

Chemické výpočty

Chemická rovnice

- 1) specifikuje látky, které do reakce vstupují (výchozí látky, reaktanty) a látky reakcí vznikající (produkty).
- 2) vyjadřuje počet molekul, látková množství či hmotnosti reagujících látek a produktů

Při řešení příkladů z chemických rovnic vycházíme z poměru stechiometrických koeficientů látek zapsaných v chemické rovnici. Stechiometrické koeficienty v chemické rovnici vyjadřují poměr látkových množství reagujících látek.

Při výpočtu postupujeme následovně:

1. **Zapišeme** chemickou rovnicí daný **chemický děj**.
2. **Vyrovnáme stechiometrické koeficienty** v rovnici tak, aby platila rovnost počtu atomů na levé a pravé straně rovnice.
3. Z rovnice **vyjádříme** pomocí přímé úměrnosti **počet molů** zadané látky a na druhou stranu počet molů vznikající látky. Toto **množství vyjádříme v gramech** a do přímé úměrnosti dopíšeme **množství hledané látky jako x**, a množství látky zadané v jednotkách hmotnosti a vypočítáme x.

Pokud do reakce nevstupují reaktanty v poměru, který odpovídá chemické rovnici, musíme nejprve určit **limitní reagent**, = reaktant, který bude určovat množství vzniklého produktu. Ostatní reaktanty jsou vůči limitnímu reagentu **v nadbytku** a po proběhnutí reakce se jejich nezreagovaná část nachází ve výsledné směsi.

Výpočty s plynnými reaktanty/produkty

Molární objem V_m

Za normálních podmínek ($T = 273,15 \text{ K} = 0 \text{ °C}$, $p = 101,325 \text{ kPa}$) zaujímá 1 mol (ideálního) plynu objem $22,4 \text{ dm}^3$.

$$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$$

Pokud nejsou splněny normální (standardní) podmínky ($T = 273,15 \text{ K}$, $p = 101,325 \text{ kPa}$), pak tento vztah nemůžeme použít a musíme použít **stavovou rovnici ideálního plynu**.

$$p \cdot V = n \cdot R_m \cdot T$$

Vypočítejte hmotnost sulfidu měďného, který vznikne reakcí 16 g mědi se sírou.

POSTUP I - s využitím úvahy a trojčlenky:

Sestavíme rovnici reakce: $2 \text{ Cu} + \text{ S} \rightarrow \text{ Cu}_2\text{ S}$

Úvaha: ze 2 mol mědi vznikne 1 mol sulfidu měďného

Určíme molární hmotnosti obou látek

$M(\text{ Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$ a $M(\text{ Cu}_2\text{ S}) = 159 \text{ g/mol}$

Určíme hmotnosti obou látek

$m(\text{ Cu}) = n(\text{ Cu}) \cdot M(\text{ Cu})$

$m(\text{ Cu}) = 2 \cdot 63,5 = 127 \text{ g}$

$m(\text{ Cu}_2\text{ S}) = n(\text{ Cu}_2\text{ S}) \cdot M(\text{ Cu}_2\text{ S})$

$m(\text{ Cu}_2\text{ S}) = 1 \cdot 159 = 159 \text{ g}$

Úvaha: Ze 127 g mědi vznikne 159 g sulfidu měďného.

Kolik gramů sulfidu měďného vznikne z 16 g mědi ?

127 g Cu 159 g Cu₂S

16 g Cu x g Cu₂S

$x : 159 = 16 : 127$

$x \cdot 127 = 159 \cdot 16$

$x = 20 \text{ g}$

Reakcí 16 g mědi vznikne 20 g sulfidu měďného.

Vypočítejte hmotnost sulfidu měďného, který vznikne reakcí 16 g mědi se sírou.

POSTUP II - s využitím vzorce:

$$m(\mathbf{B}) = \frac{\mathbf{b} \cdot \mathbf{M}(\mathbf{B})}{\mathbf{a} \cdot \mathbf{M}(\mathbf{A})} \cdot m(\mathbf{A})$$

Sestavíme rovnici reakce



Určíme:

A ... Cu

B ... Cu₂S

a = 2

b = 1

M(A) = 63,5 g/mol

M(B) = 159 g/mol

m(A) = 16 g

m(B) ... ?

Dosadíme do vzorce a vypočítáme:

m(B) = 20 g

Reakcí 16 g mědi vznikne 20 g sulfidu měďného.

kde:

A ... látka jejíž hmotnost je známá

B ... látka jejíž hmotnost je neznámá

a ... látkové množství látky A

b ... látkové množství látky B

M(A) ... molární hmotnost látky A

M(B) ... molární hmotnost látky B

m(A) ... hmotnost látky A

m(B) ... hmotnost látky B

Při rozpouštění uhlíku v roztaveném železe vzniká cementit Fe_3C . Určete hmotnost vzniklého cementitu, jestliže se rozpustí 5 g uhlíku. $M_r(\text{Fe}_3\text{C}) = 55,8 \cdot 3 + 12 = 179,4$

Zapíšeme chemickou rovnici a vyrovnáme koeficienty:



Podle rovnice: 1mol C.....1mol Fe_3C

12g C.....179,4g Fe_3C

5g C.....x g Fe_3C

$$x = 5 \cdot 179,4 / 12 = 74,8 \text{g } \text{Fe}_3\text{C}$$

Rozpuštěním 5g uhlíku vznikne 74,8 g cementitu.

Síra hoří za vzniku oxidu siřičitého. Určete, kolik litrů oxidu siřičitého vznikne shořením 10 g síry.

Chemická rovnice vyjadřující daný chemický děj:



Podle rovnice: 1mol S.....1mol SO₂

32g S..... 22,4 l SO₂

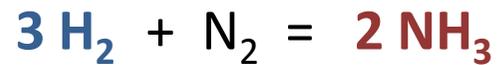
10g S.....x l SO₂

$$x = 10 \cdot 22,4 / 32 = 7 \text{ l SO}_2$$

Shořením 10g síry vznikne 7 litrů oxidu siřičitého.

Kolik dm³ amoniaku vznikne reakcí 15 g vodíku s odpovídajícím množstvím dusíku za normálních podmínek ?

Rovnice:



Z rovnice vyplývá: 3 moly H₂.....2 moly NH₃

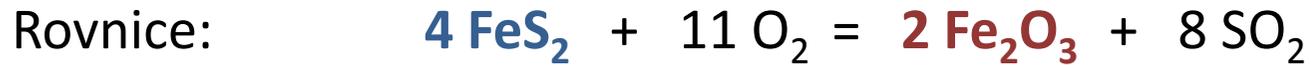
6g H₂.....44,8 dm³ NH₃

15g H₂..... x dm³ NH₃

$$x = 15 \cdot 44,8 / 6 = 11,2 \text{ dm}^3 \text{ NH}_3$$

Reakcí 15 g vodíku s dusíkem vznikne 11,2 litrů amoniaku.

Kolik kg oxidu železitého vznikne pražením 100 kg pyritu FeS₂ ?



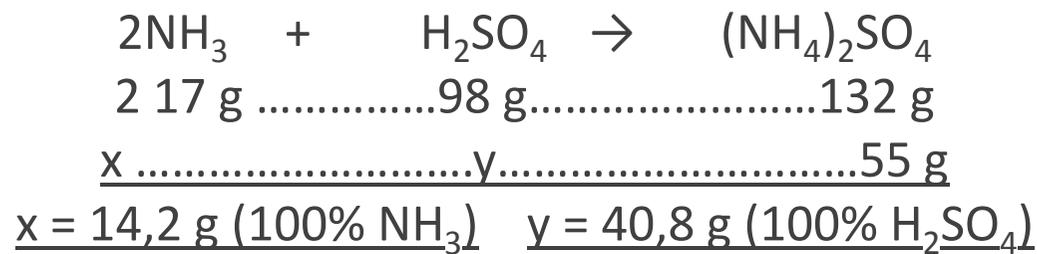
$M_r(\text{FeS}_2) = 120, M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160$

Z rovnice vyplývá: 4 moly FeS₂.....2 moly Fe₂O₃
 480 kg FeS₂.....320 kg Fe₂O₃
 100 kg FeS₂.....x kg Fe₂O₃
 $x = 100 \cdot 208 / 480 = 43,3 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3$

Pražením 100 kg pyritu vznikne 43,3 kg oxidu železitého.

Kolik cm^3 10% roztoku amoniaku ($\rho = 0,9575 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) a kolik 20% roztoku H_2SO_4 ($\rho = 1,1394 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) je třeba pro přípravu 55 g síranu amonného?

Napišeme rovnici reakce a pod ni uvedeme relativní molekulové hmotnosti reaktantů a produktu. Pak sestavíme přímé úměry, s jejichž pomocí vypočítáme, kolik gramů 100% amoniaku a kyseliny sírové by muselo zreagovat, aby vzniklo 55 g síranu amonného:



Pomocí nepřímé úměry vypočítáme hmotnost 10% roztoku amoniaku, ve kterém je obsaženo 14,2 g amoniaku. Stejným způsobem vypočítáme hmotnost 20% roztoku kyseliny sírové:

$$\begin{array}{r}
 14,2 \text{ g} \dots\dots\dots 100 \% \qquad 40,8 \text{ g} \dots\dots\dots 100 \% \\
 x \dots\dots\dots 10 \% \qquad y \dots\dots\dots 20 \% \\
 \hline
 x = 142 \text{ g} \qquad y = 204 \text{ g}
 \end{array}$$

S využitím vztahu $V = m/\rho$ přepočteme zjištěné hmotnosti obou roztoků na objem:

Amoniak: $V = 142/0,9575 = \underline{148,3 \text{ cm}^3}$

Kyselina sírová: $V = 204/1,1394 = \underline{179 \text{ cm}^3}$

Pro přípravu 55 g síranu amonného je třeba použít $148,3 \text{ cm}^3$ 10% roztoku amoniaku a 179 cm^3 20% kyseliny sírové.

Z roztoku obsahující 1 g síranu alkalického kovu bylo nadbytkem chloridu barnatého vysráženo 1,3394 g síranu barnatého. Vypočítejte střední relativní atomovou hmotnost kovu. $M(\text{BaSO}_4) = 233,40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Neznámý kov označíme např. písmenem **A**.

$$m(\text{A}_2\text{SO}_4) = m_1 = 1,0000 \text{ g}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = m_2 = 1,3394 \text{ g}$$

$$M(\text{BaSO}_4) = M_2 = 233,40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Vyjádříme reakci chemickou rovnicí: $\text{A}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2 \text{ ACl}$

Z vyčíslené rovnice vyplývá pro poměr reaktantu a produktu: $n(\text{A}_2\text{SO}_4)/n(\text{BaSO}_4) = 1/1$

Látkové množství vypočítáme ze vzorce **$n=m\cdot M$**

Tedy po dosazení do vztahu vyplývající z rovnice a vyjádření molární hmotnosti A_2SO_4 dostaneme:

$$M_1 = m_1 \cdot M_2 / m_2 = 1,0000 \cdot 233,40 / 1,3394 \approx 174,26 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Výpočtem jsme zjistili molární hmotnost A_2SO_4 .

Relativní hmotnost je číselně rovna molární hmotnosti, relativní hmotnost A_r , tedy získáme:

$$A^{\text{str}}(\text{A}) = (M^{\text{str}}(\text{A}_2\text{SO}_4) - A^{\text{str}}(\text{S}) - (4 \cdot A^{\text{str}}(\text{O}))) / 2 = (174,26 - 32,07 - (4 \cdot 16,00)) / 2 \approx 39,10$$

Střední relativní atomová hmotnost kovu je 39,10. V tabulkách nalezneme, že se se jedná o draslík.

Příklad Kolik kg vápna získáme vypálením 340 kg vápence, který obsahuje 95 % CaCO₃?



340 kg vápence100 %

x kg CaCO₃ 95 %

$$x = 95 * 340 / 100 = 323 \text{ kg}$$

ze 100 kg56 kg CaO

z 323 kg x kg

$$x = 56 * 323 / 100 = \underline{180 \text{ kg vápna}}$$

Příklad: Kolik g rtuti a kolik dm³ kyslíku vznikne rozkladem 108 g HgO?



2*217g → 2*201g + 22,4 dm³

ze 434 g HgO 402 g Hg

ze 108 g HgO x g

$$x = 402 * 108 / 434 = 100 \text{ g Hg}$$

ze 434 g HgO 22,4 dm³

ze 108 g HgO x dm³

$$x = 108 * 22,4 / 434 = 5,6 \text{ dm}^3 \text{ O}_2$$

Vypočítej hmotnost chloridu olovnatého, který vznikne z 10 g dusičnanu olovnatého. (Reaguje dusičnan olovnatý s kyselinou chlorovodíkovou, vzniká chlorid olovnatý a kyselina dusičná)

[8,4 g]

Vypočítej hmotnost uhličitanu barnatého, který získáme za normálních podmínek působením 1 dm³ CO₂ na hydroxid barnatý. (Reaguje hydroxid barnatý s oxidem uhličitým za vzniku uhličitanu barnatého a vody).

[8,8 g]

Reakcí vody se sodíkem vzniká hydroxid sodný a vodík. Urči hmotnost vody, která reaguje s 1 g sodíku.

[0,78 g]

Kolik gramů KClO₃ je třeba rozložit teplem, aby se za normálních podmínek získalo 98 dm³ O₂? $M(\text{KClO}_3) = 122,6 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

[357,58 g]

Rozpuštěním 36,6 g znečištěného hořčíku ve zředěné H₂SO₄ bylo získáno 353 g MgSO₄ · 7 H₂O. Kolik procent nečistot obsahoval hořčík? $M(\text{MgSO}_4\cdot 7 \text{ H}_2\text{O}) = 246,43 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{Mg}) = 24,31 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

[5 %]

Vypočítejte objemy 24% H_2SO_4 , která má hustotu $1,1704 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, a vodného roztoku NH_3 o koncentraci $3,2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, jejichž reakcí vznikne $10 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,07 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 132,13 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Objem 24 % H_2SO_4 : $V = 26.42 \text{ cm}^3$

Objem roztoku NH_3 : $V = 47.36 \text{ cm}^3$

Směs $7,16 \text{ g NaOH} + \text{KOH}$ reaguje s HCl za vzniku $10,08 \text{ g}$ směsi chloridů. Jaké je složení směsi hydroxidů? $M(\text{NaOH}) = 40,00$, $M(\text{KOH}) = 56,10$, $M(\text{NaCl}) = 58,44$, $M(\text{KCl}) = 74,55$

[$2,96 \text{ g KOH}$ a $4,2 \text{ g NaOH}$]

Kolik dm^3 oxidu uhličitého je potřeba za normálních podmínek, aby ztuhla malta, která obsahuje 10 kg Ca(OH)_2 ? $M(\text{Ca(OH)}_2) = 74,09 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

[3024 dm^3]

Vypočítejte objem vzduchu za normálních podmínek; ($\phi(\text{O}_2) = 0,21$) potřebného k oxidaci 140 kg suroviny s obsahem 78% FeS_2 . $M(\text{FeS}_2) = 120,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

[267 m^3]

Železné hřebíky o celkové hmotnosti 15,99 g byly vloženy do 350 gramů horkého roztoku síranu měďnatého $w(\text{CuSO}_4) = 0,14$. Vypočítejte hmotnost nezreagované síranu měďnatého. $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{CuSO}_4) = 160,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{FeSO}_4) = 152,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

[3,15 g]

Tepelným rozkladem uhličitanu vápenatého vzniká pálené vápno (CaO) a oxid uhličitý. Vypočítejte, kolik gramů těchto sloučenin vznikne z 20 g uhličitanu vápenatého.

[11,2 g CaO a 8,8 g CO₂]

Kolik gramů HgO se rozložilo při vzniku 448 cm³ kyslíku.

[8,66 g HgO]

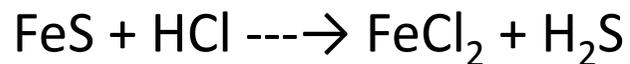
Vypočítejte, kolik dm³ NO vznikne reakcí 10 g mědi s kyselinou dusičnou za standardních podmínek. $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

[8,35 dm³ NO]

Kolik g CaCl₂ vznikne reakcí 30 g Ca(OH)₂ s kyselinou chlorovodíkovou, je-li účinnost reakce 98 %?

[44,06 g CaCl₂]

Kolik g FeS je potřeba na přípravu 4,5 dm³ H₂S, je-li účinnost reakce 96 %?



[18,5 g FeS]

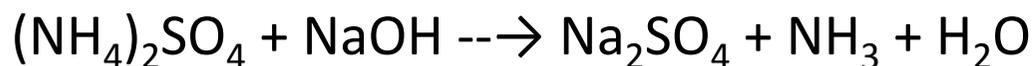
Ve vodě bylo rozpuštěno 50 g pentahydrátu síranu měďnatého. Vypočítejte, jaké množství práškového zinku je nutno k roztoku přidat, aby se z něj vyloučila veškerá měď?

[13,1 g Zn]

Kolik g vody zreaguje s 80 g sodíku a kolik dm³ vodíku se reakcí za standardních podmínek uvolní?

[62,6 g H₂O, 38,98 dm³ H₂]

Kolik g NH₃ vznikne při reakci 200 g (NH₄)₂SO₄ s NaOH, je-li výtěžnost reakce 98 %?



[50,48 g NH₃]

Vypočítejte, kolik gramů 96% kyseliny sírové je zapotřebí k neutralizaci 16 g hydroxidu draselného.

[14,55 g]

Hořením 5 g černého uhlí vzniklo 7,5 dm³ oxidu uhličitého (za normálních podmínek). Určete hmotnostní procento uhlíku v černém uhlí. $A_r(\text{C}) = 12,011$; $M_r(\text{O}_2) = 31,998$; $M_r(\text{CO}_2) = 44,019$

[80,4 %]

Uhlí obsahuje 2 % síry. Vypočítejte, kolik m³ oxidu siřičitého se za normálních podmínek dostane do ovzduší při spálení 1 tuny tohoto uhlí.

[14 m³]

K úplné neutralizaci 25 ml kyseliny fosforečné neznámé látkové koncentrace do druhého stupně se spotřebovalo 30,20 ml 0,5005 mol·dm⁻³ NaOH. Jaká je látková koncentrace kyseliny fosforečné?

[0,3023 mol·dm⁻³]

Dichroman draselný reaguje s jodovodíkem a kyselinou sirovou za vzniku jodu, síranu chromitého, síranu draselného a vody. Kolik ml 15% roztoku kyseliny sírové je třeba a kolik g jodu vznikne reakci s 2 g dichromanu? Hustota 15% kyseliny sírové je $\rho = 1,102 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

[$V(15\% \text{H}_2\text{SO}_4) = 16,1 \text{ ml}$; $m(\text{I}_2) = 5,2 \text{ g}$]

Kolik kg vápenného hydrátu o obsahu 98 % Ca(OH)_2 je třeba k neutralizaci 100 kg odpadu s obsahem 25 % H_2SO_4 ?

[19,26 kg]

Kolik gramů pevného NaOH je třeba na neutralizaci 50 ml 21% roztoku kyseliny sírové ($\rho = 1,47 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)?

[12,6 g]

Uhličitan vápenatý reagoval s přebytkem kyseliny chlorovodíkové. Jaká byla hmotnost jeho navážky, jestliže se v průběhu reakce uvolnilo 40 dm^3 oxidu uhličitého. Objem je přepočten na normalní podmínky.

[178,7 g]

Během zpracování 100 kg cukrové řepy se spotřebuje 3 kg CaO. Kolik kg vápence obsahujícího 12,5 % hlušiny je třeba na zpracování 24,5 t cukrové řepy?

[1500 kg]

Kolik molekul vodíku vznikne přidáním 2 g sodíku do 500 g vody.

[$2,7 \cdot 10^{22}$]

Uhličitan vápenatý reagoval s přebytkem kyseliny chlorovodíkové. Jaká byla hmotnost jeho navážky, jestliže se v průběhu reakce uvolnilo 40 dm^3 oxidu uhličitého. Objem je přepočten na normalni podmínky.

[178,7 g]

Kolik gramů CuI_2 vznikne smícháním 250 ml roztoku CuSO_4 o koncentraci $0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ s 50 ml roztoku KI o koncentraci $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

[3,97 g]

Určete objem chloru, který vznikne reakcí 50 g 20% roztoku HCl s 5 g KMnO_4 za normálních podmínek. $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} = 5 \text{Cl}_2 + 2 \text{MnCl}_2 + 2 \text{KCl} + 8 \text{H}_2\text{O}$

[1,68 l]

Určete látkové množství SrSO_4 , které vznikne přidáním 50 g 10% (m/m) roztoku K_2SO_4 do 200 ml $0,25 \text{ M}$ roztoku SrCl_2 .

[0,029 mol]

10 dm³ dusíku zreagovalo s 40 dm³ vodíku za vzniku amoniaku. Jak se po reakci změnil objem soustavy? Objem reaktantů i produktů byl měřen při stejné teplotě.

[poklesl o 20 dm³]

Za normálních podmínek 2 g vodíku reagovaly s 30 dm³ chloru. Jaký byl výsledný objem soustavy po reakci?

[52,41 l]

K roztoku kyseliny sírové byl přidán hydroxid sodný. Vzniklo 3,6 g hydrogensíranu a 2,84 g síranu sodného. Kolik bylo v roztoku kyseliny sírové a kolik bylo přidáno hydroxidu sodného?

[4,9 g kyseliny, 2,8 g hydroxidu]

K neutralizaci 200 ml 0,5 M roztoku kyseliny dusičné bylo použito 6,26 g směsi uhličitanů draselného a sodného. Určete složení směsi uhličitanů.

[4,14 g K₂CO₃ + 2,12 g Na₂CO₃]

Ze 100 kg cukru se vyrobí 62 l absolutního (100%) ethanolu. Kolik litrů 80% ethanolu se vyrobí z 1520 kg melasy se 47,5% obsahem cukru?

[559,55 l]

K roztoku obsahujícímu 5,88 g kyseliny fosforečné byl přidán roztok 8,4 g hydroxidu draselného a výsledný roztok byl odpařen dosucha. Určete složení odparu.

[6,36 g fosforečnanu a 5,22 g hydrogenfosforečnanu draselného]

Ke spálení 20 l směsi propanu a butanu bylo použito 124 l kyslíku. Určete složení směsi.

[20% propanu a 80 % butanu]

Oxid uhličitý, vzniklý spálením 11,2 l propan-butanové směsi (za normálních podmínek), byl zachycen v roztoku hydroxidu sodného, přičemž vzniklo 95,4 g uhličitanu a 84 g hydrogenuhličitanu sodného. Určete složení směsi.

[20% propanu a 80 % butanu]