

4. CHEMICKÉ ROVNICE

A. Výpočty z chemických rovnic

- Výpočty hmotností reaktantů a produktů
- Výpočty objemů reaktantů a produktů
- Reakce látek o různých koncentracích

Klíčová slova kapitoly A:

Látkové množství n , stechiometrický koeficient



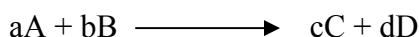
Čas potřebný k prostudování učiva kapitoly A:
0,5 + 2 hodiny (teorie + řešení úloh)

Průvodce studiem.

Látková množství reaktantů a produktů jsou v průběhu chemické reakce úměrná jejich stechiometrickým koeficientům. Samozřejmě platí všechny vztahy a pojmy z předchozích kapitol.



Obecný zápis :



A,B ... reaktanty

C,D ... produkty

a,b,c,d, ... stechiometrické koeficienty

- a. Výpočty hmotností reaktantů a produktů

Průvodce studiem.

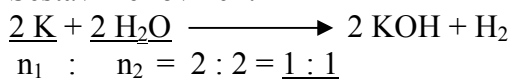
Praktický postup je asi nejjednodušší, pokud si nejprve podtrhneme reaktanty a produkty, které jsou důležité pro náš výpočet. Z příslušného poměru látkových množství zjistíme hmotnosti reagujících látek. Pak stačí sestavit trojčlenku pro konkrétní příklad.





Kolik gramů vody reaguje s 50 gramy draslíku ?

Sestavíme rovnici :



$$M(\text{K}) = 39,098 \text{ g.mol}^{-1}, M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g.mol}^{-1}$$

m H ₂ O (g)		m K (g)
18	...	39,098
x	...	50

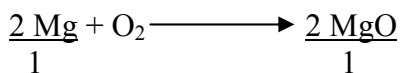
$$x = \frac{50 \cdot 18}{39,098} = \underline{23,02 \text{ g}}$$

S 50 gramy draslíku zreaguje 23,02 gramů (ml) vody.



Kolik gramů oxidu hořečnatého vznikne spálením 10 gramů hořčíku ?

Sestavíme rovnici :



$$M(\text{MgO}) = 40,311 \text{ g.mol}^{-1}, M(\text{Mg}) = 24,305 \text{ g.mol}^{-1}$$

m MgO (g)		m Mg (g)
40,311	...	24,305
x	...	10

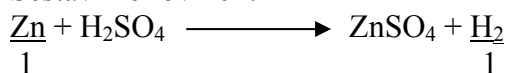
$$x = \frac{10 \cdot 40,311}{24,305} = \underline{16,6 \text{ g}}$$

Spálením 10 gramů hořčíku vznikne 16,6 gramů oxidu hořečnatého.

Kolik gramů zinku musí zreagovat s kyselinou sírovou , aby vzniklo 15 gramů vodíku ?



Sestavíme rovnici :



$$M(\text{Zn}) = 65,37 \text{ g.mol}^{-1}, M(\text{H}_2) = 2,016 \text{ g.mol}^{-1}$$

m Zn (g)		m H ₂ (g)
65,37	...	2,016
x	...	15

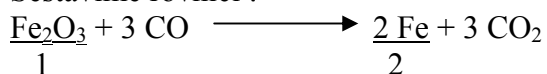
$$x = \frac{15 \cdot 65,37}{2,016} = \underline{486,4 \text{ g}}$$

S kyselinou sírovou musí zreagovat 486,4 gramy zinku .

Kolik gramů oxidu železitého je třeba k přípravě 10 gramů železa redukcí oxidem uhelnatým ?



Sestavíme rovnici :



$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g.mol}^{-1}, M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,692 \text{ g.mol}^{-1}$$

m Fe ₂ O ₃ (g)		m Fe (g)
159,692	...	2 . 55,85 = 111,7
x	...	10

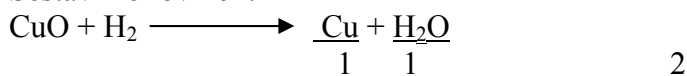
$$x = \frac{10 \cdot 159,692}{111,7} = \underline{14,3 \text{ g}}$$

Je potřeba 14,3 gramu oxidu železitého.



Při redukci oxidu měďnatého vodíkem vzniklo 45 gramů vody. Kolik gramů mědi se vyredukovalo ?

Sestavíme rovnici :



$$M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g.mol}^{-1}, M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g.mol}^{-1}$$

m Cu (g)		m H ₂ O (g)
63,55	...	18
x	...	45

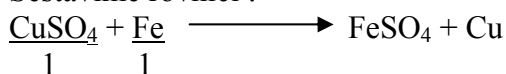
$$x = \frac{45 \cdot 63,55}{18} = \underline{158,88 \text{ g}}$$

Vyredukovalo se 158,88 gramů mědi.



Postačí k úplnému vyredukování mědi z 50 gramů síranu měďnatého 20 gramů železa ?

Sestavíme rovnici :



$$M(\text{CuSO}_4) = 159,604 \text{ g.mol}^{-1}, M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g.mol}^{-1}$$

m Fe (g)		m CuSO ₄ (g)
55,85	...	159,604
x	...	50

$$x = \frac{50 \cdot 55,85}{159,604} = \underline{17,5 \text{ g}}$$

Ano, postačí.



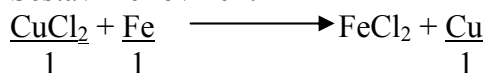
Úkol k zamyšlení.

Lze sestavit trojčlenku i jinak ? Pokuste se o to.

Do roztoku obsahujícího 30 gramů chloridu měďnatého se přidá 15 gramů železa . Kolik gramů mědi se vyredukuje ?



Sestavíme rovnici :



$$M(\text{Cu}) = 63,546 \text{ g.mol}^{-1}, M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g.mol}^{-1}, M(\text{CuCl}_2) = 134,446 \text{ g.mol}^{-1}$$

Průvodce studiem.

Zjistíme , zda je zachován poměr látkových množství. Pokud bude železa dostatek a bude schopno vyredukovat všechnu měď z chloridu měďnatého, pak musíme vyjít z množství chloridu měďnatého. Pokud bude železa málo, musíme vyjít z množství železa.



$$n(\text{CuCl}_2) = \frac{30}{134,446} = \underline{0,223 \text{ mol}}$$

$$n(\text{Fe}) = \frac{15}{55,85} = \underline{0,268 \text{ mol}}$$

Průvodce studiem.

Fe je v nadbytku, vycházím z množství chloridu měďnatého



m Cu (g)		m CuCl ₂ (g)
65,546	...	134,446
x	...	30

$$x = \frac{30 \cdot 65,546}{134,446} = \underline{14,18 \text{ g}}$$

Z tohoto roztoku lze vyredukovat 14,18 gramů mědi .

b. Výpočty objemů reaktantů a produktů .

Průvodce studiem.

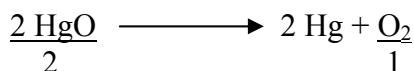
Ideální plyny za standardních podmínek .Postupy jsou analogií předchozích příkladů na hmotnost .



Jaký objem kyslíku vznikne rozkladem 10 gramů oxidu rtuťnatého ?



Sestavíme rovnici :



$$M(\text{HgO}) = 216,59 \text{ g.mol}^{-1}, V_{\text{mn}} = 22,4 \text{ dm}^3$$

V O ₂ (dm ³)		m HgO (g)
22,4	...	433,18
x	...	10

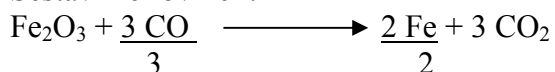
$$x = \frac{10 \cdot 22,4}{433,18} = \underline{0,52 \text{ dm}^3}$$

Rozkladem 10 gramů oxidu rtuťnatého vznikne 0,52 dm³ kyslíku .

Jaký objem oxidu uhelnatého je třeba k redukci oxidu železitého na přípravu 20 gramů železa ?



Sestavíme rovnici :



$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g.mol}^{-1}, V_{\text{mn}} = 22,4 \text{ dm}^3$$

V CO (dm ³)		m Fe (g)
67,2	...	111,7
x	...	20

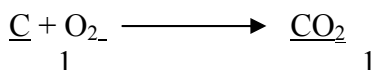
$$x = \frac{20 \cdot 67,2}{111,7} = \underline{12,03 \text{ dm}^3}$$

K redukci je třeba 12,03 dm³ oxidu uhelnatého .



Kolik musíme spálit uhlí , aby se uvolnilo 6 m³ oxidu uhličitého ?

Sestavíme rovnici :



$$M(\text{C}) = 12,011 \text{ g.mol}^{-1}, V_{\text{mn}} = 22,4 \text{ dm}^3$$

m C (g)		V CO ₂ (dm ³)
12,011	...	22,4
x	...	6000

$$x = \frac{6000 \cdot 12,011}{22,4} = \underline{3\,217,23 \text{ g}}$$

Je nutno spálit 3 217,23 g uhlí .



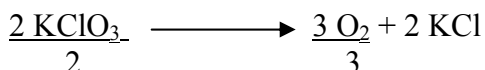
Průvodce studiem.

Místo uhlí pracujeme s uhlíkem C .



Kolik litrů plynného kyslíku lze připravit rozkladem 0,6 mol chlorečnanu draselného ?

Sestavíme rovnici :



n O ₂ (mol)		n KClO ₃ (mol)
3	...	2
x	...	0,6

$$x = \frac{0,6 \cdot 3}{2} = \underline{0,9 \text{ mol}}$$

V O ₂ (l)		n O ₂ (mol)
22,4	...	1
x	...	0,9

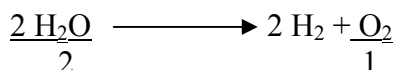
$$x = 22,4 \cdot 0,9 = \underline{20,16 \text{ l}}$$

Lze připravit cca 20 litrů plynného kyslíku .

Jaký objem vody je nutno rozložit na výrobu 500 cm³ kyslíku ?



Sestavíme rovnici :



$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g.mol}^{-1}, V_{mn} = 22,4 \text{ dm}^3$$

m H ₂ O (g)		V O ₂ (dm ³)
36	...	22,4
x	...	0,5

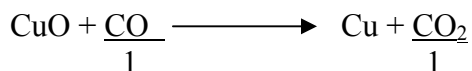
$$x = \frac{36 \cdot 0,5}{22,4} = \underline{0,8 \text{ g} = 0,8 \text{ ml}}$$

Stačí rozložit 0,8 ml vody.

Kolik m³ oxidu uhelnatého bylo spotřebováno k redukci oxidu měďnatého , vzniklo-li 40 m³ oxidu uhličitého ?



Sestavíme rovnici :



Průvodce studiem.



Pracujeme-li s ideálními plyny za standardních podmínek, nemá v podstatě tento příklad smysl, protože odpověď je nasnadě. Poměr látkových množství takových plynů je totiž roven poměru jejich objemů.

$$\text{Důkaz : } n_1 : n_2 = V_1/V_{mn} : V_2/V_{mn} = V_1 : V_2$$

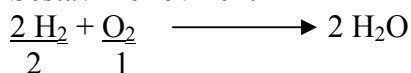
$$\text{Platí : } V_1 : V_2 = 40 : 40$$

Bylo spotřebováno 40 m³ oxidu uhelnatého .



Který plyn zůstane nespotřebován při spálení směsi 10 litrů vodíku a 10 litrů kyslíku ?

Sestavíme rovnici :



10 : 5

Ze směsi zůstane nespotřebováno 5 litrů kyslíku .



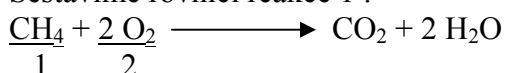
Úkol k zamyšlení.

Co vše může ovlivňovat chování plynu v prostředí, které není ideální ... reálné plyny ? Jaké informace bychom potřebovali, abychom byli schopni vyřešit předcházející příklad v reálném prostředí ?



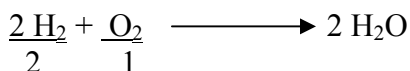
Plynná směs obsahuje 30 % metanu , 40 % vodíku a 30 % oxidu uhelnatého . Kolik m³ vzduchu se spotřebuje na spálení 1 m³ této směsi ?

Sestavíme rovnici reakce 1 :



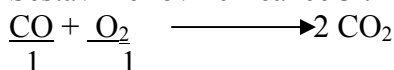
300 : 600 l kyslíku

Sestavíme rovnici reakce 2 :



400 : 200 l kyslíku

Sestavíme rovnici reakce 3 :



300 : 300 l kyslíku



Průvodce studiem.

Vycházíme z toho, že ve vzduchu je přibližně 21 % kyslíku.

V (l)		zastoupení (%)
1100	...	21
x	...	100

$$x = \frac{1100 \cdot 100}{21} = \underline{5\,238\,1}$$

Na spálení této směsi je třeba 5 238 litrů vzduchu .

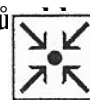
Průvodce studiem.

Trocha ekologie, či vědomí souvislostí nikdy neuškodí. Vzrostlý strom s listovou plochou asi 1600 m² vyprodukuje za hodinu 1,7 litru kyslíku a spotřebuje takové množství CO², které vydýchá 16 lidí .

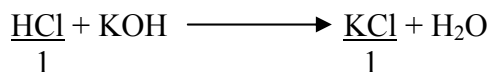


c. Reakce látek o různých koncentracích

Kolik gramů 30 % kyseliny chlorovodíkové je třeba k přípravě 150 gramů draselného reakcí s hydroxidem sodným ?



Sestavíme rovnici :



Průvodce studiem.



Nejprve pracuji se 100 % kyselinou , pak provedu příslušný přepočec or méně koncentrované kyseliny se spotřebuje více ! Nepřímá úměra !

$$M(\text{HCl}) = 36,46 \text{ g.mol}^{-1} , M(\text{KCl}) = 74,56 \text{ g.mol}^{-1}$$

m HCl (g)		m KCl (g)
36,46	...	74,56
x	...	150

$$x = \frac{150 \cdot 36,46}{74,56} = \underline{73,35 \text{ g}}$$

m (g)		zastoupení (%)
73,35	...	100
x	...	30

$$x = \frac{100 \cdot 73,35}{30} = \underline{244,5 \text{ g}}$$

K přípravě 150 gramů KCl uvedenou reakcí je potřeba 244,5 gramů 30 % kyseliny chlorovodíkové.



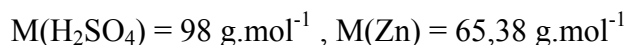
Sestavíme rovnici :



Pro přípravu uvedeným postupem je třeba 244,7 ml 5 % kyseliny sírové.



Sestavíme rovnici :



m H ₂ SO ₄ (g)		m Zn (g)
98	...	65,38
x	...	<u>20</u>

$$x = \frac{20 \cdot 98}{65,38} = \underline{30 \text{ g}}$$

zastoupení (%)		m (g)
100	...	30
x	...	<u>100</u>

$$x = \frac{30 \cdot 100}{100} = \underline{30 \%}$$

Použitá kyselina byla 30 % .

Průvodce studiem.

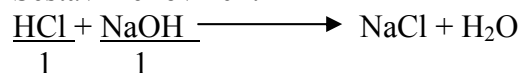
V tomto konkrétním příkladě je druhá trojčlenka (nepřímá úměra) zbýlí , protože pracujeme se 100 gramy kyseliny a koncentrace je spočtena hned v první trojčlence .



Jaké množství hydroxidu sodného lze zneutralizovat pomocí 2 kilogramů 7,3 % kyseliny chlorovodíkové ?



Sestavíme rovnici :



$$M(\text{HCl}) = 36,468 \text{ g.mol}^{-1} , M(\text{NaOH}) = 39,997 \text{ g.mol}^{-1}$$

m NaOH (g)		m HCl (g)
39,997	...	36,468
x	...	<u>2000</u>

$$x = \frac{2000 \cdot 39,997}{36,468} = \underline{2 \text{ 193,54 g}}$$



Průvodce studiem.

Pozor , méně koncentrovaná kyselina zneutralizuje samozřejmě méně hydroxidu. V tomto případě jde o přímou úměru .

Pro zopakování : neutralizaci můžeme mj. definovat jako reakci mezi kyselinou a hydroxidem za vzniku soli a vody.



Úkol k textu.

Jaký je princip neutralizace ?

m (g)		zastoupení (%)
2 193,54	...	100
x	...	7,3

$$x = \frac{7,3 \cdot 2193,54}{100} = \underline{160,13 \text{ g}}$$

Lze zneutralizovat 160,13 gramů hydroxidu sodného .



Korespondenční úkol odešlete na adresu lektora elektronickou poštou.

1. Kolik gramů síry se sloučí s 10,5 gramy železa na sulfid železitý ?
2. Lze úplně vyredukovat olovo z 1 molu oxidu olovnatého použitím 5 gramů uhlí ?
3. Kolik mědi se vyloučí při reakci 8,8 gramů železa se síranem měďnatým ?
4. Stačí 15 litrů kyslíku k dokonalému spálení 15 gramů oxidu uhelnatého ?
5. Jaký objem vody je nutné rozložit na výrobu 10 gramů vodíku ?
6. Kolik m³ kyslíku se spotřebuje na dokonalé spálení 1 m³ plynu , který obsahuje 50 % vodíku a 50 % oxidu uhelnatého ?
7. Kolik gramů 30 % kyseliny dusičné je třeba na reakci s 1 gramem zinku ?
8. K roztoku , který obsahuje 15 gramů kyseliny sírové bylo přidáno 12 gramů hydroxidu sodného . Bude výsledný roztok kyselý , neutrální nebo zásaditý ?



Shrnutí kapitoly.

Víme tedy , že chemická rovnice nepopisuje pouze kvalitativní stránku chemické reakce , ale má zároveň charakter kvantitativní. Všechny typy předchozích příkladů kapitoly IV. Chemické rovnice vychází z toho, že látková množství reaktantů a produktů musí být v průběhu reakce úměrná jejich stechiometrickým koeficientům. Spolu se základními vztahy

zde hraje opět klíčovou roli použití trojčlenky , v některých případech na bázi nepřímé úměry . Z předchozích úloh opět jasně vidíme, že biflování některých vzorců nemá své opodstatnění a lepší je hledat logická odvození a hlavně analogie .