

# Chemické výpočty

# Vzorce

*Stechiometrický (sumární) vzorec*

vzájemný poměr prvků, z výsledků elementární analýzy.

{NH <sub>2</sub> }	hydrazin
{CH <sub>2</sub> }	ethylen
{HO}	peroxid vodíku

*Molekulární vzorec*

udává složení s ohledem na relativní molekulovou hmotnost.

{NH <sub>2</sub> }	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	hydrazin
{CH <sub>2</sub> }	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	ethylen
{HO}	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	peroxid vodíku

# Vzorce

*Funkční (racionální) vzorec*  
ukazuje „funkční skupiny“.

$\text{N}_2\text{H}_4\text{O}_3$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	dusičnan amonný
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	$\text{CH}_3\text{COOH}$	kyselina octová
	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	hydroxid barnatý
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	pentahydrát síranu měďnatého
	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	anilin

{NH <sub>2</sub> }	$\text{N}_2\text{H}_4$	$\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$	hydrazin
--------------------	------------------------	----------------------------------	----------

HNCO	kyselina isokyanatá
HOCN	kyselina kyanatá
HCNO	kyselina fulminová

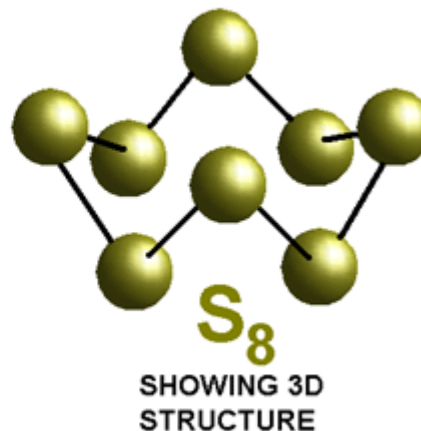
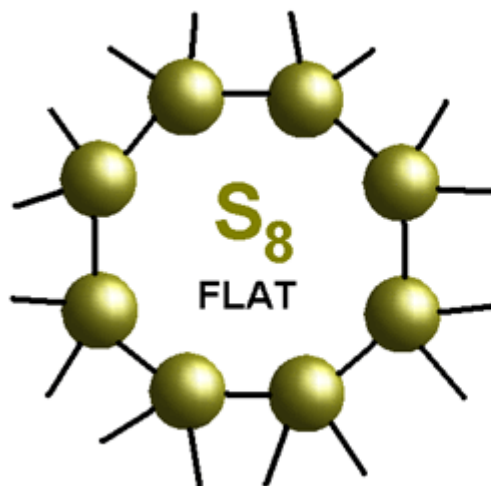
# Vzorce

## *Elektronový strukturní vzorec*

vyjadřuje uspořádání valenčních elektronů (elektronovou konfiguraci).  
Jednotlivé elektrony (např u radikálů) se značí  $\cdot$ , elektronové páry (vazby, volné elektronové páry) -, parciální náboje + a -.

## *Geometrický vzorec*

ukazuje skutečné geometrické uspořádání v molekule.



# Výpočty z chemického vzorce

Při chemické analýze neznámé sloučeniny se zjišťuje zastoupení jednotlivých prvků ve vzorku a podle jejich vzájemného poměru se následně vypočítá skutečné složení sloučeniny. Pomocí experimentálně zjištěné molekulové hmotnosti pak lze odvodit sumární vzorec analyzované látky.

Výpočty z chemického vzorce vycházejí ze základního vztahu:

$$\text{Pro látku } A_xB_yC_z \text{ platí } x : y : z = \frac{w(A)}{M(A)} : \frac{w(B)}{M(B)} : \frac{w(C)}{M(C)}$$

postup	příklad
Výpočet molární hmotnosti $\text{Fe}_2\text{O}_3$	$M(\text{Fe}) = 56 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $M(\text{O}) = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 56 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 112 + 48 = 160 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
Sestavení trojčlenky a výpočet	$\uparrow$ 160 g $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ..... 100 % $\uparrow$ $\uparrow$ 56 · 2 = 112 g Fe ..... x % $\uparrow$ $\frac{x}{100} = \frac{112}{160}$ $x = 70 \%$
Odpověď	V hematitu je 70% železa.



**Hematit**

**Kolik gramů dusíku, vodíku, síry a kyslíku je obsaženo v 264,32 gramech  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ?**

Dusík:                   ve 132,08 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  . . . . . 28,02 g N  
v 264,32 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  . . . . . x g N

---

$$x = \frac{264,32}{132,08} \times 28,02 = 56,07 \text{ g N}$$

Vodík:                   ve 132,08 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  . . . . . 8 g H  
v 264,32 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  . . . . . x g H

---

$$x = \frac{264,32}{132,08} \times 8 = 16 \text{ g H}$$

Síra:                    ve 132,08 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  . . . . . 32,06 g S  
v 264,32 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  . . . . . x g S

---

$$x = \frac{264,32}{132,08} \times 32,06 = 64,16 \text{ g S}$$

Kyslík:                ve 132,08 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  . . . . . 64 g O  
v 264,32 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  . . . . . x g O

---

$$x = \frac{264,32}{132,08} \times 64 = 128,08 \text{ g O}$$

Oxid uhličitý lze připravit reakcí s kyselinou chlorovodíkovou. Vypočítejte, která z uvedených látek bude, s ohledem na hmotnostní poměr oxidu uhličitého uvolněného z navážky 100 g uhličitanu, pro přípravu oxidu uhličitého nejvýhodnější. 1)  $\text{CaCO}_3$  2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  3)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  4)  $\text{NaHCO}_3$

Z jednoho molu všech čtyř látek vznikne vždy 1 mol  $\text{CO}_2$ . Nejvýhodnější tedy bude látka, která má nejmenší molární hmotnost. Je na první pohled zřejmé, že to bude  $\text{NaHCO}_3$ .

S ohledem na zadání vypočítáme látková množství jednotlivých solí:

1:  $n(\text{CaCO}_3) = 100/100 = 1 \text{ mol}$ , vznikne 1 mol  $\text{CO}_2$ .

2:  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 100/105,99 = 0,9434 \text{ mol}$ , vznikne 0,9434 mol  $\text{CO}_2$

3:  $n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 100/138,21 = 0,7235 \text{ mol}$ ; vznikne 0,7235 mol  $\text{CO}_2$

4:  $n(\text{NaHCO}_3) = 100/84,01 = 1,19 \text{ mol}$ , vznikne 1,19 molu  $\text{CO}_2$ .

U hydrogenuhličitanu bude navíc poloviční spotřeba HCl:



naproti tomu třeba u  $\text{CaCO}_3$  to bude



nebo



**Určete stechiometrický vzorec sloučeniny, která obsahuje 14,27 % Na, 9,95 % S, 19,86 % O a 55,91 % H<sub>2</sub>O**

$$M[\text{Na}] = 22,99 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M[\text{S}] = 32,06 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M[\text{O}] = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M[\text{H}_2\text{O}] = 18 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$x:y:z = \frac{\%Na}{M[\text{Na}]} : \frac{\%S}{M[\text{S}]} : \frac{\%O}{M[\text{O}]} : \frac{\%H_2O}{M[\text{H}_2O]}$$

$$x:y:z = \frac{14,27}{22,99} : \frac{9,95}{32,06} : \frac{19,86}{15,9999} : \frac{55,91}{18}$$

$$x:y:z = 0,62 : 0,31 : 1,24 : 3,11$$

Indexy upravíme na poměr celých malých čísel

$$x:y:z = \frac{0,62}{0,31} : \frac{0,31}{0,31} : \frac{1,24}{0,31} : \frac{3,11}{0,31}$$

$$x:y:z = 2:1:4: 10 \Rightarrow \mathbf{Na_2SO_4 \cdot 10 H_2O}$$



Kupritová ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) ruda obsahuje 36 % hlušiny. Kolik kg mědi se vyrobí ze 2,5 tuny této rudy?

1422 kg

Ze 2 tun rudy chalkosinu ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) bylo vyrobeno 1,5 tuny mědi. Kolik % hlušiny obsahovala ruda?

6,25 %

Chromitová ( $\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) ruda obsahuje 20 % hlušiny. Z kolika tun této rudy se vyrobí 6,5 tuny chromu?

17,5 t

Železná ruda obsahuje stejné hmotnostní podíly ( $m_m/m_h = 1:1$ ) magnetitu ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) a hematitu ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Z kolika tun této rudy lze vyrobit 41,3 tun železa?

58 t

Z 20,6 tuny manganové rudy, obsahující  $\text{MnS}$  a  $\text{MnS}_2$ , bylo vyrobeno 11 tun manganu. Kolik tun  $\text{MnS}$  a kolik tun  $\text{MnS}_2$  ruda obsahovala?

8,7 t  $\text{MnS}$  a 11,9 t  $\text{MnS}_2$

Určete molární hmotnost plynu, je-li jeho hustota za normálních podmínek  $1,43 \text{ g.dm}^{-3}$ . Odhadněte, o který plyn se jedná.

$32 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $\text{O}_2$

Kolik  $\text{m}^3$  vzduchu se spotřebuje za den v továrně na výrobu amoniaku, jestliže je denní spotřeba vzdušného dusíku 1250 tun. Předpokládejte, že vzduch obsahuje 80 obj. % dusíku).

$1\,250\,000 \text{ m}^3$

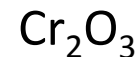
Kolik kg vzduchu je v místnosti o rozměrech  $5 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  při teplotě  $293 \text{ K}$  a normálním tlaku ( $101\,325 \text{ Pa}$ )?

$72,4 \text{ kg}$

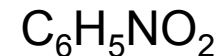
William Ramsay v roce 1894 izoloval plyn, který měl při teplotě  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  a tlaku  $100 \text{ kPa}$  hustotu  $1,63 \text{ g.dm}^{-3}$ . Který plyn Ramsay izoloval?

argon

Oxid chromu obsahuje 68,4 % chromu a 31,6 %. Určete stechiometrický vzorec oxidu.



Jaký je empirický vzorec sloučeniny, jestliže z její elementární analýzy vyplývá, že obsahuje 58,5 % uhlíku, 4,1 % vodíku, 11,4 % dusíku a 26,0 % kyslíku?



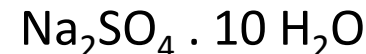
Minerál beryl obsahuje 13,96 % oxidu berylnatého, 18,97 % oxidu hlinitého a 67,07 % oxidu křemičitého. Jaký je jeho stechiometrický vzorec?



Kolik gramů krystalové vody obsahuje 13 gramů  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ?

6,65 g

Vzorek 16,1 g hydrátu síranu sodného byl žiháním zbaven veškeré krystalové vody. Úbytek hmotnosti činil 9 g. Určete vzorec hydrátu.



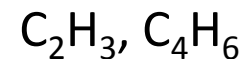
Úplným spálením 2,66 g látky vzniklo 1,54 g  $\text{CO}_2$  a 4,48 g  $\text{SO}_2$ . Odvoďte vzorec látky.



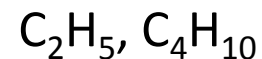
Spálením 1,54g plynného uhlovodíku vzniklo 4,24g  $\text{CO}_2$  a 3,47 g  $\text{H}_2\text{O}$ . Určete vzorec uhlovodíku a pojmenujte ho.

$\text{CH}_4$ , metan

Jaký je molekulový vzorec sloučeniny, která obsahuje uhlík ( $w = 88,8\%$ ) a vodík ( $w = 11,2\%$ ). Jeden litr této plynné látky má za normálních podmínek hmotnost 2,41 g.



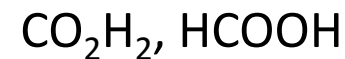
Dokonalým spálením 0,29 g organické látky obsahující uhlík a vodík vzniklo 0,88 g  $\text{CO}_2$  a 0,45 g  $\text{H}_2\text{O}$ . Určete empirický a molekulový vzorec látky. Relativní molekulová hmotnost je 58.



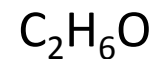
V neznámé organické sloučenině byl elementární analýzou stanoven obsah uhlíku ( $w = 39,89\%$ ), vodíku ( $w = 6,7\%$ ) a kyslík ( $w = 53,01\%$ ). Relativní molekulová hmotnost látky je 185. Určete empirický a molekulový vzorec.



Jaký empirický a molekulový vzorec má látka složená z vodíku, kyslíku a uhlíku. Její relativní molekulová hmotnost je 46. 0,253 g látky poskytlo 0,242 g oxidu uhličitého a 0,099 g vody.



Úplným spálením 0,2036 g látky, obsahující uhlík, vodík a kyslík, bylo zjištěno 0,3895 g  $\text{CO}_2$  a 0,2390 g  $\text{H}_2\text{O}$ . Určete empirický vzorec sloučeniny.



Dusičnan amonný a močovina jsou významná dusíkatá hnojiva. Ve které z těchto sloučenin je větší procentuální obsah dusíku?

Obsah dusíku je vyšší v močovině (46,7 %) než v dusičnanu amonném (35 %)

Analýzou neznámého vzorku A bylo zjištěno 82,35 % dusíku a 17,65 % vodíku, analýzou vzorku B bylo zjištěno 87,5 % dusíku a 12,5 % vodíku. Který ze vzorků obsahoval amoniak?

Vzorek A

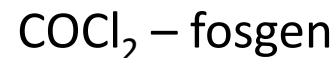
Vzorky dvou bezvodých uhličitánů A a B byly žíhány do konstantní hmotnosti. Hmotnost vzorku A poklesla z původní hmotnosti 2,5840 g na 1,4482 g, hmotnost vzorku B poklesla z původní hmotnosti 2,4585 g na 1,1753 g. Identifikujte oba vzorky víte-li, že jeden z nich obsahuje uhličitan hořečnatý a druhý uhličitan vápenatý.

A  $\text{CaCO}_3$ , B  $\text{MgCO}_3$

Určete relativní atomovou hmotnost a vzorec sloučeniny obsahující pouze kov, chlor a kyslík v molárním poměru 1:1:3. Sloučenina obsahuje 39,168 % kyslíku a molekulová hmotnost je menší než 150.

$\text{KClO}_3$

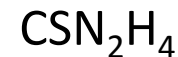
Jaký vzorec má látka složená z uhlíku, kyslíku a chloru sloučených v hmotnostním poměru 3:4:18. Jaký je její název?



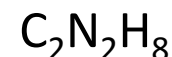
Spálením 0,0038 g jisté látky vznikne 0,0001 molu oxidu siřičitého a 1,12 ml oxidu uhličitého (za normálních podmínek). Určete hmotnostní poměr prvků ve sloučenině v nejmenších celých číslech a v procentech. Určete její vzorec.



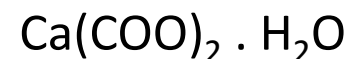
Analýzou 0,0019 g organické sloučeniny bylo zjištěno, že obsahuje 0,0003 g uhlíku, 0,0008 g síry, 0,0007 g dusíku a 0,0001 g vodíku. Určete empirický vzorec této sloučeniny. Znáte název sloučeniny?



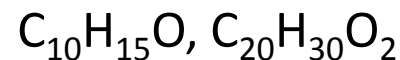
Určete molekulový vzorec organické sloučeniny, v jejíž molekule hmotnostní poměr C:N:H je 6:7:2 a víte-li, že molární hmotnost této látky je  $60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .



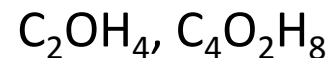
Hmotnostní poměr vápníku, uhlíku a kyslíku ve sloučenině je 5:3:8. Hydrát této sloučeniny obsahuje 12,36 % vody. Jaký je vzorec hydrátu?



K elementární analýze bylo vzato 15,9 mg látky. Spálením tohoto množství vzniklo 46,19 mg CO<sub>2</sub> a 14,28 mg H<sub>2</sub>O. Relativní molekulová hmotnost sloučeniny je 302. Určete empirický a molekulový vzorec.



Spálením 0,33 g organické sloučeniny bylo získáno 336 cm<sup>3</sup> oxidu uhličitého a 0,27 g vody. Objem látky je za normálních podmínek. Experimentálně určená relativní molekulová hmotnost je 88. Určete empirický a molekulový vzorec sloučeniny.



Spálením 0,7 g látky vzniklo 0,05 molu oxidu uhličitého a 0,05 molu vody. 0,1 g látky za normálních podmínek zaujímá objem 32 ml. Určete empirický a molekulový vzorec sloučeniny.



Oxidačním žíháním se 1 gram minerálu, který je tvořen železem, mědí a sírou, převede na oxidy. Oxid siřičitý unikl ze vzorku a tuhý zbytek o hmotnosti 0,869 g obsahoval 39,87 % mědi a 35,04 % železa. Určete empirický vzorec minerálu.



Oxid uhličitý a voda vznikající při spálení jistého uhlovodíku jsou v hmotnostním poměru 22:9. Normální hustota uhlovodíku  $\rho_n = 1,88 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Jaký je jeho molekulový vzorec?

