3$   $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku látky, aby sme získali  $0,2 \text{ mol.l}^{-1}$  roztok? (hustoty roztokov  $\approx 1,0 \text{ g.cm}^{-3}$ , platí aditivita objemov).

118.  $200 \text{ cm}^3$   $2 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku kyseliny bolo zriedených vodou na objem  $0,8 \text{ dm}^3$ . Vypočítajte molárnu koncentráciu zriedeného roztoku.

119. Koľko  $\text{cm}^3$   $0,125 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  je možno pripraviť riedením  $25 \text{ cm}^3$   $4 \text{ mol.l}^{-1}$  roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  vodou?

120. Potrebujeme pripraviť  $50 \mu\text{M}$  inhibičný roztok brefeldínu A s celkovým objemom 10 ml. Na jeho prípravu sme použili  $50 \mu\text{l}$  zásobného roztoku brefeldínu A, ktorý bol pripravený rozpustením 5 mg brefeldínu A (molekulová hmotnosť  $280,36 \text{ g.mol}^{-1}$ ) v dimetyl sulfoxidu (DMSO). Vypočítajte objem zásobného roztoku DMSO, v ktorom je brefeldín A rozpustný. Aká je koncentrácia brefeldínu A v zásobnom roztoku?

121. Vypočítajte molárnu koncentráciu wortmannínu v zásobnom roztoku, ktorý bol pripravený rozpustením 5 mg wortmannínu v  $1,17 \text{ ml}$  dimetyl sulfoxidu (molekulová hmotnosť wortmannínu je  $428,43 \text{ g.mol}^{-1}$ ). Aký objem zo zásobného roztoku wortmannínu je potrebný na prípravu  $33 \mu\text{M}$  inhibičného roztoku s celkovým objemom 10 ml?

122. Aký objem 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  je potrebný na prípravu 15 mM roztoku s objemom 10 ml? ( $M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,0147 \text{ g.mol}^{-1}$  a  $\rho = 1,111 \text{ g.ml}^{-1}$ ).

123. Na prípravu jedného akrylamidového gélu je nutné si prichystať 5 ml 8% akrylamidu, k čomu sa využíva 40% zásobný roztok tejto látky. Aký objem zásobného roztoku je potrebný na prípravu troch 8 % gélov?

124. Máme dve látky A ( $c = 6 \%$ ) a B ( $c = 5 \%$ ), vypočítajte výslednú koncentráciu látky A a látky B, ak ich zmiešame v pomere 2:3 a uveďte aké riedenie sme pre každú látku použili.

125. Z koncentrovanej šťavy odoberieme 5 ml do 50 ml odmernej banky, ktorú doplníme vodou po rysku. Z výsledného roztoku odoberieme 2 ml a zmiešame ich s 2 ml vody. Napíšte aké riedenie sme použili v oboch prípadoch. Ak výsledný roztok obsahuje 0,5 g vitamínu C, koľko g vitamínu C obsahovala koncentrovaná šťava?

126. Päť mililitrov vzorky ovocnej šťavy preniesiete do 50 ml odmernej banky a doplníte po rysku destilovanou vodou. Z roztoku odpipetujete 1,5 ml a pridáte k nemu 5 ml vody. Aké je výsledné riedenie ovocnej šťavy?
127. Z 5% roztoku glukózy pipetujeme 5 ml do 25 ml odmernej banky. Aké riedenie sme urobili?
128. Pripravili sme roztok, ktorý obsahoval 108 g Tris + 55 g kyseliny boritej + 40 ml 0.5 M Na<sub>2</sub>EDTA (pH 8.0) v 1 litri. Aká je koncentrácia jednotlivých zložiek finálneho roztoku ?
129. Pripravte 100 ml 10% (v/v) kyseliny sírovej zmiešaním 96% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a vody.
130. Aký objem 56 % kyseliny dusičnej ( $\rho = 1,4557 \text{ g.cm}^{-3}$ ) treba na prípravu 1250 cm<sup>3</sup> roztoku s koncentráciou 0,7 mol.dm<sup>-3</sup> ( $M_r = 63,01 \text{ g.mol}^{-1}$ )?
131. Napíšte postup prípravy 25 ml 0,4 % roztoku NaOH?
132. V akom množstve vody musíme rozpustiť 12,5 g KI, aby vznikol 5 % roztok?
133. Máme 8 ml roztoku o koncentrácii 0,04 M. Aká je hmotnosť danej látky v roztoku? ( $M_r = 158,3421 \text{ g.mol}^{-1}$ )
134. Napíšte postup prípravy 300 ml roztoku NaCl s koncentráciou 3M.
135. Aká je molárna koncentrácia roztoku, ktorý ste pripravili rozpustením 250mg NaCl v 10 ml vody?
136. Napíšte postup prípravy 150 ml 4 % roztoku dinitrofenylhydrazínu v 50 % etanole, ak máte k dispozícii 96 % etanol.
137. Aký maximálny objem 3M roztoku KCl pripravíte z 20g KCl?
138. Vypočítajte množstvo vody potrebné na prípravu 500ml 35% roztoku sacharózy, keď máte k dispozícii 60% roztok.
139. Aké množstvo NaOH (v gramoch) sa nachádza v 25 ml 0,5M roztoku?
140. Koľko NaCl potrebujete na prípravu 600 ml 9 % roztoku NaCl. Aká bude molárna koncentrácia roztoku? (Platí aditivita objemov.)
141. Vypočítajte, koľko ml koncentrovanej HCl (36%) potrebujeme na prípravu 2500 ml 0,01 M roztoku.  $M(\text{HCl}) = 36,46 \text{ g/mol}$ ,  $\rho(\text{HCl}) = 1,179 \text{ g/cm}^3$ .
142. Koľkokrát treba zriediť roztok s koncentráciou 100 mol/dm<sup>3</sup>, aby ste získali roztok s koncentráciou:
- 1 mol/dm<sup>3</sup>
  - 10 mol/dm<sup>3</sup>
  - 0,1 mol/dm<sup>3</sup>
143. Zásobný roztok glukózy má koncentráciu 50 µg/ml. Pripravte riedenie na objem 500 µL tak, aby výsledné koncentrácie roztokov glukózy boli:
- 10 µg/ml, b) 15 µg/ml c) 20 µg/ml. Výsledok uveďte v µl.



144. Akú koncentráciu kyseliny galovej bude mať roztok, ktorý pripravíte zo štandardného roztoku, keď 0,5 ml zásobného roztoku pipetujete do 2 ml fyziologického roztoku. Štandardný roztok bol pripravený rozpustením 25 mg kyseliny galovej v 100 ml vody.
145. Aká bude výsledná koncentrácia albumínu (v  $\mu\text{g/ml}$ ), ak ste riedili 1 ml roztoku albumínu s koncentráciou 0,5 mg/ml fyziologickým roztokom na výsledný objem 5 ml?
146. Zásobný roztok kvercetínu má koncentráciu 10 mg/ml. Aký objem zásobného roztoku musíte pridať na 10  $\text{cm}^3$  média, ak výsledná koncentrácia kvercetínu má byť 500  $\mu\text{g/ml}$ ?
147. Akú koncentráciu glukózy bude mať roztok, ktorý pripravíte zo zásobného roztoku, keď 0,7 ml tohto zásobného roztoku pipetujete do 4,3 ml fyziologického roztoku. Zásobný roztok bol pripravený rozpustením 10 glukózy v 100 ml fyziologického roztoku.
148. Vypočítajte množstvo (l) 52%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  s hustotou 1 418,1  $\text{kg/m}^3$ , potrebné na prípravu 5 litrov 15% roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  s hustotou 1,1020  $\text{g/cm}^3$ .
149. Vypočítajte molárnu koncentráciu 52% kyseliny sírovej s hustotou 1418,1  $\text{g.dm}^{-3}$ .
150. K 500 ml 0,03 M roztoku  $\text{HNO}_3$  sme pridali 85 ml  $\text{H}_2\text{O}$ . Aká je výsledná molárna koncentrácia roztoku?

## 8 Smerodajná odchýlka

Smerodajná odchýlka (STD) je v štatistike meradlo štatistickej disperzie (rozptylu). Jednoducho povedané hovorí o tom, ako široko sú rozložené hodnoty v množine meraní. Je druhou odmocninou rozptylu. Stredná (smerodajná) chyba (odchýlka) priemeru patrí medzi často používané miery relatívnej variability. Stredná chyba priemeru predstavuje rozptýlenosť vypočítaného aritmetického priemeru v rôznych výberových súboroch a ukazuje, do akej miery sú jednotlivé merané hodnoty okolo strednej hodnoty. Čím je smerodajná odchýlka menšia, tým bližšie sú namerané hodnoty okolo strednej hodnoty, rozptyl bol menší. Naopak, väčšia smerodajná odchýlka hovorí, že namerané hodnoty sú ďalej od strednej hodnoty a rozptyl je väčší.

Pri výpočte máme dve možnosti:

1. Počítame z údajov z výberového súboru/výberového rozptylu.
2. Počítame z údajov z celého súboru/úplnej množiny.

Smerodajnú odchýlku vypočítame ako druhú odmocninu súčtu štvorcov rozdielov nameraných hodnôt a priemernej hodnoty podelených počtom meraní:

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Kde  $x_i$  nameraná hodnota,  $\bar{x}$  je priemerná hodnota a  $n$  je počet meraní.

V praxi na vypočítanie smerodajnej odchýlky s výhodou môžeme využiť nástroje programu Excel, kde použijeme pre výpočet z výberového súboru/rozptylu funkciu STDEV.S (pre verziu Excel 2007 alebo nižšiu funkciu STDEV) a ak počítame smerodajnú odchýlku z úplnej množiny, použijeme funkciu STDEV.P (pre verziu Excel 2007 alebo nižšiu funkciu STDEVP).

**Príklad:** Pri meraní hmotnosti kalusovej kultúry chmeľu sme namerali nasledujúce hmotnosti (v mg):

kalus	m1	m2	m3
1	1198	1200	1199
2	1208	1206	1209
3	1102	1106	1100
4	1196	1192	1199
5	1193	1190	1190
6	1220	1218	1221
7	1205	1201	1208
8	1064	1066	1065
9	1124	1130	1127
10	1159	1163	1160

Vypočítajte aritmetický priemer a smerodajnú odchýlku pre každý kalus.

*Riešenie:*

Tabuľku prepíšeme do programu Excel a funkciou AVERAGE vypočítame priemernú hmotnosť pre každý kalus:

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

kalus	m1	m2	m3	priemerná m
1	1198	1200	1199	
2	1208	1206	1209	
3	1102	1106	1100	
4	1196	1192	1199	
5	1193	1190	1199	
6	1220	1218	1212	
7	1205	1201	1209	
8	1064	1066	1066	
9	1124	1130	1127	
10	1159	1163	1163	

The AVERAGE function dialog box is open, showing the formula  $\text{=AVERAGE(B2:D2)}$  and the result  $= 1199$ .

Následne funkciou STDEV.S (z údajov z výberového súboru/výberového rozptylu) vypočítame smerodajnú odchýlku pre hmotnosť každého kalusu:

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

kalus	m1	m2	m3	priemer	STD
1	1198	1200	1199	1199	
2	1208	1206	1209	1207,667	
3	1102	1106	1100	1102,667	
4	1196	1192	1199	1195,667	
5	1193	1190	1199	1194	
6	1220	1218	1212	1216,667	
7	1205	1201	1209	1205	
8	1064	1066	1066	1065,333	
9	1124	1130	1127	1127	
10	1159	1163	1163	1161,667	

The STDEV.S function dialog box is open, showing the formula  $\text{=STDEV.S(B2:D2)}$  and the result  $= 1$ .

- ✓ Dostaneme tabuľku s vypočítanými hodnotami priemeru hmotností kalusov a ich smerodajných odchýlok:

kalus	m1	m2	m3	priemer	STD
1	1198	1200	1199	1199	1
2	1208	1206	1209	1207,667	1,527525
3	1102	1106	1100	1102,667	3,05505
4	1196	1192	1199	1195,667	3,511885
5	1193	1190	1190	1191	1,732051
6	1220	1218	1221	1219,667	1,527525
7	1205	1201	1208	1204,667	3,511885
8	1064	1066	1065	1065	1
9	1124	1130	1127	1127	3
10	1159	1163	1160	1160,667	2,081666

## 9 Kalibračná krivka

V analytickej chémii je kalibračná krivka, tiež známa ako štandardná krivka, všeobecná metóda na stanovenie koncentrácie látky v neznámej vzorke porovnaním neznámej so súborom štandardných vzoriek známej koncentrácie. Kalibračná krivka je grafom toho, ako sa analytický signál mení s koncentráciou analytu (látky, ktorá sa má merať). Pri meraní pripravíme sériu štandardov v celom rozsahu koncentrácií blízkyh očakávanej koncentrácii analytu vo vzorke. Koncentrácie štandardov musia byť v pracovnom rozsahu metodiky, techniky alebo prístrojového vybavenia, ktoré používame pri stanovení. Pre väčšinu analýz bude diagram reakcie prístroja vs. koncentrácie vykazovať lineárny vzťah. Pri stanovení meriame odozvu neznámeho a pomocou kalibračnej krivky môžeme interpolovať na zistenie koncentrácie analytu. Koncentrácie analytu (meranej látky) je možné prispôbiť lineárnej regresnej analýze. To poskytne rovnicu priamky:

$$y = ax + b$$

kde **y** je nameraná hodnota, **a** predstavuje citlivosť a **b** je konštanta, ktorá popisuje pozadie. Koncentrácia analytu (**x**) neznámych vzoriek sa môže vypočítať z tejto rovnice.

Analytická kalibračná krivka je experimentálne stanovená závislosť intenzity meranej veličiny od množstva alebo od koncentrácie stanovovanej zložky zhotovovaná pre známu vzorku (referenčný materiál, resp. štandard) so známou koncentráciou stanovovanej zložky. Môže byť vyjadrená graficky, tabelárne alebo vhodným matematickým výrazom. Pri grafickom znázornení kalibračnej krivky sú na osi nezávisle premennej (**x**) hodnoty koncentrácie/množstva a na osi závisle premennej (**y**) hodnoty meraného signálu. Pri spektrofotometrickom meraní je kalibračnou krivkou závislosť absorbie od koncentrácie analytu.

Väčšina analytických techník používa kalibračnú krivku. Tento prístup má množstvo výhod. Kalibračná krivka poskytuje spoľahlivý spôsob výpočtu neistoty koncentrácie vypočítanej z kalibračnej krivky (pomocou štatistických údajov o čiare najmenších štvorcov vhodných pre údaje).

Pri zostrojovaní kalibračnej krivky spravidla pripravujeme rad roztokov so známou koncentráciou stanovovanej látky, pri ktorom následne zmeriame meranú veličinu. Na základe známej koncentrácie a nameraných hodnôt zostrojíme kalibračnú krivku a vypočítame rovnicu priamky. Sadu roztokov so známou koncentráciou pripravujeme tak, že najskôr pripravíme roztok s najvyššou koncentráciou (zásobný roztok), ktorá je ešte v lineárnej oblasti metodiky a tento roztok ďalej riedime na požadované nižšie koncentrácie (oblasť koncentrácií býva uvedený v metodike stanovenia látky, alebo ho zistíme experimentálne).

**Príklad:** Ako pripravíte riedenie na kalibračnú krivku, ak zásobný roztok proteínu má koncentráciu 10 µg/µl. Vypočítajte množstvo zásobného roztoku na výsledný objem 100 µl. Výsledné koncentrácie roztokov proteínom sú 1 µg/µl, 0,6 µg/µl a 0,2 µg/µl.

*Riešenie:*

Na výpočet použijeme vzťah:

$$c1 \cdot V1 = c2 \cdot V2$$

kde  $c1 = 10 \text{ µg/µl}$   
 $c2 = 1 \text{ µg/µl}$   
 $V2 = 100 \text{ µL}$

$$V1 = \frac{c2 \cdot V2}{c1} = \frac{1 \cdot 100}{10} = 10 \text{ µl}$$

Rovnako vypočítame objemy zásobného roztoku pre ďalšie koncentrácie: 6 µl a 2 µl.

- ✓ Na prípravu 100 µl roztokov kalibračnej krivky s koncentraciami 1 µg/µl, 0,6 µg/µl a 0,2 µg/µl použijeme 10 µl, 6 µl a 2 µl zásobného roztoku s koncentraciou 10 µg/µl.

**Príklad:** Aká bude výsledná koncentrácia albumínu (v µg/ml), ak ste riedili 0,7 ml roztoku albumínu s koncentraciou 0,5 mg/ml fyziologickým roztokom na výsledný objem 2 ml?

*Riešenie:*

Na výpočet použijeme vzťah:

$$c1 \cdot V1 = c2 \cdot V2$$

kde  $c1 = 0,5 \text{ mg/ml}$   
 $V1 = 0,7 \text{ ml}$   
 $V2 = 2 \text{ ml}$

$$c2 = \frac{c1 \cdot V1}{V2} = \frac{0,5 \cdot 0,7}{2} = 0,175 \frac{\text{mg}}{\text{ml}} = 175 \text{ µ} \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

- ✓ Výsledná koncentrácia nariedeného roztoku je 175 µg/ml.

Podobne ako pri počítaní smerodajnej odchýlky, aj pri zostrojení kalibračnej krivky s výhodou môžeme využiť nástroje programu Excel.

Pri zostrojení kalibračnej krivky v Exceli postupujeme nasledovne:

- Do tabuľky zanesieme údaje o nezávisle premennej a závisle premennej,
- označíme oblasť údajov,
- vložíme graf, XY závislosť,
- pravým okom myši klikneme na čiaru grafu a zadáme príkaz Pridať trendovú spojnicu,
- v grafe bude zobrazená rovnica priamky a faktor spoľahlivosti (presnosti) merania.

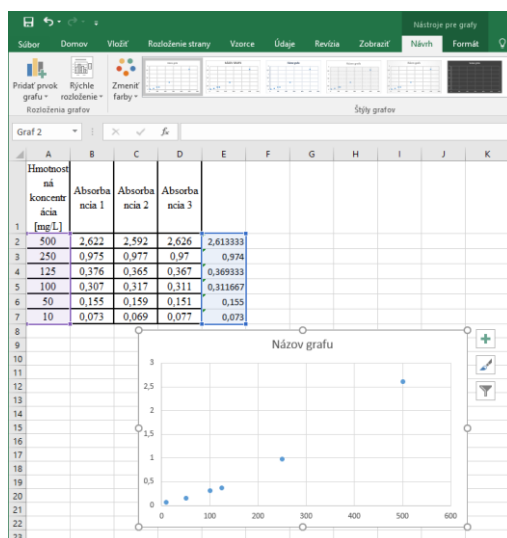
**Příklad:** Pri meraní obsahu polyfenolov bola pripravená kalibračná krivka s nasledovnými hodnotami koncentrácie kyseliny galovej:

Hmotnostná koncentrácia [mg/l]	Absorbancia 1	Absorbancia 2	Absorbancia 3
500	2,622	2,592	2,626
250	0,975	0,977	0,970
125	0,376	0,365	0,367
100	0,307	0,317	0,311
50	0,155	0,159	0,151
10	0,073	0,069	0,077

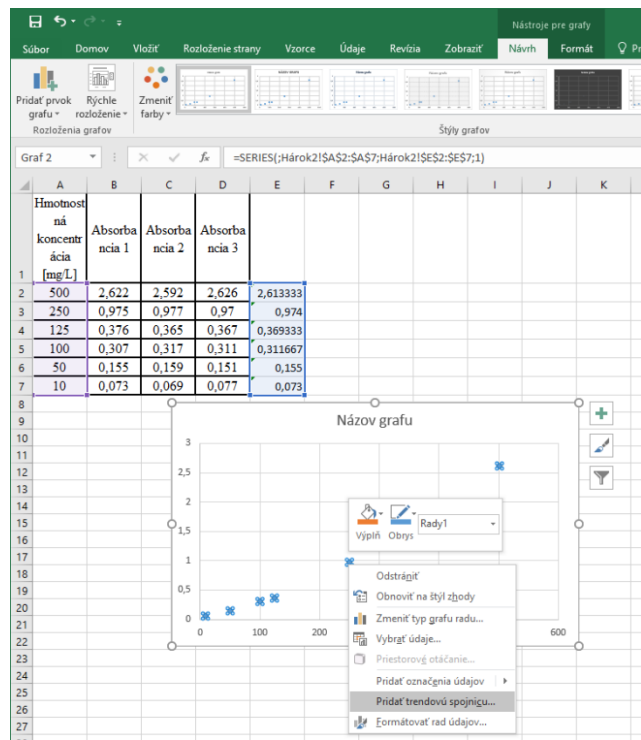
Vytvorte graf kalibračnej krivky pomocou priemernej absorbancie, vyjadrite rovnicu priamky a faktor spoľahlivosti

*Riešenie:*

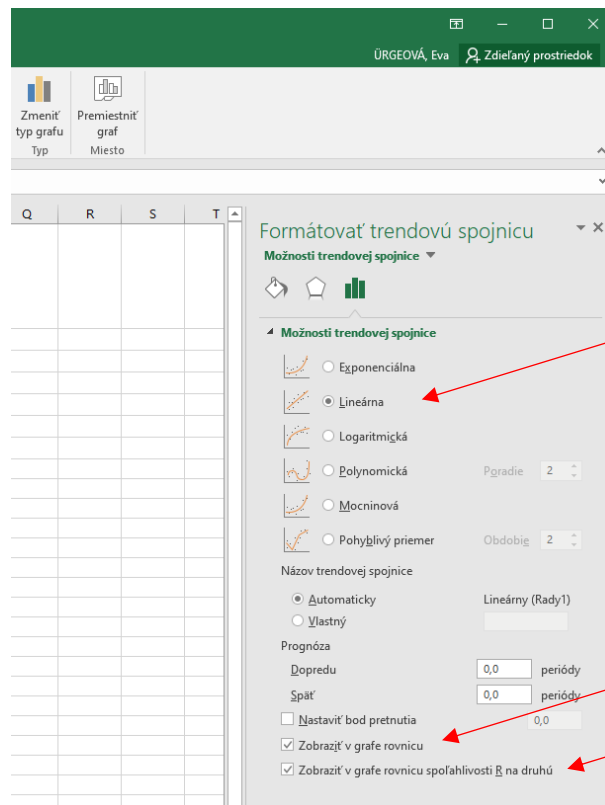
Tabuľku prepíšeme do programu Excel a funkciou AVERAGE vypočítame priemernú absorbanciu pre každú koncentráciu. Následne označíme údaje priemernej absorbancie a koncentrácie a vložíme graf XY závislosti:



Pridáme trendovú spojnicu:

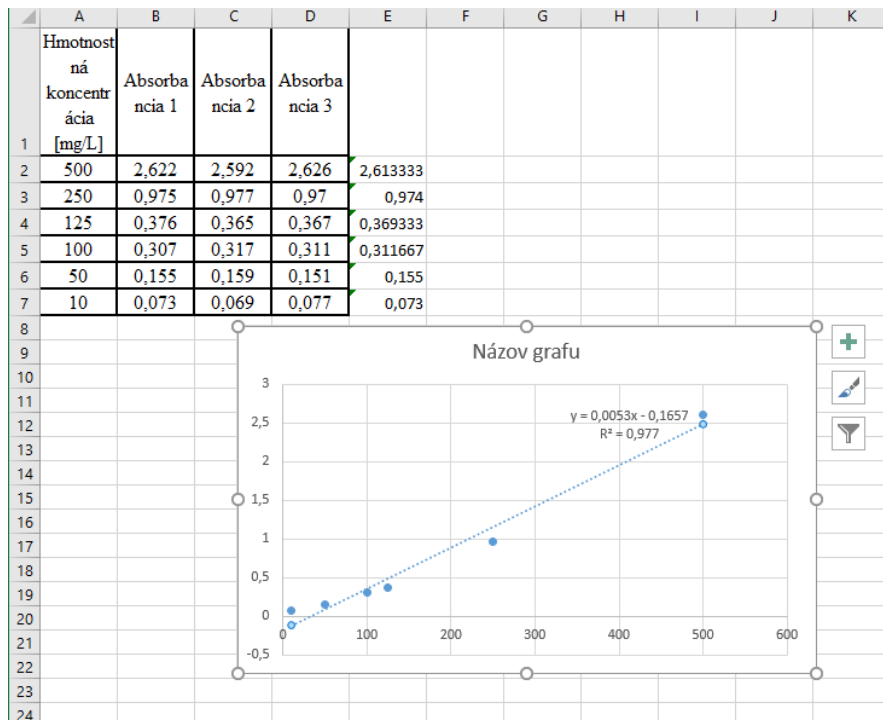


Vyberiem možnosť lineárnej trendovej spojnice, pridáme rovnicu priamky a faktor spoľahlivosti:





Dostaneme výslednú kalibračnú krivku s rovnicou priamky a faktorom spoľahlivosti:



Pre výpočet koncentrácie látky vo vzorke pri nameranej absorbančii A použijeme rovnicu priamky:

$$y = 0,0053x - 0,1657$$

Ak sme namerali absorbančiu vzorky 0,298, potom koncentrácia látky bude:

$$x(c) = \frac{y + 0,1657}{0,0053} = \frac{0,298 + 0,1657}{0,0053} = 87,49 \frac{mg}{l}$$

✓ Vo vzorke sme stanovili 87,49 mg/l polyfenolov.

## 9.1 Grafy s chybovými úsečkami

Chybové úsečky graficky znázorňujú potenciálnu veľkosť chyby vzhľadom k jednotlivým dátovým značkám v dátovom rade. Vo výsledku vedeckého experimentu môžete napríklad zobrazit' potenciálnu kladnú a zápornú chybu. Typy grafov, ktoré podporujú chybové úsečky: pruhové, stĺpcové, spojnicové, XY bodové.

Podobne ako pri počítaní smerodajnej odchýlky, aj pri zostrojení grafu s chybovými úsečkami s výhodou môžeme využiť nástroje programu Excel.

**Príklad:** Pri meraní hmotnosti kalusovej kultúry chmeľu sme namerali nasledujúce hodnoty (v mg):

kalus	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10
1	1198	1208	1199	1192	1189	1198	1200	1195	1197	1194
2	1208	1206	1209	1202	1209	1204	1208	1209	1201	1206
3	1102	1106	1100	1100	1109	1109	1009	1101	1107	1109
4	1196	1192	1199	1192	1189	1199	1191	1196	1197	1192
5	1193	1190	1190	1196	1195	1189	1193	1199	1189	1193
6	1220	1218	1221	1222	1218	1225	1220	1223	1227	1218
7	1205	1201	1208	1208	1203	1207	1206	1203	1200	1202
8	1064	1066	1065	1055	1064	1068	1065	1063	1064	1066
9	1124	1130	1127	1125	1126	1120	1119	1127	1128	1128
10	1159	1163	1160	1158	1162	1154	1169	1159	1164	1162

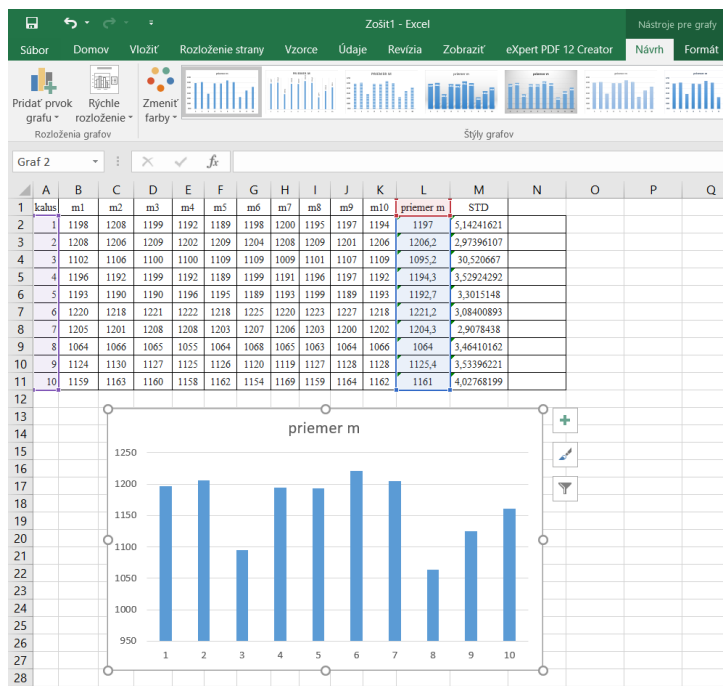
Vypočítajte aritmetický priemer, smerodajnú odchýlku pre každý kalus a zostrojte stĺpcový graf hmotností kalusov s chybovými úsečkami.

*Riešenie:*

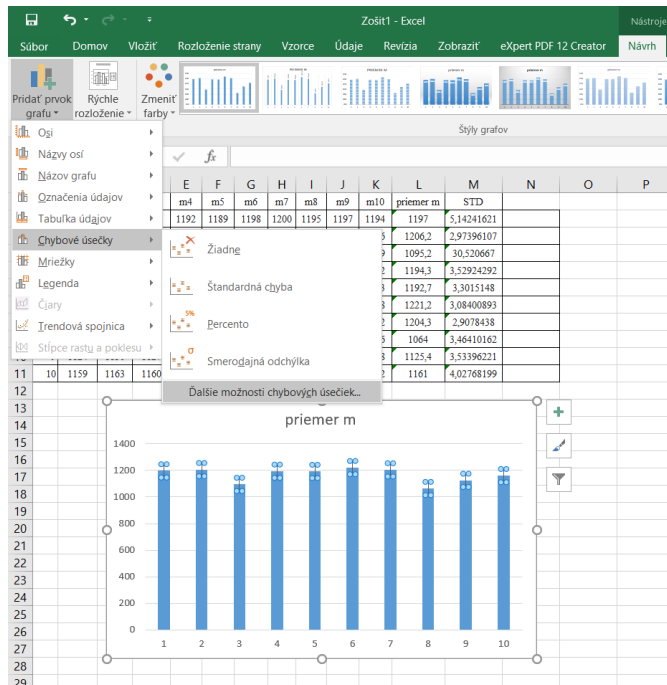
Tabuľku prepíšeme do programu Excel a funkciou AVERAGE a STDEV.S vypočítame priemernú hmotnosť a smerodajnú odchýlku pre každý kalus.

kalus	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	priemer m	STD
1	1198	1208	1199	1192	1189	1198	1200	1195	1197	1194	1197	5,14241621
2	1208	1206	1209	1202	1209	1204	1208	1209	1201	1206	1206,2	2,97396107
3	1102	1106	1100	1100	1109	1109	1009	1101	1107	1109	1095,2	30,520667
4	1196	1192	1199	1192	1189	1199	1191	1196	1197	1192	1194,3	3,52924292
5	1193	1190	1190	1196	1195	1189	1193	1199	1189	1193	1192,7	3,3015148
6	1220	1218	1221	1222	1218	1225	1220	1223	1227	1218	1221,2	3,08400893
7	1205	1201	1208	1208	1203	1207	1206	1203	1200	1202	1204,3	2,9078438
8	1064	1066	1065	1055	1064	1068	1065	1063	1064	1066	1064	3,46410162
9	1124	1130	1127	1125	1126	1120	1119	1127	1128	1128	1125,4	3,53396221
10	1159	1163	1160	1158	1162	1154	1169	1159	1164	1162	1161	4,02768199

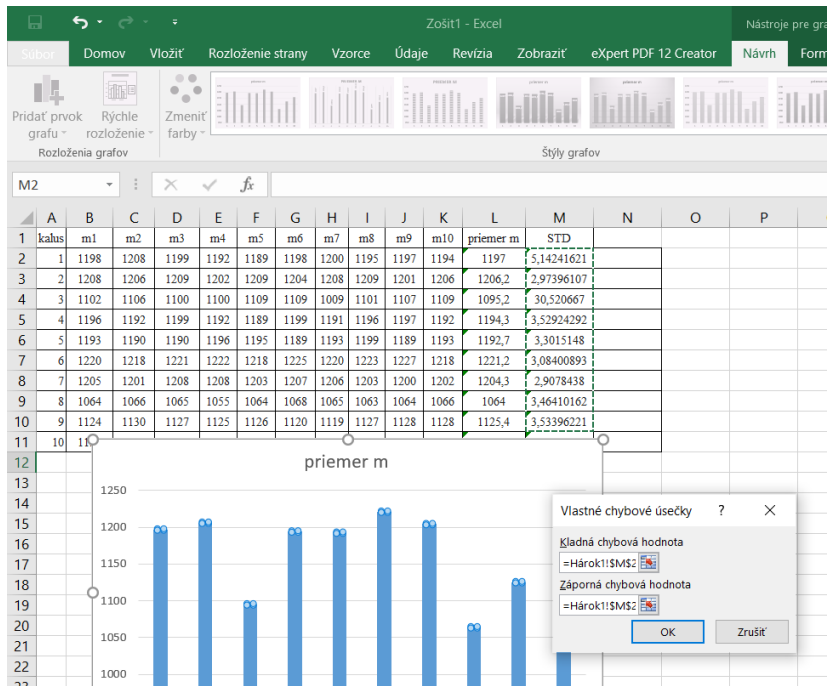
Následne označíme stĺpce s poradovým číslom kalusu a priemernou hmotnosťou a vložíme stĺpcový graf:



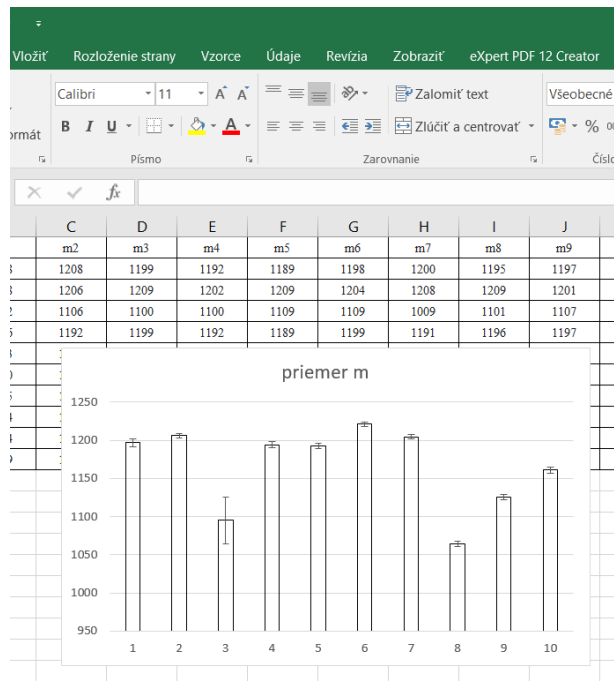
V záložke návrh klikneme na *Pridať prvok grafu* > *Chybové úsečky* > *Ďalšie možnosti chybových úsečiek*.



Vpravo sa otvorí okno, v ktorom zaškrtneme možnosť *Vlastné* a klikneme na *Zadať hodnotu*. Do riadku *kladná chybová hodnota* a *záporná chybová hodnota* zadáme hodnoty smerodajných odchýlok pre každý kalus.



Výsledný graf môžeme upraviť (farba a výplň stĺpcov, popis osí, názov grafu...) a zobrazíme aj s chybovými úsečkami:



### 9.1.1 Príklady na precvičenie

1. Akú koncentráciu vaječného albumínu bude mať roztok, ktorý pripravíte zo zásobného roztoku, ak 2 ml tohto roztoku napipetujete do 5ml fyziologického roztoku. Zásobný roztok bol pripravený rozpustením 25mg vaječného albumínu v 50ml fyziologického roztoku.
2. Zásobný roztok albumínu má koncentráciu 100 mg/ml. Aký objem zásobného roztoku musíte pridať, ak máte pripraviť 1dm<sup>3</sup> média s výslednou koncentráciou albumínu 500 µg/ml?
3. Akú koncentráciu proteínu mal zásobný roztok, keď 3 ml tohto zásobného roztoku napipetujete k 3 ml fyziologického roztoku a dostanete roztok s koncentráciou  $c = 0,25$  mg/ml.
4. Zostrojte kalibračnú krivku a vypočítajte rovnicu priamky pre závislosť  $A=f(c)$  podľa tabuľky výsledkov:

Hmotnostná koncentrácia [mg/mm <sup>3</sup> ]	Absorbancia pri 756 nm
10	0,062
20	0,135
30	0,220
50	0,308
70	0,461
100	0,637

5. Pri meraní obsahu flavonoidov bola pripravená kalibračná krivka s nasledovnými hodnotami kvercetínu:

Hmotnostná koncentrácia [mg/l]	Absorbancia 1	Absorbancia 2	Absorbancia 3
125	1,857	1,856	1,852
100	1,456	1,458	1,455
50	0,755	0,752	0,753
10	0,122	0,121	0,125
5	0,061	0,062	0,063

Zostrojte kalibračnú krivku a vypočítajte rovnicu priamky a faktor spoľahlivosti (použite priemerné absorbanciu z troch meraní).

## 10 Výsledky riešení príkladov na precvičenie

### 10.1 Percentá a promile

1. a) 2,3; b) 0,33; c) 0,0043; d) 84; e) 0,078; f) 0,0034
2. 10 krát; 2,5 krát; 15 krát; 120 krát; 88 krát
3. 170 cm
4. 702 g
5. 50 g
6. 45,45 ml
7. 10 %
8. 600 g
9. 11,784 g
10. 94,16 %
11. 77,16 %
12. 0,3655 g
13. 15g
14. 10 ‰
15. 855 g

### 10.2 Názvoslovie anorganických zlúčenín

1. a) 0; b) 0; c)  $\text{Ca}^{\text{II}} \text{O}^{\text{-II}}$ ; d)  $\text{N}^{\text{V}} \text{O}^{\text{-II}}$ ; e)  $\text{H}^{\text{I}} \text{C}^{\text{IV}} \text{O}^{\text{-II}}$ ; f)  $\text{H}^{\text{I}} \text{F}^{\text{-I}}$ ; g)  $\text{K}^{\text{I}} \text{N}^{\text{V}} \text{O}^{\text{-II}}$ ; h)  $\text{H}^{\text{I}} \text{N}^{\text{III}} \text{O}^{\text{-II}}$   
i)  $\text{K}^{\text{I}} \text{H}^{\text{I}} \text{P}^{\text{V}} \text{O}^{\text{-II}}$  j)  $\text{H}^{\text{I}} \text{S}^{\text{VI}} \text{O}^{\text{-II}}$
2. a)  $\text{Rb}_2\text{O}$ ; b)  $\text{V}_2\text{O}_5$ ; c)  $\text{Li}_2\text{O}$ ; d)  $\text{N}_2\text{O}$ ; e)  $\text{B}_2\text{O}_3$
3. a) oxid germaničitý; b) oxid dusnatý; c) oxid siričitý; d) oxid dusitý; e) oxid uhličitý; f) oxid chloristý
4. a)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; b)  $\text{HAsO}_2$ ; c)  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ; d)  $\text{HNO}_3$ ; e)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ; f)  $\text{LiOH}$ ; g)  $\text{Pb}(\text{OH})_4$ ; h)  $\text{Co}(\text{OH})_3$ ; i)  $\text{NaOH}$
5. a) kyselina arzeničná; b) kyselina tetrahydrogendifosforečná; c) kyselina sulfánová/sulfán; d) kyselina chromitá; e) kyselina siričitá; f) kyselina fosforečná; g) kyselina chlorovodíková/chlorovodík; h) hydroxid strieborný; i) hydroxid cíničitý; j) hydroxid draselný; k) hydroxid horečnatý
6. a)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; b)  $\text{Li}_2\text{SeO}_4$ ; c)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ; d)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; e)  $\text{AlCl}_3$ ; f)  $\text{KI}$ ; g)  $\text{FeS}$ ; h)  $\text{KNO}_3$ ; i)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ; j)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ; k)  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
7. a) chlorid sodný; b) síran meďnatý; c) dusičnan sodný; d) chlorid draselný; e) uhličitan vápenatý; f) hydrogenuhličitan zinočnatý; g) chlórnan strontnatý; h) siričitan sodný; i) síran draselný; j) pentahydrát síranu meďnatého; k) heptahydrát síranu zinočnatého

### 10.3 Množstvo látky

1.  $1,8066 \cdot 10^{24}$  molekúl
2.  $2,71 \cdot 10^{24}$  molekúl
3.  $2,999 \cdot 10^3$  mol
4. 0,426 mol
5. 1,74 mol
6. 0,97 mol
7.  $134,5 \text{ dm}^3$
8. 0,664 mol
9. 364,26 g
10. 12,044 molekúl
11. 175,1 g
12.  $43,2 \text{ dm}^3$
13.  $62,6 \cdot 10^{23}$
14. 4,65 g
15.  $18,61 \text{ dm}^3$
16.  $13,44 \cdot 10^{23}$
17.  $2,7 \cdot 10^{24}$
18. a)  $4,284 \cdot 10^3$ ; b)  $9,21 \cdot 10^3$ ; c) 0,144; d)  $2,91 \cdot 10^3$
19. 114,42 molekúl
20.  $27,31 \text{ dm}^3$

### 10.4 Hmotnostný zlomok

1.  $w = 0,116$
2.  $w = 0,349$
3. 117,6 g
4. 1,77 g
5. 7,32 g
6. 101,92 g
7.  $w = 0,088$ ; 8,8 %
8.  $w = 0,355$
9. 14,08 %
10. 4,13 g
11. 642,86 g
12.  $w = 0,091$
13. 3,75 g
14. 0,9 g
15.  $w = 0,0125$
16. a) 1:24 b) 3:7 c) 2:3
17. 15 %
18. 17 %
19. 8 %

20.  $w = 0,91, 135 \text{ g}$
21. 40 g
22. 380 g
23. 10 g
24. 0,8
25. 2 %
26. 12,5 g
27. 52,25 g
28. 600 g
29. 10 g
30. 0,01

### 10.5 Molový a objemový zlomok

1.  $x(\text{SO}_2) = 0,15; x(\text{N}_2) = 0,78; x(\text{Ar}) = 0,01; x(\text{O}_2) = 0,06$
2. 14,08 obj. %
3. 4,13 l
4. 7,4 obj. %
5.  $\varphi = 0,268$
6. 3125 ml
7. 22,92 obj. %
8. 240 ml etanolu, 360 ml  $\text{H}_2\text{O}$
9. 20 obj. %
10.  $640 \text{ cm}^3$
11.  $\varphi = 0,97$
12. 10 obj. %

### 10.6 Hustota

1.  $12,5 \text{ cm}^3$
2.  $273,15 \text{ cm}^3$
3.  $272,33 \text{ cm}^3$
4. objem kocky  $V = 125 \text{ cm}^3; \rho(\text{Cu}) = 8,96 \text{ g. cm}^{-3}$
5. 1121 g

### 10.7 Molárna koncentrácia

1.  $0,82 \text{ dm}^3$
2.  $0,017 \text{ mol. dm}^{-3}$
3. 15,68 mol
4.  $48 \text{ cm}^3$
5. 0,845 g



6.  $0,855 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
7.  $0,417 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
8.  $3,75 \text{ mmol}$
9.  $1 \text{ mol/l}$
10.  $2,19 \text{ g}$
11.  $0,05 \text{ mol}$
12.  $0,005 \text{ mol/l}$
13.  $375 \text{ ml}$
14.  $0,15 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
15.  $66,7 \text{ ml}$
16.  $3 \text{ mol/dm}^3$
17.  $24 \text{ mol}$
18.  $561,1 \text{ g}; 10 \text{ mol}$
19.  $5 \text{ mol/dm}^3$
20. d)

### 10.8 Kalibračná krivka

1.  $0,143 \text{ mg/ml}$
2.  $5 \text{ cm}^3$
3.  $0,5 \text{ mg/ml}$
4. Rovnica priamky:  $y = 0,0063x + 0,009$ ; faktor spoľahlivosti  $R^2 = 0,9958$
5. Rovnica priamky:  $y = 0,0149x - 0,014$ ; faktor spoľahlivosti  $R^2 = 0,9996$

## 10.9 Výsledky riešení úloh na precvičenie

1. a) 250,00 g, b) 266,85 g
2. 60,00%
3. 351,99 g
4. 1,14 M-KOH
5. 25,02%
6. 78,87 g
7. 171,82 cm<sup>3</sup>
8. 53,09 g
9. 17,36%
10. a) 200,00 g, b) 192,07 cm<sup>3</sup>
11. 24,00%
12. 182,04 g NaCO<sub>3</sub>·10 H<sub>2</sub>O, 380,17 g H<sub>2</sub>O
13. 794,12 g
14. 0,59 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
15. 12,94 g NaNO<sub>3</sub>
16. a) 400,00 cm<sup>3</sup>, b) 315,72 g C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH
17. 75,18%
18. 20,93%
19. 0,51 molov, 31,97 g, 12%
20. 1,30 M-H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
21. 21,98%
22. 49,06 cm<sup>3</sup>
23. 2,50 M-CH<sub>3</sub>OH
24. 1,50 g
25. 1,83 M, 1,90 m
26. 27,82 cm<sup>3</sup>
27. 13,11 cm<sup>3</sup>
28. 16,00%
29. 18,00%, 2,94 m
30. 16,35%
31. 500,00 cm<sup>3</sup>
32. 0,13 M-ZnCl<sub>2</sub>
33. 400,50 cm<sup>3</sup>
34. 9,92 M-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, 21,71 m-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH
35. 10,00%, 1,05 M-KNO<sub>3</sub>
36. 13,8 g
37. 107,8 g
38. 12,12 %
39.  $w = 0,355$
40. 15 %
41. 4,13 g
42. 2250 g

43. 10 %
44. 20 g
45. 879,12 g
46. 41,82 obj. %
47. 10,51 obj. %
48.  $\varphi = 0,149$
49.  $w = 0,138$ ;  $x = 0,011$
50. 359,592 g
51. 1,5 g
52.  $w = 0,123$
53. 814,16 g
54. 26,32 g
55. 18,5 g
56. 8,35 ml
57. 565,892 g
58. 4,964 g;  $w = 0,016$
59. 251,6 ml
60. 0,1 mol/l
61. 618 ml
62. 1,12 dm<sup>3</sup>
63. 22,41 dm<sup>3</sup>
64. 200 ml
65.  $w = 0,175$
66. 6,03 mol/l
67. 24,52 g
68. 4,3 ml
69.  $w = 0,0116$ ;  $c = 0,98$  mol/l
70. 3,72 %
71. 9,45 g
72. 222,76 g
73. 15,41 %
74. 36,67 %
75. 523,48 g
76. 132,5 ml
77. 0,269 g
78. 3,83 mol/l
79. 66,27 %
80.  $w = 0,5169$
81. 0,7917 g
82. 12,29 l
83. 0,25 mol/dm<sup>3</sup>
84. 0,6 mol/dm<sup>3</sup>
85.  $x(KOH) = 0,176$ ;  $x(H_2O) = 0,824$
86. 45 g NaOH + 255 g H<sub>2</sub>O

87. 15,25 %  
88. 2,52 g  
89. 0,1mol  
90. 8,4g  
91. 9,6g  
92. 0,1g  
93. 0,5g  
94. 0,51M  
95. 180g  
96. 450 H<sub>2</sub>O, 150 glycerolu  
97. 125 ml 60% + 125 ml 10%  
98. 52,08 ml et-OH+47,92 ml vody; 2g dinitrofenylhydrazínu  
99. 1% G, 0,5% F  
100.9,6g  
101.0,07mg/ml; 0,7mg/10ml; 17,5mg/50ml  
102.175 µg/ml  
103.0,08mg/ml; 0,8mg/10ml; 20mg/50ml  
104.0,1 mg/ml  
105.100 krát  
106.40 krát  
107.2,00 µl  
108.14,20 cm<sup>3</sup>  
109.1 516,80 g  
110.5,08 g NaCl; 198,12 g H<sub>2</sub>O  
111.146,43 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O; 325,79 cm<sup>3</sup> roztoku  
112.133,84 g NaCl; 1049,43 cm<sup>3</sup> objem roztoku  
113.105,75 g hmotnosť roztoku, 74,25 cm<sup>3</sup> objem vody  
114.a) 3:5, b) 1:1,7653  
115.390,02 cm<sup>3</sup>  
116.0,80 mol.l<sup>-1</sup>  
117.153,85 cm<sup>3</sup>  
118.0,50 mol.l<sup>-1</sup>  
119.800,00 cm<sup>3</sup>  
120.1,78 ml DMSO; 10 mM brefeldin A  
121.9,97 mM wortmannín; 33,10 µl  
122.13,23 µl  
123.3,00 ml  
124.2,4 % A; 3 % B; 2,5x; 1,67x  
125.20x; 10g  
126.65x  
127.5x  
128. $c(\text{TRIS}) = 0,89 \text{ mol/l}$ ;  $c(\text{H}_3\text{BO}_3) = 0,89 \text{ mol/l}$ ;  $c(\text{Na}_2\text{EDTA}) = 0,02 \text{ mol/l}$   
129.10,42 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 89,58 ml H<sub>2</sub>O  
130.55,134 g

- 131.0,1 g  
132.250 ml  
133.0,0507 g  
134.52,596 g NaCl rozpustíme v troche vody, kvantitatívne preniesieme so odmernej banky a doplníme vodou po rysku  
135.0,428 mol · dm<sup>-3</sup>  
136.78,125 ml 96% et-OH doplníme vodou na objem 150ml; 6 g DNFH  
137.89,42 ml  
138.208,33 ml  
139.0,5 g  
140.1,5 mol/l  
141.2,15 ml  
142.a) 100 krát; b) 10 krát; c) 1000 krát  
143.100 µl; 150 µl; 200µl  
144.0,05 mg/ml  
145.100 µg/ml  
146.0,5 ml  
147.14 mg/ml  
148. 1,121 dm<sup>3</sup>  
149. $c = 7,52 \text{ mol/dm}^3$   
150. $c = 0,026 \text{ mol.dm}^{-3}$



## Hustoty vodných roztokov

kyselina sírová (20°C)

w (%)	$\rho$ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	$\rho$ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	$\rho$ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	$\rho$ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.005	26	1.186	51	1.405	76	1.681
2	1.012	27	1.194	52	1.415	77	1.693
3	1.018	28	1.202	53	1.425	78	1.704
4	1.025	29	1.210	54	1.435	79	1.716
5	1.032	30	1.219	55	1.445	80	1.727
6	1.038	31	1.227	56	1.456	81	1.738
7	1.045	32	1.235	57	1.466	82	1.749
8	1.052	33	1.243	58	1.477	83	1.759
9	1.059	34	1.252	59	1.488	84	1.769
10	1.066	35	1.260	60	1.498	85	1.779
11	1.073	36	1.268	61	1.509	86	1.787
12	1.080	37	1.277	62	1.520	87	1.795
13	1.087	38	1.286	63	1.531	88	1.802
14	1.095	39	1.294	64	1.542	89	1.809
15	1.102	40	1.303	65	1.553	90	1.814
16	1.109	41	1.312	66	1.565	91	1.819
17	1.117	42	1.321	67	1.576	92	1.824
18	1.124	43	1.329	68	1.587	93	1.828
19	1.132	44	1.338	69	1.599	94	1.831
20	1.139	45	1.348	70	1.611	95	1.834
21	1.147	46	1.357	71	1.622	96	1.836
22	1.155	47	1.366	72	1.634	97	1.836
23	1.163	48	1.376	73	1.646	98	1.836
24	1.170	49	1.385	74	1.657	99	1.834
25	1.178	50	1.395	75	1.669	100	1.831

kyselina dusičná (20°C)

w (%)	$\rho$ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	$\rho$ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	$\rho$ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	$\rho$ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.004	26	1.153	51	1.316	76	1.438
2	1.009	27	1.160	52	1.322	77	1.441
3	1.015	28	1.167	53	1.328	78	1.445
4	1.020	29	1.173	54	1.334	79	1.449
5	1.026	30	1.180	55	1.339	80	1.452
6	1.031	31	1.187	56	1.345	81	1.456
7	1.037	32	1.193	57	1.351	82	1.459
8	1.043	33	1.200	58	1.356	83	1.462
9	1.049	34	1.207	59	1.361	84	1.466
10	1.054	35	1.214	60	1.367	85	1.469
11	1.060	36	1.221	61	1.372	86	1.472
12	1.066	37	1.227	62	1.377	87	1.475
13	1.072	38	1.234	63	1.382	88	1.477
14	1.078	39	1.240	64	1.387	89	1.480
15	1.084	40	1.246	65	1.391	90	1.483
16	1.090	41	1.253	66	1.396	91	1.485
17	1.096	42	1.259	67	1.400	92	1.487
18	1.103	43	1.266	68	1.405	93	1.489
19	1.109	44	1.272	69	1.409	94	1.491
20	1.115	45	1.278	70	1.413	95	1.493
21	1.121	46	1.285	71	1.418	96	1.495
22	1.128	47	1.291	72	1.422	97	1.497
23	1.134	48	1.298	73	1.426	98	1.501
24	1.140	49	1.304	74	1.430	99	1.506
25	1.147	50	1.310	75	1.434	100	1.513



kyselina fosforečná (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.004	26	1.153	51	1.344	76	1.590
2	1.009	27	1.160	52	1.353	77	1.601
3	1.015	28	1.167	53	1.361	78	1.611
4	1.020	29	1.174	54	1.370	79	1.622
5	1.025	30	1.181	55	1.379	80	1.633
6	1.031	31	1.188	56	1.388	81	1.644
7	1.036	32	1.195	57	1.398	82	1.655
8	1.042	33	1.202	58	1.407	83	1.667
9	1.047	34	1.209	59	1.417	84	1.678
10	1.053	35	1.216	60	1.426	85	1.689
11	1.059	36	1.224	61	1.436	86	1.700
12	1.065	37	1.231	62	1.446	87	1.712
13	1.071	38	1.239	63	1.455	88	1.723
14	1.077	39	1.246	64	1.465	89	1.735
15	1.083	40	1.254	65	1.475	90	1.746
16	1.089	41	1.262	66	1.485	91	1.758
17	1.095	42	1.270	67	1.495	92	1.770
18	1.101	43	1.277	68	1.506	93	1.782
19	1.108	44	1.285	69	1.516	94	1.794
20	1.114	45	1.293	70	1.526	95	1.807
21	1.120	46	1.301	71	1.537	96	1.819
22	1.126	47	1.310	72	1.547	97	1.832
23	1.133	48	1.318	73	1.558	98	1.844
24	1.140	49	1.327	74	1.568	99	1.857
25	1.146	50	1.335	75	1.579	100	1.870

kyselina octová (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.000	26	1.034	51	1.058	76	1.070
2	1.001	27	1.035	52	1.059	77	1.070
3	1.003	28	1.036	53	1.060	78	1.070
4	1.004	29	1.037	54	1.060	79	1.070
5	1.006	30	1.038	55	1.061	80	1.070
6	1.007	31	1.040	56	1.062	81	1.070
7	1.008	32	1.041	57	1.062	82	1.070
8	1.010	33	1.042	58	1.063	83	1.070
9	1.011	34	1.043	59	1.064	84	1.069
10	1.013	35	1.044	60	1.064	85	1.069
11	1.014	36	1.045	61	1.065	86	1.069
12	1.015	37	1.046	62	1.065	87	1.068
13	1.017	38	1.047	63	1.066	88	1.068
14	1.018	39	1.048	64	1.066	89	1.067
15	1.020	40	1.049	65	1.067	90	1.066
16	1.021	41	1.050	66	1.067	91	1.065
17	1.022	42	1.051	67	1.068	92	1.064
18	1.024	43	1.052	68	1.068	93	1.063
19	1.025	44	1.053	69	1.068	94	1.062
20	1.026	45	1.053	70	1.069	95	1.061
21	1.028	46	1.054	71	1.069	96	1.059
22	1.029	47	1.055	72	1.069	97	1.057
23	1.030	48	1.056	73	1.069	98	1.055
24	1.031	49	1.057	74	1.069	99	1.052
25	1.033	50	1.058	75	1.070	100	1.050

kyselina mravčia (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.002	26	1.063	51	1.123	76	1.179
2	1.004	27	1.065	52	1.124	77	1.180
3	1.007	28	1.068	53	1.127	78	1.182
4	1.009	29	1.071	54	1.130	79	1.184
5	1.012	30	1.073	55	1.132	80	1.186
6	1.014	31	1.075	56	1.134	81	1.188
7	1.017	32	1.078	57	1.136	82	1.190
8	1.020	33	1.080	58	1.138	83	1.191
9	1.022	34	1.082	59	1.140	84	1.193
10	1.025	35	1.085	60	1.142	85	1.195
11	1.027	36	1.087	61	1.144	86	1.198
12	1.030	37	1.090	62	1.147	87	1.199
13	1.033	38	1.092	63	1.150	88	1.201
14	1.035	39	1.094	64	1.152	89	1.202
15	1.037	40	1.096	65	1.154	90	1.204
16	1.039	41	1.099	66	1.157	91	1.206
17	1.042	42	1.102	67	1.158	92	1.208
18	1.044	43	1.104	68	1.160	93	1.210
19	1.046	44	1.106	69	1.163	94	1.212
20	1.049	45	1.109	70	1.166	95	1.214
21	1.052	46	1.111	71	1.168	96	1.216
22	1.054	47	1.113	72	1.170	97	1.217
23	1.057	48	1.116	73	1.173	98	1.218
24	1.059	49	1.119	74	1.175	99	1.220
25	1.061	50	1.121	75	1.177	100	1.221

amoniak (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	0.994	9	0.961	17	0.933	25	0.907
2	0.990	10	0.958	18	0.929	26	0.904
3	0.985	11	0.954	19	0.926	27	0.901
4	0.981	12	0.950	20	0.923	28	0.898
5	0.977	13	0.946	21	0.920	29	0.895
6	0.973	14	0.943	22	0.916	30	0.892
7	0.969	15	0.940	23	0.913		
8	0.965	16	0.936	24	0.910		

kyselina chlorovodíková (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.003	11	1.053	21	1.103	31	1.154
2	1.008	12	1.058	22	1.108	32	1.159
3	1.013	13	1.063	23	1.113	33	1.164
4	1.018	14	1.068	24	1.119	34	1.169
5	1.023	15	1.073	25	1.124	35	1.174
6	1.028	16	1.078	26	1.129	36	1.179
7	1.033	17	1.083	27	1.134	37	1.184
8	1.038	18	1.088	28	1.139	38	1.189
9	1.043	19	1.093	29	1.144	39	1.193
10	1.048	20	1.098	30	1.149	40	1.198

kyselina fluorovodíková (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.002	14	1.050	27	1.093	40	1.127
2	1.005	15	1.053	28	1.096	41	1.130
3	1.008	16	1.057	29	1.099	42	1.133
4	1.012	17	1.061	30	1.102	43	1.136
5	1.016	18	1.064	31	1.104	44	1.138
6	1.021	19	1.067	32	1.107	45	1.141
7	1.025	20	1.070	33	1.109	46	1.143
8	1.028	21	1.074	34	1.112	47	1.146
9	1.032	22	1.077	35	1.114	48	1.149
10	1.036	23	1.081	36	1.117	49	1.152
11	1.039	24	1.084	37	1.119	50	1.154
12	1.043	25	1.087	38	1.122		
13	1.046	26	1.090	39	1.125		

hydroxid sodný (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.010	14	1.153	27	1.296	40	1.430
2	1.021	15	1.164	28	1.306	41	1.440
3	1.032	16	1.175	29	1.317	42	1.449
4	1.043	17	1.186	30	1.328	43	1.459
5	1.054	18	1.197	31	1.338	44	1.469
6	1.065	19	1.208	32	1.349	45	1.478
7	1.076	20	1.219	33	1.359	46	1.487
8	1.087	21	1.230	34	1.370	47	1.497
9	1.098	22	1.241	35	1.380	48	1.507
10	1.109	23	1.252	36	1.390	49	1.516
11	1.120	24	1.263	37	1.400	50	1.525
12	1.131	25	1.274	38	1.410		
13	1.142	26	1.285	39	1.420		

hydroxid draselný (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.008	14	1.130	27	1.259	40	1.399
2	1.018	15	1.140	28	1.270	41	1.410
3	1.027	16	1.149	29	1.280	42	1.422
4	1.036	17	1.159	30	1.291	43	1.433
5	1.045	18	1.169	31	1.301	44	1.444
6	1.054	19	1.179	32	1.312	45	1.456
7	1.064	20	1.188	33	1.322	46	1.467
8	1.073	21	1.198	34	1.333	47	1.479
9	1.082	22	1.208	35	1.344	48	1.491
10	1.092	23	1.218	36	1.355	49	1.503
11	1.101	24	1.229	37	1.366	50	1.514
12	1.111	25	1.239	38	1.377	51	1.526
13	1.120	26	1.249	39	1.388		

chlorid sodný (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.005	8	1.056	15	1.109	22	1.164
2	1.013	9	1.063	16	1.116	23	1.172
3	1.020	10	1.071	17	1.124	24	1.180
4	1.027	11	1.078	18	1.132	25	1.189
5	1.034	12	1.086	19	1.140	26	1.197
6	1.041	13	1.093	20	1.148		
7	1.049	14	1.101	21	1.156		

jodid draselný (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.006	14	1.110	27	1.238	40	1.396
2	1.013	15	1.119	28	1.249	41	1.410
3	1.020	16	1.128	29	1.260	42	1.424
4	1.028	17	1.138	30	1.271	43	1.439
5	1.036	18	1.147	31	1.283	44	1.453
6	1.044	19	1.156	32	1.295	45	1.467
7	1.052	20	1.166	33	1.307	46	1.483
8	1.060	21	1.176	34	1.319	47	1.499
9	1.068	22	1.186	35	1.331	48	1.514
10	1.076	23	1.196	36	1.344	49	1.530
11	1.085	24	1.206	37	1.357	50	1.546
12	1.093	25	1.216	38	1.370		
13	1.102	26	1.227	39	1.383		

chlorid draselný (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.005	7	1.043	13	1.084	19	1.126
2	1.011	8	1.050	14	1.091	20	1.133
3	1.017	9	1.057	15	1.097	21	1.140
4	1.024	10	1.063	16	1.104	22	1.147
5	1.030	11	1.070	17	1.111	23	1.156
6	1.037	12	1.077	18	1.119	24	1.162

etanol (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	0.996	26	0.960	51	0.912	76	0.853
2	0.995	27	0.959	52	0.909	77	0.851
3	0.993	28	0.957	53	0.907	78	0.848
4	0.991	29	0.955	54	0.905	79	0.846
5	0.989	30	0.954	55	0.903	80	0.843
6	0.988	31	0.952	56	0.900	81	0.841
7	0.986	32	0.950	57	0.898	82	0.838
8	0.985	33	0.949	58	0.896	83	0.836
9	0.983	34	0.947	59	0.893	84	0.833
10	0.982	35	0.945	60	0.891	85	0.831
11	0.980	36	0.943	61	0.889	86	0.828
12	0.979	37	0.941	62	0.887	87	0.826
13	0.978	38	0.939	63	0.884	88	0.823
14	0.976	39	0.937	64	0.882	89	0.821
15	0.975	40	0.935	65	0.879	90	0.818
16	0.974	41	0.933	66	0.877	91	0.815
17	0.973	42	0.931	67	0.875	92	0.813
18	0.971	43	0.929	68	0.872	93	0.810
19	0.970	44	0.927	69	0.870	94	0.807
20	0.969	45	0.925	70	0.868	95	0.804
21	0.967	46	0.923	71	0.865	96	0.801
22	0.966	47	0.920	72	0.863	97	0.798
23	0.965	48	0.918	73	0.860	98	0.795
24	0.963	49	0.916	74	0.858	99	0.792
25	0.962	50	0.914	75	0.856	100	0.789

formaldehyd (15<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.002	11	1.027	21	1.054	31	1.087
2	1.004	12	1.029	22	1.057	32	1.091
3	1.007	13	1.032	23	1.060	33	1.095
4	1.009	14	1.035	24	1.063	34	1.098
5	1.012	15	1.037	25	1.066	35	1.102
6	1.014	16	1.040	26	1.070	36	1.107
7	1.017	17	1.043	27	1.073	37	1.111
8	1.019	18	1.046	28	1.076	38	1.115
9	1.022	19	1.048	29	1.800	39	1.120
10	1.024	20	1.051	30	1.083	40	1.124

síran meďnatý (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.009	6	1.062	11	1.119	16	1.180
2	1.019	7	1.073	12	1.130	17	1.193
3	1.030	8	1.084	13	1.143	18	1.206
4	1.040	9	1.096	14	1.155		
5	1.051	10	1.107	15	1.168		

uhličitan sodný (20<sup>0</sup> C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.009	5	1.05	9	1.092	13	1.135
2	1.019	6	1.061	10	1.103	14	1.146
3	1.029	7	1.071	11	1.114		
4	1.040	8	1.082	12	1.124		

metanol (20<sup>0</sup>C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	0.997	26	0.958	51	0.914	76	0.857
2	0.995	27	0.956	52	0.911	77	0.854
3	0.993	28	0.955	53	0.909	78	0.852
4	0.991	29	0.953	54	0.907	79	0.849
5	0.990	30	0.952	55	0.905	80	0.847
6	0.988	31	0.950	56	0.903	81	0.845
7	0.986	32	0.948	57	0.901	82	0.842
8	0.985	33	0.944	58	0.899	83	0.839
9	0.983	34	0.945	59	0.897	84	0.837
10	0.982	35	0.943	60	0.895	85	0.834
11	0.980	36	0.942	61	0.892	86	0.831
12	0.978	37	0.940	62	0.890	87	0.829
13	0.977	38	0.938	63	0.888	88	0.826
14	0.975	39	0.936	64	0.886	89	0.823
15	0.974	40	0.935	65	0.883	90	0.820
16	0.973	41	0.933	66	0.881	91	0.817
17	0.971	42	0.931	67	0.879	92	0.815
18	0.970	43	0.929	68	0.876	93	0.812
19	0.968	44	0.927	69	0.874	94	0.809
20	0.967	45	0.925	70	0.872	95	0.806
21	0.965	46	0.923	71	0.869	96	0.803
22	0.964	47	0.921	72	0.867	97	0.801
23	0.962	48	0.920	73	0.864	98	0.798
24	0.961	49	0.918	74	0.862	99	0.795
25	0.959	50	0.916	75	0.859	100	0.792

sacharóza (20<sup>0</sup>C)

w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )	w (%)	ρ (g. cm <sup>-3</sup> )
1	1.002	18	1.072	35	1.151	52	1.241
2	1.006	19	1.077	36	1.156	53	1.246
3	1.010	20	1.081	37	1.161	54	1.252
4	1.014	21	1.085	38	1.166	55	1.258
5	1.018	22	1.090	39	1.171	56	1.263
6	1.022	23	1.094	40	1.176	57	1.269
7	1.026	24	1.099	41	1.182	58	1.275
8	1.030	25	1.104	42	1.187	59	1.281
9	1.034	26	1.108	43	1.192	6	1.286
10	1.038	27	1.113	44	1.197	61	1.292
11	1.042	28	1.118	45	1.203	62	1.298
12	1.046	29	1.122	46	1.208	63	1.304
13	1.051	30	1.127	47	1.213	64	1.310
14	1.055	31	1.132	48	1.219	65	1.316
15	1.059	32	1.137	49	1.224	66	1.322
16	1.063	33	1.141	50	1.230	67	1.329
17	1.068	34	1.146	51	1.235		

## Použitá literatúra

Analytická kalibračná krivka [online]. Encyclopaedia Beliana, ISBN 978-80-89524-30-3. [cit. 2023-03-20]. Dostupné na internete: <https://beliana.sav.sk/heslo/analyticka-kalibracna-krivka>

Antalík J. a kol.: Príklady a úlohy zo všeobecnej chémie I, UCM v Trnave, Trnava, 2009

Daučík K. a kol.: Chemické laboratórne tabuľky, ALFA Bratislava, 1984.

<https://www.easyexcel.sk/kurz-excel-online/smerodajna-odchylka/>

<https://canov.jergym.cz/vyhledav/varianty/slovensk.html>

Ivanová-Šalingová M. a kol.: Slovenčina bez chýb. Z gramatiky a slovnej zásoby, SAMO Bratislava. 2002

Kajzar A.: Sbíрка úloh chemických výpočtů, Brno 2015

Krivosudský L. a kol.: Stručný sprievodca názvoslovím anorganickej chémie. 2021

Labuda J. a kol.: Terminológia v oblasti analytických chemických meraní Dostupné na internete: [https://www.fchpt.stuba.sk/buxus/docs/oddelenie\\_analytickej\\_chemie/terminologia.pdf](https://www.fchpt.stuba.sk/buxus/docs/oddelenie_analytickej_chemie/terminologia.pdf)

Perelman V.: Malá chemická příručka, SNTL, Praha 1955

Potočňák I.: Chemické výpočty vo všeobecnej a anorganickej chémii, UPJŠ v Košiciach, Košice, 2017

Tarkowski P., Halouzka R.: Základní chemické výpočty pro biochemiky a biotechnology. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc 2016

Vohlídal J. a kol.: Chemické a analytické tabuľky, Grada, Praha 1999

Vranovičová B., Valigura D.: Príklady a úlohy zo všeobecnej chémie II, UCM v Trnave, Trnava, 2017

# Obsah

PREDHOVOR.....	3
1 ÚVOD.....	4
1.1 FYZIKÁLNE VELIČINY .....	4
1.2 PERCENTÁ A PROMILE.....	7
2. NÁZVOSLOVIE ANORGANICKÝCH ZLÚČENÍN .....	9
2.1 NÁZVOSLOVIE OXIDOV.....	11
2.2 NÁZVOSLOVIE HYDROXIDOV .....	11
2.3 NÁZVOSLOVIE BINÁRNYCH ZLÚČENÍN VODÍKA .....	12
2.4 NÁZVOSLOVIE KYSLÍKATÝCH KYSELÍN A ICH SOLÍ.....	13
3 MNOŽSTVO LÁTKY .....	17
3.1 LÁTKOVE MNOŽSTVO .....	17
4 POMERNÉ ZLOŽENIE SÚSTAV – W, X, $\phi$ .....	22
4.1 HMOTNOSTNÝ ZLOMOK.....	22
4.2 MOLOVÝ ZLOMOK.....	27
4.3 OBJEMOVÝ ZLOMOK .....	29
4.4 HUSTOTA .....	31
5 KONCENTRÁCIA ROZTOKOV .....	33
5.1 MOLÁRNA KONCENTRÁCIA .....	33
5.2 HMOTNOSTNÁ KONCENTRÁCIA .....	38
6 LÁTKOVÉ BILANCIE V SÚSTAVÁCH BEZ CHEMICKÝCH DEJOV.....	39
6.1 VÝPOČET KONCENTRÁCIE PRI MIEŠANÍ DVOCH A VIAC ROZTOKOV .....	39
6.2 PRÍPRAVA ROZTOKOV ZRIEĐOVANÍM KONCENTROVANÝCH ROZTOKOV .....	43
6.3 DESIATKOVÉ RIEDENIE .....	47
6.4 DVOJKOVÉ RIEDENIE .....	47
7 ÚLOHY NA PRECVIČENIE: .....	49
8 SMERODAJNÁ ODCHÝLKA .....	58
9 KALIBRAČNÁ KRIVKA .....	61
9.1 GRAFY S CHYBOVÝMI ÚSEČKAMI.....	66
10 VÝSLEDKY RIEŠENÍ PRÍKLADOV NA PRECVIČENIE .....	70
10. 1 PERCENTÁ A PROMILE.....	70
10.2 NÁZVOSLOVIE ANORGANICKÝCH ZLÚČENÍN .....	70
10.3 MNOŽSTVO LÁTKY .....	71
10.4 HMOTNOSTNÝ ZLOMOK.....	71
10.5 MOLOVÝ A OBJEMOVÝ ZLOMOK.....	72
10.6 HUSTOTA .....	72
10.7 MOLÁRNA KONCENTRÁCIA .....	72
10.8 KALIBRAČNÁ KRIVKA .....	73
10.9 VÝSLEDKY RIEŠENÍ ÚLOH NA PRECVIČENIE.....	74

<b>PERIODICKÁ TABUĚKA PRVKOV .....</b>	<b>78</b>
<b>HUSTOTY VODNÝCH ROZTOKOV .....</b>	<b>79</b>
<b>POUŽITÁ LITERATÚRA .....</b>	<b>86</b>



**ZÁKLADNÉ VÝPOČTY PRE LABORATÓRNE CVIČENIA Z BIOLÓGIE**  
(vysokoškolský učebný text)

**Autorka:**

Ing. Eva Ťrgeová, PhD.

**Recenzenti:**

doc. Ing. Jozef Sokol, CSc.

Mgr. Filip Kraic, PhD.

Vydavateľ: Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave, Fakulta prírodných vied, 2023

Vydanie: prvé

Rozsah: 88 strán

Vydané: online <https://www.ucm.sk/sk/ucebne-texty-k-stiahnutiu/>

ISBN 978-80-572-0339-1