

# 1 Základní chemické výpočty. Koncentrace roztoků

Množství látky (Doplňte tabulku)

Veličina	Symbol	Jednotka SI	Další jednotky	Stanovení veličiny
Počet částic	$N$	.....	.....	výpočtem
Látkové množství	$n$	.....	.....	.....
Hmotnost	$m$	.....	.....	vážením
Objem	$V$	.....	.....	.....

Základní vztahy (Vysvětlete význam jednotlivých symbolů)

$$n = N/N_A = m/M = V/V_M$$

$$A_r(\text{X}) = m(\text{X})/m_u$$

**Příklad.** Jaké látkové množství je obsaženo v jednom litru vody (hustota = 1 g/ml)?

Z hustoty vyplývá, že 1 ml vody má hmotnost 1 g a tedy 1 litr má hmotnost 1 kg.

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = A_r(\text{H}) + A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 1 + 1 + 16 = 18.$$

$M_r$  se číselně rovná molové hmotnosti v gramech  $\Rightarrow M = 18 \text{ g/mol}$ .

$$\text{Počet molů v jednom litru} = n = \frac{m}{M} = \frac{1000 \text{ (g)}}{18 \text{ (g/mol)}} = 55,6 \text{ mol.}$$

**Příklad.** Kolik procent kyslíku obsahuje voda?

Jeden mol  $\text{H}_2\text{O}$  má hmotnost 18 g a obsahuje 1 mol atomového kyslíku

o hmotnosti 16 g. Z přímé úměry vyplývá:

18 g  $\text{H}_2\text{O}$  ..... obsahuje 16 g O

100 g  $\text{H}_2\text{O}$  ..... obsahuje x

$$x = (100 \cdot 16)/18 = 88,9 \Rightarrow \text{Voda obsahuje } 88,9 \% \text{ kyslíku.}$$

Koncentrace roztoků (Doplňte, hmotnost roztoku  $m$ , objem roztoku  $V$ , hmotnost rozpouštědla  $m_r$ )

Koncentrace látky B	Označení	Definice	Jednotky
Látková koncentrace	$c_B$	.....	.....
Hmotnostní koncentrace	$\rho_B$	.....	.....
Hmotnostní zlomek	$w_B$	.....	.....
Objemový zlomek	$\varphi_B$	.....	.....
Molalita	$c_{mB}$	.....	.....

### Různé způsoby vyjádření hmotnostního zlomku (Doplňte tabulku)

Procenta <sup>a</sup>	$w_B =$	%
Promile <sup>a</sup>	$w_B =$	‰
Parts per million <sup>b</sup>	$w_B =$	ppm

<sup>a</sup> Odvozeno z latiny: *per centum, per mille*. <sup>b</sup> Anglicky.

### Rozdíl mezi hustotou a hmotnostní koncentrací (Doplňte tabulku)

Veličina	Definice	Jednotky
Hmotnostní koncentrace látky B	.....	.....
Hustota roztoku	.....	.....
Hustota látky B	.....	.....

### Základní vztahy

#### Zředování roztoků

$$w_1 m_1 = w_2 m_2$$

$$c_1 V_1 = c_2 V_2$$

#### Číslo zředění

$$D = V_{\text{konečný}} / V_{\text{původní}}$$

#### Směšování roztoků

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

**Příklad.** Jak připravíte 250 g 5% roztoku KCl ve vodě?

Zadané údaje dosadíme do vztahu pro hmotnostní zlomek:

$$w = 0,05 = m(\text{KCl})/250$$

z toho  $m(\text{KCl}) = 12,5$  g. Hmotnost vody získáme odečtením od hmotnosti roztoku:

$$250 - 12,5 = 237,5 \text{ g, což odpovídá } 237,5 \text{ ml vody.}$$

Daný roztok připravíme rozpuštěním 12,5 g KCl ve 237,5 ml vody.

**Příklad.** Jak připravíte 10× zředěný roztok?

$$D = 10 = 10/1 = (1+9)/1$$

Jeden objemový díl roztoku smícháme s devíti objemovými díly rozpouštědla.

**Příklad.** Jaká je látková koncentrace 36,5% HCl o hustotě 1,18 g/ml ?  $M = 36,46$  g/mol.

Z hustoty vyplývá, že 1 litr kyseliny má hmotnost 1180 g. Známe tedy hmotnost jednoho litru, hmotnostní zlomek HCl a můžeme vypočítat hmotnost rozpuštěného chlorovodíku.

$w_{\text{HCl}} = 0,365 = m(\text{HCl})/1180$ , z toho  $m(\text{HCl}) = 430,7$  g.

Počet molů HCl v uvažovaném litru je:

$n(\text{HCl}) = m/M = 430,7/36,46 = 11,81$  mol.

Látková koncentrace uvedené kyseliny je 11,8 mol/l.

### Příklady – Množství látky

1. Vypočítejte  $M_r$  sloučenin: a) dusičnan draselný b) aceton c) močovina d) isopropyl-butanoát.
2. Vypočítejte absolutní a relativní hmotnost molekuly kyslíku.
3. Kolik atomů je ve 20 g mědi?
4. Z kolika atomů stříbra se přibližně skládá 1 cm<sup>3</sup> ryzího kovu o hustotě 10,5 g/cm<sup>3</sup> ?
5. Vypočítejte hmotnost 10 molů vody.
6. Vypočítejte hmotnost a objem 1,5 mol kyslíku za standardních podmínek.
7. Jaké látkové množství vody a kolik molekul je v 1 litru vody?
8. Jaké látkové množství odpovídá 250 g oxidu siřičitého?
9. Jaké látkové množství glukosy má hmotnost 115 mg?
10. Jaké látkové množství NaCl má hmotnost 10 g a jaké látkové množství Na<sup>+</sup> je v něm obsaženo?
11. Jaký objem za standardních podmínek zaujímá 95 g dusíku?
12. Kolik gramů, molů a molekul oxidu uhličitého je obsaženo v 12,1 litrech?
13. Kolik gramů kyslíku je obsaženo v 5,5 g chlorečnanu draselného?
14. Kolik % kyslíku obsahuje a) oxid draselný b) peroxid draselný c) superoxid draselný?
15. Denní exkrece močoviny močí je 330 - 600 mmol. Kolik je to gramů?
16. Tablety NaF obsahují 0,55 mg NaF. Jaké množství fluoridu je dodáno při dávkování 3 × 1 tableta denně?
17. Jedna šumivá tableta vitamínu C obsahuje 500 mg L-askorbátu ( $M_r = 176$ ). Kolik je to molů?
18. Jaký objem oxidu uhličitého se získá dokonalým spálením jednoho molu glukosy ( $M_r = 180$ )?

### Příklady – Hmotnostní zlomek

1. Vypočítejte hmotnostní procenta NaOH v roztoku připraveném z 15 g NaOH a 105 g vody.
2. Vypočítejte hmotnosti KI a vody potřebné k přípravě 230 g roztoku o koncentraci 2,5 %.
3. Kolik gramů glukosy je třeba rozpustit v 4,5 litrech vody, abychom dostali 15% roztok?
4. Jaký objem vody byl použit k přípravě 260 g roztoku o koncentraci rozpuštěné látky 15 %?
5. Vypočítejte hmotnost kys. sírové obsažené ve 200 ml 60% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o hustotě 1,49 g/ml.
6. Vypočítejte hmotnost látky, z níž po rozpuštění v 1 litru vody vznikne 20% roztok.
7. Vypočítejte hmotnostní zlomek NaCl v roztoku připraveném z 60 g NaCl a 420 g vody.

8. Odpařením 3 kg vodovodní vody byl získán odparek o hmotnosti 1,2 g.  
Jaký je obsah rozpuštěných solí a) v procentech b) v ppm?
9. Vzorek mořské vody (5 kg) obsahoval 335 mg bromidových aniontů. Kolik je to ppm?
10. Tavený sýr obsahuje 52 % sušiny a 65 % tuku v sušině. Kolik % tuku obsahuje sýr?
11. Na bolestivé afty v dutině ústní se může aplikovat následující roztok. Čísla udávají hmotnost v gramech, POZOR latinská předložka *ad* = do (hmotnosti celku).

Rp.	
Argentī nitratis	2,0
Aquae destillatae ad	50,0
M. f. sol.	

- a) Vypočítejte koncentraci účinné složky (hmot. %).
  - b) Předepište stejné množství roztoku o dvojnásobné koncentraci.
  - c) Předepište dvojnásobné množství roztoku o stejné koncentraci.
12. Klasická mast na dermatomykomy chodidel má složení:

Rp.	
Acidī salicylici	2,0
Acidī benzoici	4,0
Vaselini albi ad	60,0
M. f. ung.	

- a) Vypočítejte koncentrace obou kyselin (hmot. %).
- b) Předepište poloviční množství masti.
- c) Předepište stejné množství masti s dvojnásobnou koncentrací salicylové kyseliny
- d) Předepište 200 g masti s 5% koncentrací obou kyselin.

### Příklady – Objemový zlomek, výpočty s hustotou

13. Roztok ethanolu ve vodě obsahuje 220 ml absolutního alkoholu ve 250 ml roztoku.  
Hustota roztoku je 0,84 g/ml, hustota ethanolu je 0,80 g/ml. Vypočítejte: a) objemový zlomek ethanolu b) hmotnostní zlomek ethanolu c) látkovou koncentraci ethanolu.
14. Ethanol byl denaturován 8 obj. % methanolu. Určete objemové množství methanolu v 900 ml.
15. Vodný methanol (68 % hmot.) má hustotu 0,88 g/ml. Vypočtete koncentraci v objemových procentech, je-li hustota methanolu 0,80 g/ml.
16. Vodný roztok ethanolu (25 % hmot.) má hustotu 0,962 g/ml. Jaká je hmotnostní koncentrace a) ethanolu b) vody?
17. Kolik gramů čistého alkoholu představuje vypití a) pěti piv s obsahem alkoholu 2,8 obj. % b) 0,5 l stolního vína s obsahem alkoholu 11 % ? Hustota ethanolu = 0,80 g/ml, hustota piva a vína je blížká 1 g/ml.

### Příklady – Látková koncentrace

18. Odpovídá výsledek analýzy bilirubinu v krevním séru 0,7 mg/100 ml ( $M = 584,7$  g/mol) fyziologickému rozmezí 5-20  $\mu\text{mol/l}$  ?
19. Vypočítejte hmotnost NaOH obsaženého v 150 ml roztoku o koncentraci 0,125 mol/l.
20. Vypočítejte látkovou koncentraci kreatininu ( $M_r = 113$ ) v moči obsahující 175 mg/100 ml.
21. Vypočítejte objem roztoku NaOH (0,125 mol/l), který je možno připravit z 10 g hydroxidu ?
22. Kolik mg uhličitanu sodného je v 1 ml 0,05 molárního roztoku ?
23. Kolik ml 60%  $\text{HNO}_3$  (hustota 1,367 g/ml) je třeba na přípravu 200 ml roztoku o koncentraci 0,1 mol/l?
24. 20% roztok KCl má hustotu 1,133 g/ml. Jaká je hmotnostní a látková koncentrace ?
25. Roztok  $\text{NaNO}_3$  (3 mol/l) má hustotu 1,16 g/ml. Jaká je koncentrace v hmotnostních procentech?
26. Jaká je látková koncentrace 60% HBr o hustotě 1,679 g/ml ?

### Příklady – Různé výpočty

27. Vypočítejte hmotnostní a látkovou koncentraci čistých látek:  
a) voda (hustota 1,0 g/ml) b) ethanol (hustota 0,80 g/ml) c) glycerol (1,3 g/ml).
28. Kolikrát je třeba zředit roztok o koncentraci 4 mol/l, abychom získali roztok o koncentraci 0,2 mol/l a kolik objemových dílů rozpouštědla je nutné dodat k 1 dílu původního roztoku?
29. Jaká je koncentrace roztoku močoviny vzniklého smícháním 1 litru roztoku o koncentraci: 1 mol/l, 2 litrů o konc. 2 mol/l a 7 litrů o konc. 0,2 mol/l ?
30. Jaká je koncentrace roztoku, který byl připraven přidáním 0,1 molu NaOH do 200 ml 0,1 molárního roztoku NaOH a doplněním objemu na 500 ml ?
31. Byly smíchány 2 litry 0,5 molárního roztoku a 500 ml 2 molárního roztoku močoviny. Jaká je výsledná koncentrace?
32. Minerální voda Vincentka obsahuje 6,59 mg I<sup>-</sup> v jednom litru. Jaké množství minerálky zaručí doporučenou denní dávku jodu 150  $\mu\text{g}$  ?
33. Kolik miligramů kofeinu je obsaženo v jednom šálku kávy připraveném ze 7 g mleté kávy o průměrném obsahu kofeinu 2 %, jestliže účinnost extrakce horkou vodou není vyšší než 80 % ?
34. Při titraci 10 ml kyseliny chlorovodíkové byla spotřeba roztoku NaOH (101,4 mmol/l) 8,25 ml. Jaká je látková koncentrace kyseliny?