

CHEMICKÉ VÝPOČTY

Teorie

Skutečné hmotnosti atomů jsou velmi malé (např.: $m(^{12}\text{C})=1,99267 \cdot 10^{-26}\text{kg}$, $m(^{63}\text{Cu})=1,04496 \cdot 10^{-25}\text{kg}$). Počítání s těmito hodnotami je nepraktické a proto byla zavedena **atomová hmotnostní jednotka 1u**.

ATOMOVÁ HMOTNOSTNÍ JEDNOTKA

- značí se **1u**
- vedlejší jednotka hmotnosti, která slouží k výpočtu skutečných hmotnosti atomů a molekul
- **$1\text{u} = 1,66057 \cdot 10^{-27}\text{kg}$**
- byla volena tak, aby hmotnost 1u měla **atomová hmotnostní konstanta m_u** – její hmotnost $m_u=1/12$ hmotnosti atomu nuklidu uhlíku ^{12}C
- lze ji vyjádřit vztahem:

$$m_u = \frac{m(^{12}\text{C})}{12} = 1\text{u}$$

Např.:

Atomová hmotnost uhlíku ^{12}C je 12,00 u

Atomová hmotnost vodíku (protia) ^1H je 1,01 u

Atomová hmotnost mědi ^{63}Cu je 63,50 u

V chemii se však častěji používá relativní vyjádření hmotnosti.

RELATIVNÍ ATOMOVÁ HMOTNOST PRVKU

- značí se **A_r**
- je bez jednotky
- udává, kolikrát je hmotnost atomu uvažovaného prvku větší než 1/12 hmotnosti atomu ^{12}C
- číslo, které vyjadřuje poměr atomové hmotnosti příslušného prvku k atomové hmotnostní jednotce
- lze jej vyjádřit vztahem:

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{m_u}$$

Např.:

$A_r(^1\text{H}) = 1,01$

$A_r(^{12}\text{C}) = 12,00$

$A_r(^{63}\text{Cu}) = 63,50$

RELATIVNÍ MOLEKULOVÁ HMOTNOST LÁTKY

- značí se **M_r**
- je bez jednotky
- udává, kolikrát je hmotnost molekuly látky větší než 1/12 hmotnosti atomu ^{12}C
- je součtem relativních atomových hmotností všech atomů, které tvoří molekulu dané látky
- lze jej vyjádřit vztahem:

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$$M_r(Y) = \frac{m(Y)}{m_u}$$

Např.:

$$M_r(\text{O}_2) = 2 \cdot A_r(\text{O}) = 2 \cdot 16 = 32$$

$$M_r(\text{NH}_3) = A_r(\text{N}) + 3 \cdot A_r(\text{H}) = 14 + 3 \cdot 1 = 17$$

$$M_r(\text{CO}_2) = A_r(\text{C}) + 2 \cdot A_r(\text{O}) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$$

Vzhledem k částicovému charakteru látek je nutno znát počet částic, který daná látka obsahuje. Protože je počet částic obrovský a prakticky nevypočitatelný, byla zavedena veličina zvaná **látkové množství**.

LÁTKOVÉ MNOŽSTVÍ

- značí se **n**
- jednotkou je **mol**
- slouží k vyjádření velikosti souboru základních částic
- je jednou ze 7 základních veličin mezinárodní soustavy veličin a jednotek SI
- lze jím porovnávat množství dvou nebo více látek
- lze jej vyjádřit vztahem

$$n = \frac{N}{N_A}$$

; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ **Avogadrova konstanta** – udává počet

základních částic obsažených v 1 molu chemické látky

N počet částic ve studovaném souboru

PAMATUJ !!!

1 mol libovolné látky obsahuje $6,022 \cdot 10^{23}$ (N_A) jejich základních částic.

Např.:

1 mol H_2SO_4 obsahuje $6,022 \cdot 10^{23}$ molekul H_2SO_4 .

1 mol H_2O obsahuje $6,022 \cdot 10^{23}$ molekul H_2O .

1 mol Au obsahuje $6,022 \cdot 10^{23}$ atomů Au.

1 mol je takové množství látky, které obsahuje N_A ($6,022 \cdot 10^{23}$) jejich základních částic.

1 mol libovolné látky má takovou hmotnost v gramech, která se číselně rovná relativní molekulové (atomové) hmotnosti této látky.

Např.:

1 mol molekul H_2SO_4 má hmotnost 98 g.

1 mol atomů Cu má hmotnost 63,5 g-

1 mol molekul O_2 má hmotnost 32 g.

MOLÁRNÍ HMOTNOST

- značí se **M**
- jednotkou je **$\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$**
- je hmotnost jednoho molu látky
- číselná hodnota molární hmotnosti prvku (sloučeniny) vyjádřená v $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ je rovna hodnotě relativní atomové (molekulové) hmotnosti prvku (sloučeniny)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- je podíl hmotnosti m této látky a jejího látkového množství n
- lze jej vyjádřit vztahem:

$$M = \frac{m}{n}$$

; m hmotnost látky

n látkové množství látky

Např.:

$$M(\text{HCl}) = 1,01 + 35,5 = 36,51 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2) = 2 \cdot 1,01 = 2,02 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{NH}_3) = 14 + 3 \cdot 1,01 = 17,03 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

PAMATUJ !!!

$$M(\text{H}) = 1,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \quad M_r(\text{H}) = 1,01$$

$$M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \quad M_r(\text{NH}_3) = 17$$

PAMATUJ !!!

Stejná látková množství plynů zaujímají za stejné teploty a tlaku stejný objem.

Za normálních podmínek je objem 1 molu libovolného plynu 22,4 dm³ (l).

Normální podmínky (NP) jsou: $t = 0^\circ\text{C}$ (273,15 K); $p = 101,325 \text{ kPa}$.

Např.:

1 mol O₂ (32 g) zaujímá za NP objem 22,4 dm³.

1 mol CO₂ (44 g) zaujímá za NP objem 22,4 dm³.

3 moly N₂O (132 g) zaujímají za NP objem 3.22,4 = 67,2 dm³.

2 moly H₂ (4,04 g) zaujímají za NP objem 2.22,4 = 44,8 dm³.

NORMÁLNÍ MOLÁRNÍ OBJEM PLYNU

- značí se V_{mn} a platí $V_{mn} = 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$

Řešené příklady

Příklad 1.

Vypočtěte skutečnou hmotnost atomu hliníku !

Řešení:

$$m_a(\text{Al}) = ?$$

$$A_r(\text{Al}) = 27$$

$$m_u = 1,66057 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

$$A_r(\text{Al}) = \frac{m_a(\text{Al})}{m_u} \Rightarrow m_a(\text{Al}) = A_r(\text{Al}) \cdot m_u = 27 \cdot 1,66057 \cdot 10^{-25} = \underline{\underline{4,48 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}}$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad 2.

Jakou hmotnost v gramech představuje $5,2 \cdot 10^{23}$ atomů zlata ?

Řešení:

Úlohu je nevhodnější řešit trojčlenkou:

$6,022 \cdot 10^{23}$ atomů Au	196,9665 g Au (1 mol)	
$5,2 \cdot 10^{23}$ atomů Au	x g Au	přímá úměra

$$\frac{6,022 \cdot 10^{23}}{5,2 \cdot 10^{23}} = \frac{196,9665}{x}$$

$$x = \frac{5,2 \cdot 10^{23} \cdot 196,9665}{6,022 \cdot 10^{23}} = \underline{\underline{170g}}$$

Příklad 3.

Kolik atomů zinku je obsaženo v 10 g čistého kovu ?

Řešení:

Úlohu je nevhodnější řešit trojčlenkou:

$6,022 \cdot 10^{23}$ atomů Zn	65,4 g Zn (1 mol)	
x atomů Zn	10 g Zn	přímá úměra

$$\frac{6,022 \cdot 10^{23}}{x} = \frac{65,4}{10}$$

$$x = \frac{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 10}{65,4} = \underline{\underline{9,2122 \cdot 10^{22} \text{ atomů Zn}}}$$

Příklad 4.

Kolik molekul CaCO_3 je obsaženo ve 400 g CaCO_3 ?

Řešení:

Úlohu je nevhodnější řešit trojčlenkou:

$6,022 \cdot 10^{23}$ molekul CaCO_3	100 g CaCO_3 (1 mol)	
x molekul CaCO_3	400 g CaCO_3	přímá úměra

$$\frac{6,022 \cdot 10^{23}}{x} = \frac{100}{400}$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$$x = \frac{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 400}{100} = \underline{\underline{2,4092 \cdot 10^{24} \text{ molekul } \text{CaCO}_3}}$$

Příklad 5.

Určete, jakému látkovému množství odpovídá 95,8 g Ti !

Řešení:

$$\begin{aligned} n(\text{Ti}) &= ? \\ m(\text{Ti}) &= 95,8 \text{ g} \\ A_r(\text{Ti}) &= 47,9 \end{aligned}$$

$$n(\text{Ti}) = \frac{m(\text{Ti})}{M(\text{Ti})} = \frac{m(\text{Ti})}{A_r(\text{Ti})} = \frac{95,8}{47,9} = \underline{\underline{2 \text{ moly}}}$$

Příklad 6.

Jakou hmotnost má 1 dm³ CO₂ za normálních podmínek ?

Řešení:

Úlohu je nevhodnější řešit trojčlenkou:

$$\begin{array}{l} 22,4 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2 \dots\dots\dots 44 \text{ g CO}_2 \text{ (1 mol)} \\ 1 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2 \quad \dots\dots\dots x \text{ g CO}_2 \end{array}$$

přímá úměra

$$\frac{22,4}{1} = \frac{44}{x}$$

$$x = \frac{44}{22,4} = \underline{\underline{2 \text{ g}}}$$

Příklad 7.

Kolik molů C obsahuje 986,8 g BaCO₃ ?

Řešení:

$$\begin{aligned} n(\text{C}) &= ? \\ m(\text{BaCO}_3) &= 986,8 \text{ g} \\ M(\text{BaCO}_3) &= 197 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

$$n(\text{BaCO}_3) = \frac{m(\text{BaCO}_3)}{M(\text{BaCO}_3)} = \frac{986,8}{197} = \underline{\underline{5 \text{ molů } \text{BaCO}_3}}$$

V 1 molu BaCO₃ je obsažen 1 mol C ⇒ v 5 molech BaCO₃ je obsaženo 5 molů C.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad 8.Jaký objem za NP zaujímá 6 g H₂ ?

Řešení:

Úlohu lze řešit např. trojčlenkou:

2 g H ₂ (1 mol) zaujímá za NP objem	22,4 dm ³	
6 g H ₂	x dm ³	přímá úměra

$$\frac{2}{6} = \frac{22,4}{x}$$

$$x = \frac{22,4 \cdot 6}{2} = 3 \cdot 22,4 = \underline{\underline{67,2 \text{ dm}^3}}$$

Nebo užitím vzorců:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{6}{2} = 3 \text{ moly}$$

1 mol libovolného plynu zaujímá za NP objem 22,4 dm³ \Rightarrow 3 moly vodíku H₂ budou zaujímat objem 3 · 22,4 = 67,2 dm³

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pracovní list – Chemické výpočty I

- 1) Vypočtete M_r !
 - a) $M_r(\text{H}_2\text{O})$
 - b) $M_r(\text{H}_2\text{SO}_4)$
 - c) $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$
 - d) $M_r(\text{Al}(\text{OH})_3)$
 - e) $M_r(\text{Mo}(\text{HSO}_4)_6)$
 - f) $M_r(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$
 - g) $M_r(\text{Ag}_2\text{O})$
 - h) $M_r(\text{HNO}_3)$
- 2) Objasněte pojmy !
 - a) látkové množství
 - b) mol
 - c) Avogadrova konstanta
 - d) normální molární objem plynu
 - e) molární hmotnost látky
 - f) relativní atomová hmotnost
 - g) relativní molekulová hmotnost
- 3) Rozhodněte, které z následujících údajů jsou uvedeny správně a které chybně. Rozhodnutí zdůvodněte !
 - a) $A_r(\text{N}) = 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - b) $A_r(\text{P}) = 31,0$
 - c) $M_r(\text{N}_2) = 28,0$
 - d) $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - e) $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - f) $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,1$
- 4) Která z následujících hmotnostních množství obsahují přibližně $\frac{N_A}{2}$ atomů či molekul ?
 - a) 6,0 g uhlíku C
 - b) 36,0 g destilované vody H_2O
 - c) 0,001 kg vodíku H_2
 - d) 16,0 g kyslíku O_2
 - e) 0,004 kg helia He
- 5) Rozhodněte, které z následujících hmotnostních množství plynů zaujímá za normálních podmínek objem 44,8 litru !
 - a) 4,04 g vodíku H_2
 - b) 17 g amoniaku NH_3
 - c) 0,088 kg oxidu uhličitého CO_2
 - d) 128 g oxidu siřičitého SO_2
- 6) Klidová atomová hmotnost neznámého prvku je $3,27068 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$. O který prvek se jedná ?
- 7) Vypočti skutečnou hmotnost jednoho atomu chloru !
- 8) Jakou hmotnost v gramech má $1,32 \cdot 10^{23}$ atomů rtuti ?
- 9) Jaké látkové množství představují 3 g plynného vodíku ? Jaký objem zaujme toto množství vodíku za normálních podmínek ?
- 10) Jakému látkovému množství odpovídá $12,046 \cdot 10^{23}$ atomů uhlíku ?



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 11) Vypočti hustotu chloru za normálních podmínek !
- 12) Jaký objem v litrech zaujímá $7 \cdot 10^{26}$ molekul chloru za normálních podmínek ?
- 13) Jaké látkové množství oxidu uhelnatého zaujme za normálních podmínek objem $0,11 \text{ dm}^3$? Jakou bude mít toto množství hmotnost ?
- 14) Jakou hmotnost má $2,25 \cdot 10^{22}$ atomů Cu ?
- 15) Jaká je hmotnost 100 000 000 molekul CO_2 ?
- 16) Určete, jakému látkovému množství odpovídá:
 - a) 54 g bóru
 - b) 120 g NaOH
 - c) 75,95 g FeSO_4
 - d) 1,85 kg NaOH
 - e) 39,5 kg KMnO_4 !
- 17) Vypočtete látkové množství CO_2 ve vzorku, který obsahuje $1,2 \cdot 10^{23}$ molekul této látky !
- 18) Jaký je počet částic obsažený v 88 g CO_2 ?
- 19) Jaký objem za NP zaujímá 1 kg kyslíku O_2 ?
- 20) Vypočtete hmotnost:
 - a) 10 molů H_2SO_4
 - b) 2 molů NaOH
 - c) 3 molů H_2
 - d) 2 molů $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$!
- 21) Jaká je hmotnost 112 dm^3 CO_2 za normálních podmínek ?
- 22) Vypočtete objem plynu, který za normálních podmínek zaujímá 0,25 molu jakékoliv plynné látky ?
- 23) Látkové množství butanu C_4H_{10} je 2 moly. Vypočtete:
 - a) objem butanu za normálních podmínek
 - b) hmotnost tohoto množství plynu !
- 24) Vypočtete molární hmotnost:
 - a) chloru Cl_2
 - b) síry S_8
 - c) oxidu měďného Cu_2O
- 25) Doplňte !
 - a) 1 mol SO_2 za normálních podmínek zaujímá objem dm^3 .
 - b) 1 mol SO_2 za normálních podmínek má hmotnost g.
 - b) 1 mol SO_2 za normálních podmínek obsahuje molekul SO_2 .
- 26) Vypočtete látkové množství síry ve vzorku látky o hmotnosti 12,8 g !
- 27) Jaký počet molekul CO_2 představuje 91,9 mol oxidu uhličitého ?
- 28) Určete látkové množství vápníku, které odpovídá 160,32 g tohoto prvku !



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výsledky:

- 6) Au
- 7) $5,887 \cdot 10^{-26}$ kg
- 8) 43,96 g
- 9) 1,5 mol; $33,4 \text{ dm}^3$
- 10) 2 moly
- 11) $3,17 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$
- 12) $26 \cdot 10^3 \text{ dm}^3$
- 13) $4,91 \cdot 10^{-3}$ molu; $1,37 \cdot 10^{-1}$ g
- 14) 2,37 g
- 15) $7,3 \cdot 10^{-15}$ g
- 16) a) 5 molů; b) 3 moly; c) 0,5 moly; d) 46,25 molu; e) 250 molů
- 17) 0,2 molu
- 18) $12,044 \cdot 10^{23}$
- 20) a) 980 g; b) 80 g; c) 6 g; d) 520 g
- 21) 120 g
- 22) $5,6 \text{ dm}^3$
- 23) a) $44,8 \text{ dm}^3$
- 25) a) 22,4; b) 64; c) $6,022 \cdot 10^{23}$
- 26) 0,4 molu
- 27) $5,535 \cdot 10^{25}$ molekul
- 28) 3,929 molu

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

VÝPOČTY Z CHEMICKÝCH VZORCŮ

Teorie

Z obecného chemického vzorce sloučeniny $A_xB_yC_z$ lze jednoduchým způsobem (přímou úměrou) vypočítat obsahy jednotlivých prvků (skupin, příp. iontů) **A**, **B**, **C** a vyjádřit je hmotnostních jednotkách případně procentech.

Vycházíme přitom z předpokladu, že 1 mol sloučeniny $A_xB_yC_z$ obsahuje **x** molů látky **A**, **y** molů látky **B** a **z** molů látky **C**.

Řešené příklady

Příklad 1.

Kolik olova Pb je obsaženo ve 478 g čistého PbS ?

Řešení:

Úlohu lze nejlépe řešit opět trojčlenkou:

239 g PbS (1 mol) obsahuje 207 g Pb
478 g PbS x g Pb

(hodnoty vyčteme z PSP – A_r a M_r)
(hledané hodnoty)
přímá úměra

$$\frac{239}{478} = \frac{207}{x}$$

$$x = \frac{207 \cdot 478}{239} = 207,2 = \underline{\underline{414 \text{ g Pb}}}$$

Příklad 2.

Vypočtete !

- Kolik gramů vápníku a kolik gramů kyslíku je obsaženo v 5 gramech CaCO_3 ?
- Jaký je procentový obsah uhlíku v CaCO_3 ?

Řešení:

Řešíme trojčlenkou:

a)

ve 100,09 g CaCO_3 (1 mol) je obsaženo 40,08 g Ca
v 5 g CaCO_3 x g Ca

$$\frac{100,09}{5} = \frac{40,08}{x}$$

$$x = \frac{40,08 \cdot 5}{100,09} = 2 \text{ g Ca}$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ve 100,09 g CaCO_3 (1 mol) je obsaženo 3.16,0 g O
v 5 g CaCO_3 x g O

$$\frac{100,09}{5} = \frac{3.16,0}{x}$$

$$x = \frac{3.16,0 \cdot 5}{100,09} = \underline{\underline{2,4 \text{ g O}}}$$

b)

100,09 g CaCO_3 (1 mol) 100 %
12,01 g C (1 mol) x %

$$\frac{100,09}{12,01} = \frac{100}{x}$$

$$x = \frac{100 \cdot 12,01}{100,09} = \underline{\underline{12 \text{ % C}}}$$

Příklad 3.

Kolik kilogramů kyslíku obsahuje vzorek oxidu železitého obsahující 10 kg železa ?

Řešení:

Oxid železitý má vzorec Fe_2O_3

Úlohu lze nejlépe řešit opět trojčlenkou:

159,7 g Fe_2O_3 (1 mol) obsahuje 111,7 g Fe (2 · 55,85 hodnoty vyčteme z PSP – A_r a M_r)
x kg Fe_2O_3 10 kg Fe

přímá úměra

$$\frac{159,7 \text{ g}}{x} = \frac{111,7 \text{ g}}{10 \text{ kg}}$$

$$x = \frac{10 \text{ kg} \cdot 159,7 \text{ g}}{111,7 \text{ g}} = 14,3 \text{ kg } \text{Fe}_2\text{O}_3$$

14,3 kg Fe_2O_3 obsahuje 10 kg Fe \Rightarrow Vzorek oxidu železitého obsahující 10 kg železa obsahuje
(14,3 – 10) = 4,3 kg kyslíku.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Teorie

Často se k výpočtům z chemických vzorců používá **hmotností zlomek**.

HMOTNOSTNÍ ZLOMEK $w(A)$ prvku A ve sloučenině S

- značí se w
- hmotnostní zlomek $w(A)$ prvku A ve sloučenině S je roven podílu hmotnosti $m(A)$ prvku A obsaženého ve sloučenině S a hmotnosti této sloučeniny $m(S)$
- slouží k vyjádření velikosti souboru základních částic
- je jednou ze 7 základních veličin mezinárodní soustavy veličin a jednotek SI
- lze jím porovnávat množství dvou nebo více látek
- lze jej vyjádřit vztahem

$$w(A) = \frac{m(A)}{m(S)} = \frac{n(A) \cdot M(A)}{n(S) \cdot M(S)}$$

$$; w(A) \in \langle 0;1 \rangle$$

$$w(A) \cdot 100 = \text{hmotnostní } \%$$

Poznámka:***

Hmotnostní zlomek $w(A)$ prvku A ve sloučenině A_xB_y

$$w(A) = \frac{m(A)}{m} = \frac{x \cdot A_r(A)}{M_r(A_xB_y)} = \frac{n \cdot x \cdot m(A)}{n \cdot M(A_xB_y)}$$

$$\frac{w(A)}{w(B)} = \frac{m(A)}{m(B)} = \frac{x}{y} \cdot \frac{M(A)}{M(B)} = \frac{x}{y} \cdot \frac{M_r(A)}{M_r(B)}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{n(A)}{n(B)} = \frac{m(A) \cdot M(B)}{m(B) \cdot M(A)} = \frac{w(A) \cdot M(B)}{w(B) \cdot M(A)}$$

místo M a M_r lze u atomů uvádět A_r

Řešené příklady

Příklad 5.

Vypočítejte hmotnostní zlomek kyslíku v oxidu uhličitém !

Řešení:

$$A_r(O) = 16$$

$$M_r(\text{CO}_2) = 44$$

(hodnoty vyčteme z PSP)

$$w(O) = \frac{2 \cdot 16}{44} = \underline{\underline{0,727}} \Rightarrow 72,7 \%$$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad 6.

Kolik gramů železa je obsaženo ve 100 g oxidu železitého ?

Řešení:

Lze řešit trojčlenkou (viz podobné příklady výše) resp. vzorcem pro hmotnostní zlomek:

$$A_r(\text{Fe}) = 55,85$$

$$M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,7$$

(hodnoty vyčteme z PSP)

$$w(\text{Fe}) = \frac{2 \cdot 55,85}{159,7} = 0,6994 \Rightarrow 69,94 \%$$

Ve 100 g Fe_2O_3 je obsaženo $100 \text{ g} \cdot 0,6994 = \underline{\underline{69,94 \text{ g Fe}}}$

Teorie

Výpočet empirického a molekulového vzorce***

Empirický vzorec – udává složení sloučeniny (z kterých prvků a v jakém poměru jsou atomy těchto prvků ve sloučenině zastoupeny).

Molekulový vzorec – udává skutečný počet atomů a jejich druh v molekule sloučeniny (může být totožný se stechiometrickým nebo je jeho celistvým násobkem)

Stechiometrický vzorec	Molekulový vzorec
NaCl	NaCl
H ₂ O	H ₂ O
NO ₂	N ₂ O ₄
HO	H ₂ O ₂
CH	C ₆ H ₆

Postup:

- 1) chemická analýza určí množství jednotlivých prvků ve sloučenině (v hmotnostních procentech)
- 2) je-li sloučenina tvořena prvky A, B, C, má empirický vzorec $A_xB_yC_z$; x, y, z jsou celá čísla
- 3) počet látkových množství (molů) prvků ve sloučenině ($x':y':z'$) je dán vztahem

$$x' : y' : z' = \frac{p_A}{A_r(A)} : \frac{p_B}{A_r(B)} : \frac{p_C}{A_r(C)}$$

p_A, p_B, p_C obsah dané látky v hmotnostních procentech

A_r relativní atomové hmotnosti prvků

- 4) získaný poměr $x':y':z'$ upravíme vydělením nejmenším číslem poměru a získáme poměr nejmenších celých čísel $x:y:z$
- 5) máme-li určit molekulový vzorec sloučeniny, musíme znát M_r sloučeniny

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad 7.***

Zkoumaná látka má složení: 82,80 % C a 17,20 % H. Fyzikálně chemickými metodami byla stanovena relativní molekulová hmotnost této látky $M_r = 58$. Určete empirický a molekulový vzorec této sloučeniny !

Řešení:

$$x' : y' = \frac{P_C}{A_r(C)} : \frac{P_H}{A_r(H)} = \frac{82,80}{12} : \frac{17,20}{1} = 6,9 : 17,20$$

$$x : y = 1 : 2,5 = 2 : 5$$

Empirický vzorec: C_2H_5 , jeho $M_r = 29$

Molekulový vzorec: $\frac{58}{29} = 2$, tj. $(C_2H_5) \cdot 2 = \underline{C_4H_{10}}$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pracovní list – Výpočty z chemických vzorců

- 1) Kolik gramů dusíku, vodíku, síry a kyslíku je obsaženo v 264,32 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$?
- 2) Kolik kilogramů Na je obsaženo v 861 kg Na_2S ?
- 3) Kolik gramů krystalové vody obsahuje 13 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$?
- 4) Kolik gramů bezvodého síranu měďnatého obsahuje 17,0 g jeho pentahydrátu o čistotě 91 % ?
- 5) Kolik procent dusíku obsahuje:
 - a) dusičnan sodný (chilský ledek)
 - b) dusičnan vápenatý (norský ledek)
- 6) Kolik procent krystalové vody je obsaženo v $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$?
- 7) Kolik kilogramů cínu, železa a hliníku lze teoreticky získat z:
 - a) 50 kg SnO_2
 - b) 40 kg Fe_2O_3
 - c) 27 kg Al_2O_3
- 8) Vypočítejte hmotnostní zlomek hliníku Al v Al_2O_3 !
- 9) Vypočítejte hmotnost dusíku N ve 3 tunách amoniaku NH_3 !
- 10) Vypočítejte hmotnostní zlomek:
 - a) vodíku H ve vodě H_2O
 - b) cínu Sn v oxidu cínčitěm SnO_2
 - c) mědi Cu a vody H_2O v pentahydrátu síranu měďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$!
- 11) Vypočítejte hmotnostní zlomky složení MgCO_3 !
- 12) Vypočítejte hmotnostní zlomek Ag v AgBr !
- 13) 40 vagónů veze náklad rudy. Každý vagón obsahuje 20 t rudy, která obsahuje 70 % Fe_2O_3 . Vypočítejte hmotnost a hmotnostní zlomek čistého Fe přepravovaného v nákladu.
- 14) Železná ruda obsahuje 90 % Fe_3O_4 . Vypočítejte:
 - a) kolik Fe obsahuje 1 t rudy
 - b) jakou hmotnost má ruda, která obsahuje 1 t Fe !
- 15) Vypočítejte hmotnost vápníku a fosforu ve fosforečnanu vápenatém, jehož hmotnost je 100 g !
- 16) Kolik hmotnostních procent vodíku obsahuje ethanol ?
- 17) Kolik gramů vody obsahuje skalice modrá o hmotnosti 123 g ?
- 18) Úbytek hmotnosti při zahřívání hydratovaného síranu vápenatého $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ o hmotnosti 10 g činil 2,1 g. Jaká je hmotnost dehydratovaného síranu a jaký je empirický vzorec hydrátu ?
- 19) *** Analýzou minerálu bylo zjištěno jeho složení a vyjádřeno v hmotnostních procentech: 79,9 % Cu a 20,1 % S. Určete empirický vzorec sloučeniny a její název !
- 20) *** Analýzou bylo vypočteno, že látka obsahuje 14,0 % sodíku, 19,5 % síry, 39,0 % kyslíku a 27,5 % hydratované vody. Určete empirický vzorec !

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 21) *** Spálením 0,162 g organické látky obsahující S, H, O vzniklo 0,235 g oxidu uhličitého a 0,112 g vody. Určete empirický vzorec sloučeniny !
- 22) *** 500 cm³ plynného uhlovodíku (měřeno za NP) má hmotnost 0,581 g. Uhlovodík obsahuje 92,24 % uhlíku a 7,76 % vodíku. Vypočtete jeho molekulový vzorec !
- 23) *** Analýzou sloučeniny bylo zjištěno její složení ve hmotnostních procentech: 70,48 % rtuti, 8,44 % uhlíku, 9,84 % dusíku a 11,24 % kyslíku. Jaký stechiometrický (empirický) vzorec má tato sloučenina?
- 24) *** Analýzou 0,9534 g černohnědé sloučeniny bylo zjištěno, že obsahuje 0,8644 g olova a 0,0890 g kyslíku. Vypočtete:
a) hmotnostní zlomky obou prvků ve sloučenině
b) empirický vzorec sloučeniny !
- 25) Po analýze minerálu o hmotnosti 0,8000 g bylo zjištěno, že obsahuje 0,63 g cínu a zbytek odpovídá obsahu kyslíku. Vypočtete procentový obsah prvků a zjistěte empirický vzorec daného minerálu !

Výsledky:

- 1) 56,04 g dusíku; 16,16 g vodíku; 64,12 g síry; 128 g kyslíku
- 2) 507,38 kg
- 3) 6,65 g
- 4) 9,89 g
- 5) a) 16,48 %; b) 17,07 %
- 6) 36,08%
- 8) 0,53
- 9) 2,47 t
- 10) a) 0,112; b) 0,79; c) 0,3608
- 11) $w(\text{Mg}) = 0,289$; $w(\text{O}) = 0,569$; $w(\text{C}) = 0,142$
- 12) 0,58
- 13) 392 t Fe; $w(\text{Fe}) = 0,49$
- 14) a) 651 kg; b) 1535 kg
- 16) 0,13
- 17) 44,4 g
- 18) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- 19) Cu_2S ; sulfid měďný
- 20) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (pentahydrát peroxodisíranu sodného)
- 21) $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_3$
- 22) C_2H_2
- 23) $\text{C}_2\text{N}_2\text{O}_2\text{Hg}$
- 24) a) $w(\text{Pb}) = 0,9066$; $w(\text{O}) = 0,0934$; b) Pb_3O_4
- 25) 78,8%; 21,2%; SnO_2

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

VÝPOČTY Z CHEMICKÝCH ROVNIC

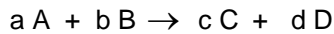
Teorie

Základní pravidla pro výpočty z chemických rovnic:

- 1) chemickou reakci vyjádříme správně vyčíslenou chemickou rovnicí
- 2) zapíšeme molární hmotnosti u látek, které souvisí s řešením
- 3) patřičné údaje sestavíme do úměry, kterou vyřešíme

Pamatuj !!!

Poměry látkových množství vzájemně reagujících látek jsou rovny poměrů příslušných stechiometrických koeficientů v rovnici chemické reakce.



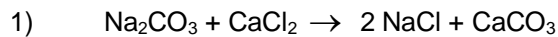
$$\frac{n(B)}{n(A)} = \frac{b}{a}; \quad \frac{n(C)}{n(D)} = \frac{c}{d}; \quad \frac{n(A)}{n(C)} = \frac{a}{c} \quad \text{apod.}$$

Řešené příklady

Příklad 1.

Jaké množství uhličitanu sodného a chloridu vápenatého je třeba k získání 200 g uhličitanu vápenatého ?

Řešení:



$$2) \quad M_r \quad 105,99 \quad 110,99 \quad \quad \quad 100,99$$

3)

$$\begin{array}{l} 105,99 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \dots\dots\dots 100,99 \text{ g CaCO}_3 \\ x \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \dots\dots\dots 200 \text{ g CaCO}_3 \\ \hline \end{array}$$

přímá úměra

$$\frac{105,99}{x} = \frac{100,99}{200}$$

$$x = \frac{105,99 \cdot 200}{100,99} = \underline{\underline{209,90 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}}$$

$$\begin{array}{l} 110,99 \text{ g CaCl}_2 \dots\dots\dots 100,99 \text{ g CaCO}_3 \\ x \text{ g CaCl}_2 \dots\dots\dots 200 \text{ g CaCO}_3 \\ \hline \end{array}$$

přímá úměra

$$\frac{110,99}{x} = \frac{100,99}{200}$$

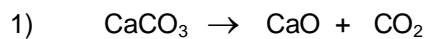
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$$x = \frac{110,99 \cdot 200}{100,99} = \underline{\underline{219,80 \text{ g } CaCl_2}}$$

Příklad 2.

Kolik tun páleného vápna vznikne tepelným rozkladem 50 tun vápence? Čistota vápence je 90 %.

Řešení:



2) M_r 100,09 56,08

3)

50 t $CaCO_3$	100 %
x t $CaCO_3$	90 %

přímá úměra

$$x = \frac{90 \cdot 50}{100} = 45 \text{ t}$$

100,09 t $CaCO_3$		56,08 t CaO	
45 t $CaCO_3$		x t CaO	

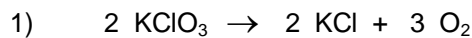
přímá úměra

$$x = \frac{45 \cdot 56,08}{100,09} = \underline{\underline{25,2 \text{ t } CaO}}$$

Příklad 3.

Kolik gramů chlorečnanu draselného je třeba rozložit, aby se získalo 100 litrů kyslíku (měřeno za normálních podmínek) ?

Řešení:



2) M_r 2. 122,55

3)

1 mol libovolného plynu zaujímá za NP objem 22,4 litru !

2 . 122,55 g $KClO_3$		3 . 22,4 litrů O_2	
x g $KClO_3$		100 litrů O_2	

přímá úměra

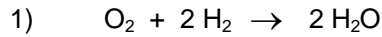
$$x = \frac{100 \cdot 2 \cdot 122,55}{3 \cdot 22,4} = \underline{\underline{364,7 \text{ g } KClO_3}}$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad 4.

Vypočtete hmotnost kyslíku, který beze zbytku zreaguje s 2,656 g vodíku, a hmotnost vody, která při reakci vznikne !

Řešení:



2) M_r 32 2 · 2 2 · 18

3)

2 · 2 g H ₂	32 g O ₂
2,656 g H ₂	x g O ₂

přímá úměra

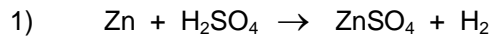
$$x = \frac{2,656 \cdot 32}{2 \cdot 2} = \underline{\underline{21,25 \text{ g } O_2}}$$

Protože platí zákon zachování hmotnosti: **Součet hmotností všech reaktantů se rovná součtu hmotností všech produktů.** $\Rightarrow (21,25 \text{ g } O_2 + 2,656 \text{ g } H_2) = \underline{\underline{23,90 \text{ g } H_2O}}$

Příklad 5.

Vypočtete hmotnost zinku, kterého je třeba k přípravě 483 g síranu zinečnatého !

Řešení:



2) M_r 65,4 162

3)

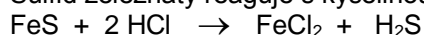
65,4 g Zn	162 g ZnSO ₄
x g Zn	483 g ZnSO ₄

přímá úměra

$$x = \frac{483 \cdot 65,4}{162} = \underline{\underline{195 \text{ g } Zn}}$$

Příklad 6*.**

Sulfid železnatý reaguje s kyselinou chlorovodíkovou podle reakce:



a) Kolik gramů chloridu železnatého vznikne reakcí 250 g sulfidu železnatého ?

b) Jaká bude spotřeba v mililitrech 37 % kyseliny chlorovodíkové ?

Hustota 37 % HCl je 1,183 g.ml⁻¹

Řešení:



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$$2) M_r \quad 87,91 \quad 2 \cdot 36,46 \quad 126,75$$

3)

a)

$$\begin{array}{l} \text{z } 87,91 \text{ g FeS vznikne } \dots\dots\dots 126,75 \text{ g FeCl}_2 \\ \text{z } 250 \text{ g FeS } \dots\dots\dots x \quad \text{g FeCl}_2 \end{array}$$

přímá úměra

$$x = \frac{250 \cdot 126,75}{87,91} = \underline{\underline{360,45 \text{ g FeCl}_2}}$$

b)

$$\begin{array}{l} \text{z } 2 \cdot 36,46 \text{ g HCl (100 \%)} \dots\dots\dots 126,75 \text{ g FeCl}_2 \\ \text{z } x \quad \text{g HCl} \dots\dots\dots 360,45 \text{ g FeCl}_2 \end{array}$$

přímá úměra

$$x = \frac{360,45 \cdot 2 \cdot 36,46}{126,75} = 207,37 \text{ g HCl (100\%)}$$

Spotřebu 37 % HCl vypočítáme **nepřímou úměrou** (čím vyšší koncentrace kyseliny, tím je ji k reakci potřeba menší množství)

$$\begin{array}{l} 100 \% \text{ HCl } \dots\dots\dots 207,37 \text{ g} \\ 37 \% \text{ HCl } \dots\dots\dots x \quad \text{g} \end{array}$$

$$\frac{100}{37} = \frac{x}{207,37}$$

$$x = \frac{100 \cdot 207,37}{37} = \underline{\underline{560,46 \text{ g HCl}}}$$

Objem kyseliny určíme ze vztahu:

$$m = \rho \cdot V \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

$$V(37\% \text{ HCl}) = \frac{560,46}{1,183} = \underline{\underline{473,76 \text{ ml HCl (37\%)}}}$$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pracovní list – Výpočty z chemických rovnic

- 1) Uhlí obsahuje síru ve formě minerálu pyritu FeS_2 . Při spalování pyritu vzniká oxid siřičitý a železitý. Vypočtete hmotnost SO_2 , kterým se zamoří ovzduší spálením 1 tuny uhlí, obsahující 2,5 hm. % pyritu!
 $4 \text{FeS}_2 + 11 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{SO}_2 + 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$
- 2) Kolik gramů NH_4NO_3 se termicky rozloží za vzniku 5 litrů N_2O ? Jaké je v molech a gramech množství vzniklého oxidu ? (měřeno za normálních podmínek)
 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- 3) Jaký objem CO_2 (měřeno za NP) vznikne rozkladem 125 g CaCO_3 , který obsahuje 10 % nečistot ?
- 4) Kolik kg oxidu uhelnatého lze vyrobit ze 100 m³ (měřeno za NP) oxidu uhličitého podle rovnice:
 $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{CO}$,
jestliže při daných technologických podmínkách reakce probíhá z 80 % ?
- 5) Elementární chlor reaguje v horkém vodném roztoku KOH podle schématu:
 $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Určete látkové množství chloru, které je teoreticky potřeba k získání 10 g KClO_3 !
- 6) Při zvýšené teplotě reaguje oxid nikelnatý s amoniakem podle schématu:
 $\text{NiO} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{Ni} + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$
Jestliže reakci podle 1,7 g NH_3 , kolik vzniklo gramů dusíku ?
- 7) Rozpuštění zinku v kyselině solné je vyjádřeno schématem:
 $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
Vypočtete hmotnost vzniklého ZnCl_2 a hmotnost spotřebovaného chlorovodíku, jestliže reakcí provedou v mikroaparatuře vzniklo 4,48 cm³ (měřeno za NP) vodíku !
- 8) Vypočti hmotnost železných pilin a síry, jichž je třeba k výrobě 880 kg sulfidu železnatého FeS .
Reakce probíhá podle rovnice:
 $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$
- 9) Vypočti hmotnost vodíku a dusíku, které se sloučí při výrobě 2,0 kg amoniaku NH_3 . Reakce probíhá podle rovnice:
 $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$
- 10) Kolik gramů je železa je třeba, aby se z roztoku $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ vytěsnilo 5 g mědi ?
- 11) Kolik litrů vodíku vznikne reakcí 10 g zinku s kyselinou chlorovodíkovou ?
- 12) Kolik gramů bromu se uvolní, působí-li chlor na 0,5 g roztoku bromidu hořečnatého ?
- 13) Kolik gramů kyseliny dusičné se dá připravit v laboratoři zahříváním 170 g dusičnanu sodného s koncentrovanou kyselinou sírovou ?
- 14) Kolik mědi vytěsni železo ze 100 g 5 % roztoku síranu měďnatého ?
- 15) Kolik hydroxidu sodného vznikne reakcí 5 g sodíku s vodou ?
- 16) Z kolika tun vápence se získá 1 tuna páleného vápna ?
- 17) Kolik gramů a litrů oxidu siřičitého vznikne shořením 4 g síry ?

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 18) Červená ruda měděná – kuprit (oxid měďný) obsahuje 36 % hlušiny. Kolik kilogramů mědi se vyrobí ze 2,5 tuny této rudy ?
- 19) Kolik stříbra se vyrobí z 1 tuny argentitu (sulfid stříbrný), neobsahuje-li žádnou hlušinu ?
- 20) Kolik litrů kyslíku vznikne elektrolýzou 4,5 g vody ?
- 21) Kolik gramů NaOH vznikne hydrolyzou 26,5 g uhličitanu sodného ?
- 22) Kolik litrů sulfanu vznikne, působíme-li kyselinou chlorovodíkovou na 10 g sulfidu železnatého ?
- 23) Kolik gramů NaOH je třeba na neutralizaci 315 g 20 % kyseliny dusičné ?
- 24) Kolik ml 21 % amoniaku je třeba na přípravu 40,4 g dusičnanu amonného neutralizací kyselinou dusičnou ? Hustota 21 % NH_3 je $0,9224 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- 25) Ověřte výpočtem, zda následující tvrzení je správné:
- vodík, který vznikne reakcí 1 g Zn s kyselinou sírovou má stejnou hmotnost jako vodík vzniklý reakcí 1 g zinku s kyselinou chlorovodíkovou
 - vodík, který vznikne reakcí 1 g Zn s kyselinou chlorovodíkovou má stejnou hmotnost jako vodík, který vznikne reakcí 1 g hliníku s kyselinou chlorovodíkovou
- 26) Kolik gramů NaCl potřebujeme na přípravu 14,3 g AgCl srážením roztoku NaCl dusičnanem stříbrným?
 $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$
- 27) Určete hmotnost síry teoreticky potřebné k výrobě 20 t SO_3 !
 $\text{S} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$
- 28) Vypočti hmotnost O_2 nutného k oxidaci 1,828 g H_2 a hmotnost H_2O vzniklého touto reakcí !
 $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
- 29) Vypočtete látkové množství dusíku, které zreaguje s 24 moly vodíku na amoniak a látkové množství amoniaku, který přitom vznikne !
- 30) Jaké je látkové množství a hmotnost zinku a chlorovodíku, potřebného k přípravě chloridu zinečnatého o hmotnosti 50 g?
- 31) Vypočtete hmotnost železa a síry, které se musí sloučit, abychom získali sulfid zinečnatý o hmotnosti 0,66 g !
- 32) Kolik ml 96 % H_2SO_4 o hustotě $1,84 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ by bylo možné připravit dokonalým vypražením 100 g sfaleritu (ZnS) a dokonalým zachycením SO_2 ?
 $\text{ZnS} + 3 \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + 2 \text{SO}_2$
- 33) Esterifikací jsme připravili ethylester kyseliny octové. Vypočtete hmotnost kyseliny octové, která se spotřebovala při vzniku 5 g ethylesteru kyseliny octové !
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
- :

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výsledky:

- 1) 26,69 kg
- 2) 17,86 g; 0,223 mol; 9,82 g oxidu
- 3) 25,2 dm³
- 4) 400 kg
- 5) 2,45 · 10⁻¹ molu
- 6) 1,40 g
- 7) m(HCl) = 1,46 · 10⁻² g; m(ZnCl₂) = 2,72 · 10⁻² g
- 8) m(Fe) = 559 kg; m(S) = 321 kg
- 9) m(N) = 1,65 kg; m(H) = 0,35 kg
- 10) 4,39 g
- 11) 3,43 l
- 12) 0,434 g
- 13) 126,02 g
- 14) 2 g
- 15) 8,69 g
- 16) 1,785 t
- 17) 7,99 g; 2,795 l
- 18) 1421,1 kg
- 19) 870,62 kg
- 20) 2,8 l
- 21) 10 g NaOH
- 22) 3,87 g H₂S; 2,54 l H₂S
- 23) 40g
- 24) 44,38 ml
- 25) a) ano; b) ne
- 26) 5,85 g NaCl
- 27) 8,01 t
- 28) 14,51 g; 16,34 g
- 29) 8 molů; 16 molů
- 30) 0,367 molu; m(Zn) = 23,99 g; m(HCl) = 26,89 g
- 31) m(Fe) = 0,42 g; m(S) = 0,24 g
- 32) 57 ml
- 33) 3,41 g