

**Podklady na prijímacie skúšky LF UK Bratislava
2025**

CHÉMIA

Riešenie príkladových otázok č. 258 – 357

Ukážka riešenia 3 výpočtových otázok



A.M.L (Akadémia Michala Lazora)

2025

www.amlsk.com

Príklad 267

Vypočítajte, v akom množstve vody treba rozpustiť 100 g dekahydrátu uhličitanu sodného, aby pri teplote 20°C vznikol nasýtený roztok. Rozpustnosť uhličitanu sodného pri teplote 20°C je 18 g v 100 g roztoku. $A_r(H) = 1$; $A_r(C) = 12$; $A_r(O) = 16$; $A_r(Na) = 23$:

Riešenie

Princíp: Operácie s roztokmi: Príprava roztokov

Postup:

V tomto príklade ide o klasický príklad prípravy roztoku z vody a rozpustenej tuhej látky. Tuhá látka je však vo forme kryštalohydrátu, čo nám umožňuje, aby sme sa na ňu pozerali ako na tuhý roztok t.j. zmes bezvodnej soli a vody. Dekahydrát uhličitanu sodného má vzorec $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, čo znamená, že v jednej jeho molekule sa viaže 10 molekúl vody. Preto aj symbolické označenie bude iné ako sme mali doteraz pri výpočtoch s roztokmi. Symbolom „A“ si označíme bezvodnú soľ t.j. Na_2CO_3 a symbolom „B“ vodu. A teda:

A – Na_2CO_3

B – H_2O

Známe údaje:

$m_1 = 100$ g – hmotnosť dekahydrátu uhličitanu sodného $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

$s_3 (20^\circ C) = 18$ g Na_2CO_3 v 100 g roztoku – rozpustnosť Na_2CO_3 v roztoku pri teplote 20°C

$A_r(H) = 1$; $A_r(C) = 12$; $A_r(O) = 16$; $A_r(Na) = 23$ – relatívne atómové hmotnosti prvkov

Riešenie problému prípravy dvojzložkových roztokov sa získa tak, že sa zostaví celková materiálová bilancia systému a materiálová bilancia zložky „A“. Jednoducho povedané, hmotnosť vstupujúcich roztokov sa rovná hmotnosti celkového vystupujúceho roztoku. Rovnaká rovnosť platí aj pre zložku „A“. Zariadenie, v ktorom prebieha príprava roztoku si môžeme formálne označiť ako miešač. Aby sme mohli príklad vyriešiť, musíme mať postačujúce informácie o zložení jednotlivých prúdov. V zadaní príkladu však máme iba informácie o rozpustnosti Na_2CO_3 v jeho roztoku resp. relatívne atómové hmotnosti jednotlivých prvkov. Poďme sa preto pozrieť na jednotlivé prúdy. Nech 1. vstupujúcim prúdom do miešača je daný kryštalohydrát t.j. $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$. Ako som už spomínal, na kryštalohydrát sa môžeme pozrieť ako na tuhý vodný roztok. Ako však vypočítať obsah „A“ teda Na_2CO_3 v kryštalohydráte? Veľmi jednoducho. Podelíme mólovú hmotnosť „A“ mólovou hmotnosťou celého kryštalohydrátu. Nebudem vysvetľovať prečo, poviem len toľko, že tento vzorec v podstate hovorí o tom istom ako definícia hmotnostného zlomku a teda, že je to podiel hmotnosti zložky a hmotnosti celého roztoku. Pre hmotnostný zlomok Na_2CO_3 v $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ teda môžeme napísať vzťah I.

$$w_1 = \frac{M_A}{M_A + 10 \cdot M_B} \quad (I)$$

Najskôr však musíme vypočítať M_A a M_B z relatívnych atómových hmotností ich prvkov (II a III) a následne dosadiť tieto hodnoty do vzťahu I.

$$M_A = 2 \cdot A_r(Na) + A_r(C) + 3 \cdot A_r(O) = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (II)$$

$$M_B = 2 \cdot A_r(H) + A_r(O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (III)$$

$$w_1 = \frac{106}{106 + 10 \cdot 18} = \frac{106}{106 + 180} = 0,3706 \quad (IV)$$

Druhým vstupujúcim prúdom do miešača je čistá voda. Preto obsah „A“ v tomto prúde je 0.

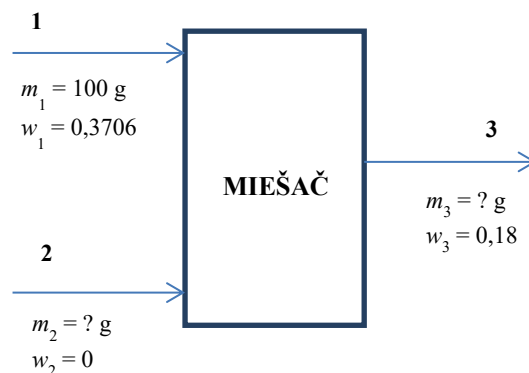
A teda platí: $w_2 = 0$. Viac prúdov do miešača nevstupuje. Z miešača vystupuje len jeden prúd a to nasýtený roztok, ktorého zloženie poznáme iba nepriamo, cez rozpustnosť „A“. V zadaní príkladu je uvedená informácia, že rozpustnosť „A“ v 100 g jeho roztoku je 18 g. Máme teda informáciu o hmotnosti „A“ a hmotnosti celého roztoku. Čo je podiel hmotnosti zložky a hmotnosť celého roztoku? Hmotnostný zlomok zložky! Túto skutočnosť môžeme preto napísať ako:

$$w_3 = \frac{18 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0,18 \quad (\text{V})$$

Keď už máme špecifikované prúdy, je účelné si to graficky znázorniť pomocou prúdovej schémy.

Prúdová schéma:

- 1 – vstupujúci kryštalohydrát
- 2 – vstupujúca voda
- 3 – vystupujúci nasýtený roztok „A“ pri 20°C



Následne si zostavíme potrebné rovnice, t.j. materiálové bilancie.

Materiálová bilancia systému a zložky A:

Celková materiálová bilancia systému: $m_1 + m_2 = m_3$ (VI)

Materiálová bilancia zložky „A“: $m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = m_3 \cdot w_3$ (VII)

Po dosadení známych údajov do rovníc VI a VII dostaneme VIII a IX:

$$100 + m_2 = m_3 \quad (\text{VIII})$$

$$100 \cdot 0,3706 + m_2 \cdot 0 = m_3 \cdot 0,18 \Rightarrow m_3 = \frac{100 \cdot 0,3706}{0,18} = \frac{37,06}{0,18} = 205,9 \text{ g} \quad (\text{IX})$$

Z rovnice VIII potom malou úpravou dostaneme požadovanú hmotnosť vody „ m_2 “.

$$100 + m_2 = 205,9 \Rightarrow m_2 = 205,9 - 100 = 105,9 \text{ g} \quad (\text{X})$$

Súhrnné výsledky:

$m_2 = 105,9 \text{ g}$ – hmotnosť vody potrebnej na prípravu roztoku

Správne odpovede v testoch sú označené tučným písmom:

- a. 52,8 g
- b. 76,9 g
- c. 98,8 g
- d. 105,9 g**
- e. 122,8 g
- f. 134,6 g
- g. 155,9 g
- h. 64,6 g

Príklad 317

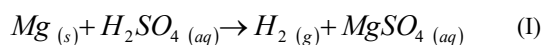
Rozpúšťaním horčíka v kyseline sírovej vzniklo 36 g síranu horečnatého. Vypočítajte, koľko horčíka a 80 % - nej (w %) kyseliny sírovej sme potrebovali na jeho prípravu. Koľko vodíka vzniklo pri reakcii? $A_r(\text{Mg}) = 24$; $M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$; $M_r(\text{MgSO}_4) = 120$:

Riešenie

Princíp: Výpočty z chemických rovníc

Postup:

Horčík ako neušľachtilý kov (v elektrochemickom rade napätia kovov je naľavo od vodíka) reaguje s kyselinou sírovou za vzniku síranu horečnatého a vodíka, čo možno vyjadriť rovnicou I.



Poznámka: Niekedy je dôležité v chemickej rovnici definovať stav v akom sa nachádzajú reagujúce resp., vznikajúce látky. Potrebne je to najmä pri výpočtoch z chemických rovníc.

Uvediem zoznam najdôležitejších označení:

s – tuhá látka

l – kvapalná látka

g – plynná látka

aq – vodný roztok

Pre lepšiu prehľadnosť, jednoduchosť a efektivitu výpočtu je účelné si jednotlivé zlúčeniny zúčastňujúce sa chemickej reakcie označiť symbolmi. Napríklad veľkými písmenami latinskej abecedy (A,B,C, ...).V našom prípade nech bude označenie nasledujúce:

A - Mg (horčík)

B - H_2SO_4 (kyselina sírová)

C - H_2 (vodík)

D - MgSO_4 (síran horečnatý)

Známe údaje:

$m(\text{D}) = 36 \text{ g}$ – hmotnosť vzniknutého síranu horečnatého

$w(\text{B} \%) = 80 \%$ $\Rightarrow w(\text{B}) = 0,8$ – hmotnostný zlomok H_2SO_4 vo svojom roztoku

$A_r(\text{Mg}) = 24$; $M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$; $M_r(\text{MgSO}_4) = 120$ – relatívne atómové (molekulové) hmotnosti

Treba vypočítať:

Podľa odpovedí ponúkaných na konci tohto testového príkladu treba vypočítať nasledujúce veličiny

$m(\text{C}) = ? \text{ g}$ – hmotnosť vodíka

$V(\text{C}) = ? \text{ l}$ – objem vodíka

$n(\text{A}) = ? \text{ mol}$ – látkové množstvo horčíka

$m(\text{A}) = ? \text{ g}$ – hmotnosť horčíka

$m(\text{B } 80 \%) = ? \text{ g}$ – hmotnosť 80 % - ného roztoku H_2SO_4

Ako budeme pri výpočte postupovať ? Zo známych údajov. Poznáme hmotnosť síranu horečnatého $m(\text{D})$ a jeho mólovú (relatívnu molekulovú) hmotnosť $M(\text{D})$, čo nám umožňuje vypočítať jeho látkové množstvo $n(\text{D})$ (II).

$$n(D) = \frac{m(D)}{M(D)} = \frac{36 \text{ g}}{120 \text{ g/mol}} = 0,3 \text{ mol} \quad (\text{II})$$

Pri výpočtoch z chemických rovníc pamätajte na jednu základnú vec.

Pomer látkových množstiev látok zúčastnených na chemickej reakcii je rovnaký ako je pomer ich absolútnych hodnôt stechiometrických koeficientov !!!

Ak vychádzame z tejto kľúčovej informácie, môžeme si v ďalšom kroku skrze látkové množstvo vzniknutého síranu horečnatého vypočítať látkové množstvá vodíka, horčíka a kyseliny sírovej a následne ich hmotnosti resp. objem (H_2).

Vodík:

$$\text{Látkové množstvo vodíka } n(\text{C}) : \frac{n(\text{C})}{n(\text{D})} = \frac{1}{1} \Rightarrow n(\text{C}) = n(\text{D}) = 0,3 \text{ mol} = 0,3 \text{ mol} \quad (\text{III})$$

$$\begin{aligned} \text{Hmotnosť vodíka } m(\text{C}) : m(\text{C}) &= M(\text{C}) \cdot n(\text{C}) = 2 \text{ g/mol} \cdot 0,3 \text{ mol} = 0,6 \text{ g} \quad (\text{IV}) \\ M(\text{C}) &= 2 \cdot A_r(\text{H}) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Objem vodíka $V(\text{C})$ za normálnych podmienok vypočítame podľa rovnice V, ktorá dáva do súvislosti látkové množstvo plynnej látky a jej objem vztiahnutý na normálne podmienky. A aké sú normálne podmienky? Tlak $P = 101\,325 \text{ Pa}$, teplota $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V(\text{C}) = V_{mn} \cdot n(\text{C}) \quad (\text{V})$$

Veličina V_{mn} sa nazýva normálny mólový objem a má hodnotu **22,41 l/mol**.

Inak povedané, 1 mol ľubovoľného plynu, ktorý sa správa stavovo ideálne zaberá za normálnych podmienok rovnaký objem a to 22,41 l !!!

Po dosadení hodnoty V_{mn} a $n(\text{C})$ do rovnice V dostaneme objem vodíka vzniknutý za normálnych podmienok .

$$\text{Objem vodíka } V(\text{C}) : V(\text{C}) = V_{mn} \cdot n(\text{C}) = 22,41 \text{ l/mol} \cdot 0,3 \text{ mol} = 6,723 \text{ l} \quad (\text{VI})$$

Horčík

$$\text{Látkové množstvo horčíka } n(\text{A}) : \frac{n(\text{A})}{n(\text{D})} = \frac{1}{1} = 1 \Rightarrow n(\text{A}) = n(\text{D}) = 0,3 \text{ mol} \quad (\text{VII})$$

$$\text{Hmotnosť horčíka } m(\text{A}) : m(\text{A}) = M(\text{A}) \cdot n(\text{A}) = 24 \text{ g/mol} \cdot 0,3 \text{ mol} = 7,2 \text{ g} \quad (\text{VIII})$$

Kyselina sírová

$$\text{Látkové množstvo kyseliny sírovej } n(\text{B}) : \frac{n(\text{B})}{n(\text{D})} = \frac{1}{1} = 1 \Rightarrow n(\text{B}) = n(\text{D}) = 0,3 \text{ mol} \quad (\text{IX})$$

$$\text{Hmotnosť 100 \% - nej kyseliny sírovej } m(\text{B}) : m(\text{B}) = M(\text{B}) \cdot n(\text{B}) = 98 \text{ g/mol} \cdot 0,3 \text{ mol} = 29,4 \text{ g} \quad (\text{X})$$

$$\text{Hmotnosť 80 \% - nej kyseliny sírovej } m(\text{B } 80\%) : m(\text{B } 80\%) = \frac{m(\text{B})}{w(\text{B})} = \frac{29,4 \text{ g}}{0,8} = 36,75 \text{ g} \quad (\text{XI})$$

Súhrnné výsledky:

m(C) = 0,6 g – hmotnosť vodíka

V(C) = 6,72 l (dm³) – objem vodíka

n(A) = 0,3 mol – látkové množstvo horčíka

m(A) = 7,2 g – hmotnosť horčíka

m(B 80 %) = 36,75 g – hmotnosť 80 % - ného roztoku H₂SO₄

Správne odpovede v testoch sú označené tučným písmom:

- a. 29,4 g H₂SO₄
- b. 6,72 dm³ vodíka**
- c. 36,75 g H₂SO₄**
- d. 1,2 g vodíka
- e. 0,3 mol Mg**
- f. 0,6 g vodíka**
- g. 7,2 g Mg**
- h. 0,6 mol Mg

Príklad 335

Osmotický tlak roztoku, ktorý obsahuje pri 25°C v 250 ml roztoku 3 g sacharidu je 200 kPa. Určte, o aký sacharid sa môže jednať. Aká je koncentrácia roztoku sacharidu? Aká je molekulová hmotnosť sacharidu? $R = 8,32 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $A_r(\text{C}) = 12$; $A_r(\text{H}) = 1$; $A_r(\text{O}) = 16$:

Riešenie

Princíp: Osmóza – osmotický tlak

Postup:

Teória ohľadom osmózy a osmotického tlaku je detailne vysvetlená v príklade 495, preto prejdeme rovno k riešeniu príkladu ☺

Známe údaje:

$t = 25^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273,15 + 25 = 298,15 \text{ K}$ - termodynamická teplota roztoku sacharidu

$V = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l}$ - objem roztoku sacharidu

$m = 3 \text{ g}$ – hmotnosť rozpusteného sacharidu

$\Pi = 200 \text{ kPa}$ – osmotický tlak roztoku sacharidu

$R = 8,32 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ – univerzálna plynová konštanta

Poznámka: Vzhľadom na to, že máme roztok sacharidu a ten je neelektrolyt, $i = 1$.

Treba vypočítať:

$c = ? \text{ mol/l}$ – koncentrácia rozpusteného sacharidu

$M = ? \text{ g/mol}$ – mólová hmotnosť sacharidu

Mólovú hmotnosť rozpusteného sacharidu vypočítame z definičného vzťahu pre mólovú hmotnosť (I).

$$M = \frac{m}{n} \quad (\text{I})$$

Aby sme mohli určiť mólovú hmotnosť sacharidu, musíme vedieť jeho látkové množstvo n . Vypočítame ho cez súčin objemu roztoku V a koncentrácie rozpusteného elektrolytu c (II).

$$n = c \cdot V \quad (\text{II})$$

Ale nato však potrebujeme vedieť hodnotu c . Použijeme nato definičný vzťah pre výpočet osmotického tlaku (III).

Poznámka: Vzhľadom na to, že máme roztok neelektrolytu, $i = 1$.

$$\pi = i \cdot c \cdot RT \Rightarrow c = \frac{\pi}{i \cdot RT} = \frac{200}{1,8,32 \cdot 298,15} = 0,08063 \text{ mol/l} \quad (\text{III})$$

V ďalšom kroku si vypočítame látkové množstvo elektrolytu podľa rovnice II (IV).

$$n = c \cdot V = 0,08063 \text{ mol/l} \cdot 0,250 \text{ l} = 0,02016 \text{ mol} \quad (\text{IV})$$

Látkové množstvo dosadíme do rovnice I a dopočítame žiadanú mólovú hmotnosť ☺. (V)

$$M = \frac{m}{n} = \frac{3 \text{ g}}{0,02016 \text{ mol}} = 148,8 \text{ g/mol} \quad (\text{V})$$

Súhrnné výsledky:

c = 0,08063 mol/l – koncentrácia rozpusteného sacharidu

M = 148,8 g/mol $\approx$ 150 g/mol – mólová hmotnosť rozpusteného sacharidu

Správne odpovede v testoch sú označené tučným písmom:

a. môže sa jednať a o sacharózu – **nesprávna odpoveď**

Dôkaz:

Sacharóza je disacharid, s molekulovým vzorcom $C_{12}H_{22}O_{11}$. Jej molekulovú hmotnosť vypočítame podľa vzorca:

$$M = 12 \cdot M(C) + 22 \cdot M(H) + 11 \cdot M(O) = 12 \cdot 12 + 22 \cdot 1 + 11 \cdot 16 = 342$$

b. môže sa jednať a o galaktózu – **nesprávna odpoveď**

Dôkaz:

Galaktóza je šesťuhlíkatý monosacharid – hexóza, s molekulovým vzorcom $C_6H_{12}O_6$. Jej molekulovú hmotnosť vypočítame podľa vzorca:

$$M = 6 \cdot M(C) + 12 \cdot M(H) + 6 \cdot M(O) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180$$

c. môže sa jednať a o arabinózu – **správna odpoveď**

Dôkaz:

Arabinóza je päťuhlíkatý monosacharid – pentóza, s molekulovým vzorcom $C_5H_{10}O_5$. Jej molekulovú hmotnosť vypočítame podľa vzorca: $M = 5 \cdot M(C) + 10 \cdot M(H) + 5 \cdot M(O) = 5 \cdot 12 + 10 \cdot 1 + 5 \cdot 16 = 150$

d. môže sa jednať a o xylulózu – **správna odpoveď**

Dôkaz:

Xylulóza je päťuhlíkatý monosacharid – pentóza, s molekulovým vzorcom $C_5H_{10}O_5$. Jej molekulovú hmotnosť vypočítame podľa vzorca:

$$M = 5 \cdot M(C) + 10 \cdot M(H) + 5 \cdot M(O) = 5 \cdot 12 + 10 \cdot 1 + 5 \cdot 16 = 150$$

e. koncentrácia roztoku je 0,04 mol/l – **nesprávna odpoveď**

f. koncentrácia roztoku je **0,08 mol/l** – **správna odpoveď**

g. molekulová hmotnosť sacharidu je **150** – **správna odpoveď**

h. molekulová hmotnosť sacharidu je 180 – **nesprávna odpoveď**