

Vzorce

Stechiometrický (sumární) vzorec

vzájemný poměr prvků, z výsledků elementární analýzy.

{NH ₂ }	hydrazin
{CH ₂ }	ethylen
{HO}	peroxid vodíku

Molekulární vzorec

udává složení s ohledem na relativní molekulovou hmotnost.

{NH ₂ }	N ₂ H ₄	hydrazin
{CH ₂ }	C ₂ H ₄	ethylen
{HO}	H ₂ O ₂	peroxid vodíku

Vzorce

Funkční (racionální) vzorec
ukazuje „funkční skupiny“.

$N_2H_4O_3$	NH_4NO_3	dusičnan amonný
$C_2H_4O_2$	CH_3COOH	kyselina octová
	$Ba(OH)_2$	hydroxid barnatý
	$CuSO_4 \cdot 5 H_2O$	pentahydrát síranu měďnatého
	$C_6H_5NH_2$	anilin

{NH ₂ }	N_2H_4	H_2N-NH_2	hydrazin
--------------------	----------	-------------	----------

HNCO	kyselina isokyanatá
HOCN	kyselina kyanatá
HCNO	kyselina fulminová

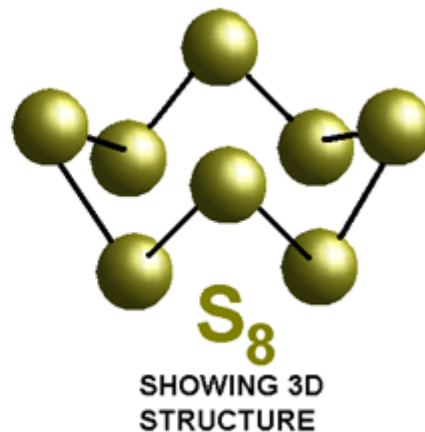
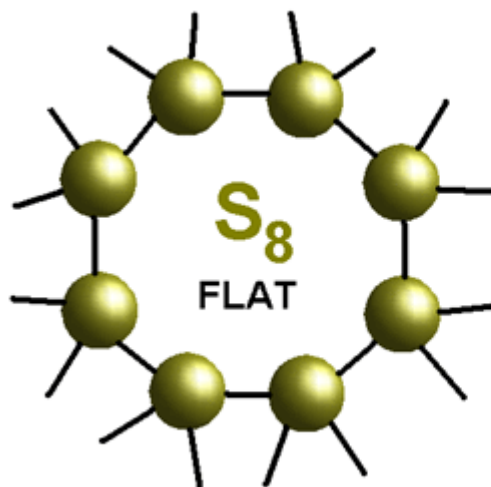
Vzorce

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 Fe_2O_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 Fe_2O_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

Určete stechiometrický vzorec sloučeniny, která obsahuje 14,27 % Na, 9,95 % S, 19,86 % O a 55,91 % H₂O

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

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

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

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

$$x:y:z = \frac{\%Na}{M[\text{Na}]} : \frac{\%S}{M[\text{S}]} : \frac{\%O}{M[\text{O}]} : \frac{\%H_2O}{M[\text{H}_2\text{O}]}$$

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

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

Indexy upravíme na poměr celých malých čísel

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

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

Vypočítejte stechiometrický vzorec sloučeniny, která obsahuje 56,58 % K, 8,69 % C a 34,73 % O.

Ze zadání plyne, že hledáme sloučeninu s obecným vzorcem $K_xC_yO_z$. Platí:

$$K : C : O = x \cdot \text{Ar}(K) : y \cdot \text{Ar}(C) : z \cdot \text{Ar}(O)$$

$$x : y : z = 56,58/\text{Ar}(K) : 8,69/\text{Ar}(C) : 34,73/\text{Ar}(O)$$

$$x : y : z = 56,58/39,10 : 8,69/12,01 : 34,73/16,00$$

$$x : y : z = 1,45 : 0,72 : 2,17$$

Ve vzorci samozřejmě nemůžeme použít desetinná čísla, proto všechny tři čísla vydělíme nejmenším z nich:

$$x : y : z = 2 : 1 : 3$$

Z toho plyne, že stechiometrický vzorec sloučeniny je $\{K_2CO_3\}$ a jedná se tedy nejspíše o **uhličitan draselný**.

Vypočítejte stechiometrický vzorec sloučeniny se složením: 22,55 % Na; 30,38 % P a 47,07 % O. Jeden mol látky váží 407,85 g, jaký je sumární a strukturní vzorec látky?

Budeme potřebovat atomové hmotnosti celkem tří prvků:

Na	22,99
P	30,97
O	16,00

$$x : y : z = 22,55/22,99 : 30,38/30,97 : 47,07/16,00$$

$$x : y : z = 0,98 : 0,98 : 2,94$$

$$x : y : z = 1 : 1 : 3$$

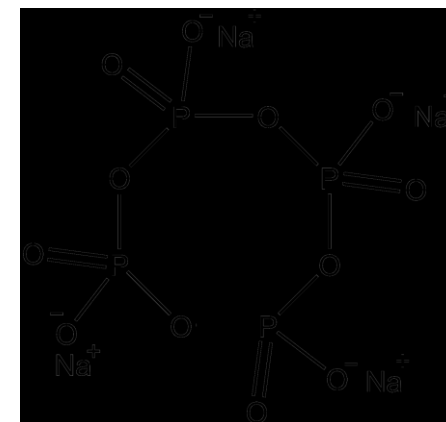
Stechiometrický vzorec je **{NaPO₃}**.

V zadání je uvedena molární hmotnost látky $M = 407,85 \text{ g/mol}$. Potřebujeme tedy zjistit kolikrát se nám hmotnost jednotky NaPO₃ ($M = 101,96 \text{ g/mol}$) vejde do zadané molární hmotnosti.

$$407,85 / 101,96 = 4,00$$

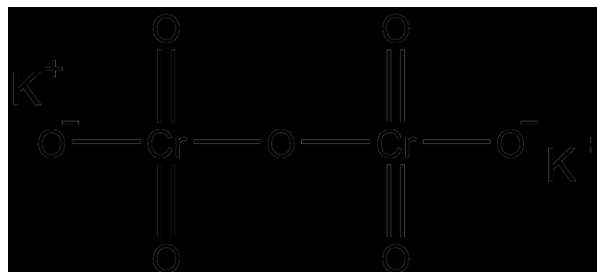
Látka obsahuje čtyři jednotky NaPO₃, její vzorec tedy bude Na₄P₄O₁₂.

Jedná se o *cyklo*-tetrafosforečnan sodný.



Vypočítejte hmotnostní zlomek jednotlivých prvků v dichromanu draselném $K_2Cr_2O_7$?

V tomto příkladě jde o opačný případ: známe složení látky, ale zajímá nás teoretický výsledek elementární analýzy.



Atom/molekula	A_r/M_r
K	39,10
Cr	52,00
O	16,00
$K_2Cr_2O_7$	294,18

Výpočet procentuálního zastoupení je jednoduchý, stačí dát do poměru *hmotnost prvku* (nesmíme zapomenout na zastoupení prvku ve sloučenině) a *hmotnost sloučeniny*:

$$w(K) = 2 \cdot 39,10 / 294,18 = 0,2658$$

$$w(Cr) = 2 \cdot 52,00 / 294,18 = 0,3535$$

$$w(O) = 7 \cdot 16,00 / 294,18 = 0,3807$$

Dichroman draselný obsahuje 26,58 % K; 35,35 % Cr a 38,07 % O.

Jako rychlou kontrolu můžeme zkontrolovat součet procent, musí se rovnat 100

$$26,58 + 35,35 + 38,07 = 100$$

Kolik % uhlíku a vodíku obsahuje glukóza?

Glukóza má vzorec: $C_6H_{12}O_6$

Uhlík:

$$A_r(C)=12$$

$$M_r(C_6H_{12}O_6)=180$$

$$\text{Dosadíme do vzorce: } w(C) = \frac{x \cdot A_r(C)}{M_r(\text{glukóza})} = \frac{6 \cdot 12}{180} = \underline{\underline{0,40}} \cdot 100 = \underline{\underline{40\%}}$$

Vodík:

$$A_r(H)=1$$

$$M_r(C_6H_{12}O_6)=180$$

$$\text{Dosadíme do vzorce: } w(H) = \frac{12 \cdot 1}{180} = \underline{\underline{0,0666}} \cdot 100 = \underline{\underline{6,67\%}}$$

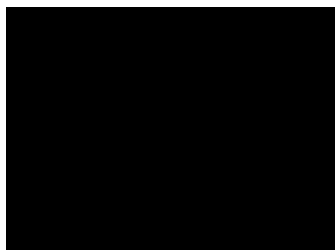
Vypočítejte hmotnostní obsah dusíku, železa a vody v hexahydrátu hexakyano-železnatanu amonného.

[35,72 % N, 14,24 % N a 27,55 % H₂O]

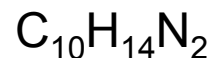
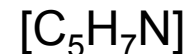
Kaolinit obsahuje 39,50 % Al_2O_3 , 46,55 % SiO_2 a 13,95 % vody. Vypočítejte stechiometrický vzorec.



Nikotin obsahuje 74,04 % C, 17,26 % N a vodík. Vypočítejte stechiometrický vzorec.



$$M = 162.236 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



Analýzou 0,9534 g hnědočervené látky bylo zjištěno, že obsahuje 0,8644 g olova a 0,0890 g kyslíku. Vypočtete a) hmotnostní zlomky obou prvků ve sloučenině a b) stechiometrický vzorec sloučeniny.

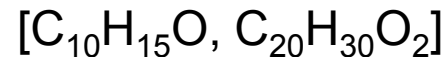


$$[\text{a) } 90,66\% \text{ Pb, } 9,34\% \text{ O; b) } \text{Pb}_3\text{O}_4]$$

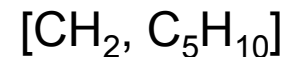
Oxid olovnato-olovičitý, nebo orthoolovičitan olovnatý
(triviálními názvy suřík nebo minium)

$$M = 685,597 \text{ g/mol}$$

K elementární analýze bylo vzato 15,9 mg látky. Spálením tohoto množství vzniklo 46,19 mg oxidu uhličitého a 14,28 mg vody. Relativní molekulová hmotnost sloučeniny je 302. Určete empirický a molekulový vzorec.



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.



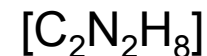
Oxidačním žíháním se jeden gram minerálu, který je tvořen železem, mědí a sírou, převede na oxidy. Oxid siřičitý unikl ze vzorku a tuhý zbytek o hmotnosti 0,869 g obsahoval 39,87% mědi a 35,04% železa. Určete empirický vzorec minerálu.



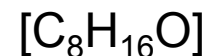
Chalkopyrit

$M = 183.54 \text{ g/mol}$

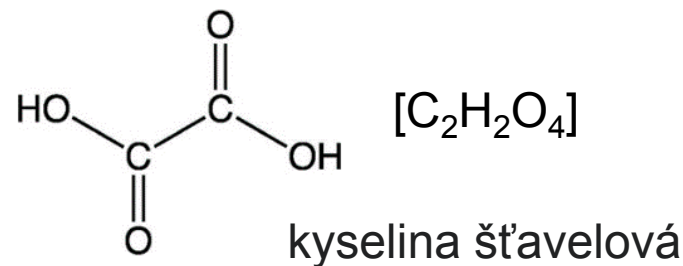
Určete molekulový vzorec organické sloučeniny, v jejíž molekule hmotnostní poměr C : N : H je 6 : 7 : 2 a víte-li, že molární hmotnost této látky je $60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.



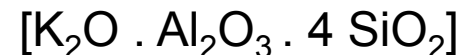
Při kvantitativní analýze bylo spáleno 70 mg látky. Vzniklo 102,8 mg oxidu uhličitého a 41,6 mg vody. Určete stechiometrický vzorec látky.



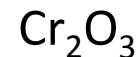
Sloučenina obsahuje 2,2 % vodíku, 26,6 % uhlíku a 71,2 % kyslíku. Relativní molekulová hmotnost této sloučeniny je 90,034. Určete molekulový vzorec této sloučeniny.



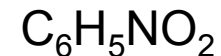
Hmotnostní složení minerálu leucitu je 21,58 % oxidu draselného, 23,36 % oxidu hlinitého a 55,06 % oxidu křemičitého. Určete jeho empirický vzorec a vyjádřete jej pomocí oxidů.



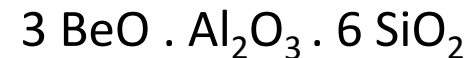
Oxid chromu obsahuje 68,4 % chromu a 31,6 %. Určete stechiometrický vzorec oxidu.



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?



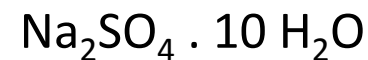
Minerál beryl obsahuje 13,96 % oxidu berylnatého, 18,97 % oxidu hlinitého a 67,07 % oxidu křemičitého. Jaký je jeho stechiometrický vzorec?



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.



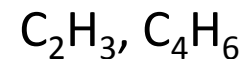
Úplným spálením 2,66 g látky vzniklo 1,54 g CO_2 a 4,48 g SO_2 . Odvodte vzorec látky.



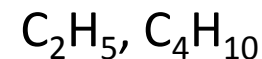
Spálením 1,54 g plynného uhlovodíku vzniklo 4,24g CO_2 a 3,47 g H_2O . Určete vzorec uhlovodíku a pojmenujte ho.

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.



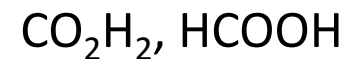
Dokonalým spálením 0,29 g organické látky obsahující uhlík a vodík vzniklo 0,88 g CO_2 a 0,45 g H_2O . Určete empirický a molekulový vzorec látky. Relativní molekulová hmotnost je 58.



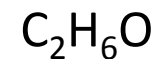
V neznámé organické sloučenině byl elementární analýzou stanoven obsah uhlíku ($w = 39,89\%$), vodíku ($w = 6,7\%$) a kyslík ($w = 53,01\%$). Relativní molekulová hmotnost látky je 185. Určete empirický a molekulový vzorec.



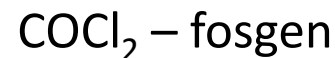
Jaký empirický a molekulový vzorec má látka složená z vodíku, kyslíku a uhlíku. Její relativní molekulová hmotnost je 46. 0,253 g látky poskytlo 0,242 g oxidu uhličitého a 0,099 g vody.



Úplným spálením 0,2036 g látky, obsahující uhlík, vodík a kyslík, bylo zjištěno 0,3895 g CO_2 a 0,2390 g H_2O . Určete empirický vzorec sloučeniny.



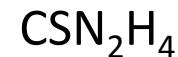
Jaký vzorec má látka složená z uhlíku, kyslíku a chloru sloučených v hmotnostním poměru 3:4:18. Jaký je její název?



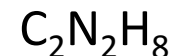
Spálením 0,0038 g jisté látky vznikne 0,0001 molu oxidu siřičitého a 1,12 ml oxidu uhličitého (za normálních podmínek). Určete hmotnostní poměr prvků ve sloučenině v nejmenších celých číslech a v procentech. Určete její vzorec.



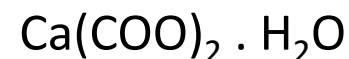
Analýzou 0,0019 g organické sloučeniny bylo zjištěno, že obsahuje 0,0003 g uhlíku, 0,0008 g síry, 0,0007 g dusíku a 0,0001 g vodíku. Určete empirický vzorec této sloučeniny. Znáte název sloučeniny?



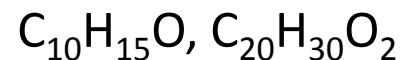
Určete molekulový vzorec organické sloučeniny, v jejíž molekule hmotnostní poměr C:N:H je 6:7:2 a víte-li, že molární hmotnost této látky je $60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.



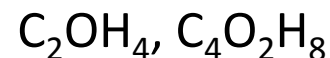
Hmotnostní poměr vápníku, uhlíku a kyslíku ve sloučenině je 5:3:8. Hydrát této sloučeniny obsahuje 12,36 % vody. Jaký je vzorec hydrátu?



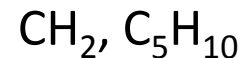
K elementární analýze bylo vzato 15,9 mg látky. Spálením tohoto množství vzniklo 46,19 mg CO₂ a 14,28 mg H₂O. Relativní molekulová hmotnost sloučeniny je 302. Určete empirický a molekulový vzorec.



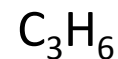
Spálením 0,33 g organické sloučeniny bylo získáno 336 cm³ oxidu uhličitého a 0,27 g vody. Objem látky je za normálních podmínek. Experimentálně určená relativní molekulová hmotnost je 88. Určete empirický a molekulový vzorec sloučeniny.



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.



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?



Látka označená jako heptahydrát síranu kobaltnatého byla podrobena termické analýze. Tepelný rozklad byl proveden při takové teplotě, aby ze vzorku unikla veškerá voda. Bylo naváženo 0,2568 g látky. Po tepelném rozkladu měl zbytek hmotnost 0,1471 g. Jaký je skutečný vzorec látky?

[$\text{CoSO}_4 \cdot 6,41 \text{H}_2\text{O}$, heptahydrát síranu kobaltnatého je tedy částečně "zvětralý".]

Organická kapalina obsahuje 39,85 % uhlíku a 6,75 % vodíku. Indikační testy ukázaly, že látka nemá redukční vlastnosti a univerzální indikátorový papírek se zbarví do červena. Určete stechiometrický a molekulový vzorec látky a pokuste se sloučeninu identifikovat.

[Stechiometrický vzorec sloučeniny je CH_2O . Molekulový vzorec může být také $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ atd. Sloučenina má však kyselé vlastnosti (jak ukazuje červené zbarvení indikátorového papírku). Tuto podmínku splňuje $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ nebo též CH_3COOH , kyselina octová, která je kyselinou bez redukčních vlastností.]

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

Argon, Ar = 39.948