

OLYMPIÁDA MLADÝCH VEDCOV

**olympiáda
mladých
vedcov** | www.ijso.sk

Letná príprava účastníkov súťaže IJSO VZOROVÉ RIEŠENIA BODOVANÝCH ÚLOH

Termín odovzdania: 30.07.2023

Povolené pomôcky: písacie potreby, internet. Nebojte sa využiť plný potenciál Google :)

*Riešenia príkladov (pokojne aj čiastočné) s postupom posielajte na e-mailovú adresu
zuzana.magyarova@ijso.sk.*

Chémia

Príklad 1: Chemická rovnováha (10 b)

Označme koncentráciu látky B na začiatku reakcie ako x . Na začiatku platí $c_0(A) = 2c_0(B)$ a $c_0(C) = c_0(D) = 0$. Počas reakcie zreaguje štvrtina látky B. Na základe chemickej rovnice môžeme určiť, že koncentrácie látok na začiatku reakcie a po ustálení rovnováhy budú nasledovné:

(4 b)

$$c_0(A) = 2x$$

$$c_0(B) = x$$

$$c_0(C) = 0$$

$$c_0(D) = 0$$

$$c_1(A) = 1.75x$$

$$c_1(B) = 0.75x$$

$$c_1(C) = 0.25x$$

$$c_1(D) = 0.5x$$

Vzorec pre výpočet rovnovážnej konštanty tejto reakcie je:

(4 b)

$$K_c = \frac{[C] [D]^2}{[A] [B]}$$

Dosaďme hodnoty c_1 za rovnovážne koncentrácie a rovnovážnu konštantu zo zadania:
(2 b)

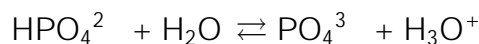
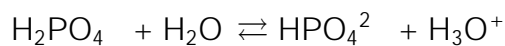
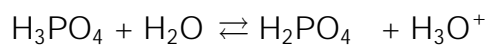
$$0.06 = \frac{0.25x (0.5x)^2}{1.75x \cdot 0.75x}$$

Z tejto rovnice je x rovné 1.26. Rovnovážna koncentrácia látky C je teda $0.315 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Príklad 2: Výpočet pH (10 b)

Disociácia kyseliny fosforečnej prebieha nasledovne:

(2 b)



Vzťahy pre konštanty kyslosti H_3PO_4 , H_2PO_4^- a HPO_4^{2-} sú:
(2 b)

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = 10^{-2.14}$$

$$K_{a2} = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 10^{-7.20}$$

$$K_{a3} = \frac{[\text{PO}_4^{3-}] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HPO}_4^{2-}]} = 10^{-12.35}$$

Z rovníc pre konštanty kyslosti disociácie H_3PO_4 do prvého a druhého stupňa vieme ich vynásobením dostať vzťah medzi koncentraciami H_3PO_4 a HPO_4^{2-} :

(4 b)

$$10^{-2.14} \cdot 10^{-7.20} = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}] [\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = \underbrace{\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]}}_{1=2} [\text{H}_3\text{O}^+]^2$$

(2 b)

Zo zadania poznáme pomer H_3PO_4 a HPO_4^{2-} . Z toho pre hodnotu pH vyplýva:

$$10^{-9.34} = \frac{1}{2} [\text{H}_3\text{O}^+]^2$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{2}{10^{-9.34}}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.0235 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = -\log(3.0235 \cdot 10^{-5}) = 4.52$$

Príklad 3: Výpočet hmotnostného zlomku (10 b)

(1 b)

Na základe priloženej tabuľky vieme, že hmotnostný zlomok MnSO_4 v roztoku po pridaní hydrátu je 0:20. Pre zistenie pomeru molekúl vody v kryštálovej mriežke hydrátu potrebujeme vypočítať hmotnostný zlomok čistého MnSO_4 v hydráte. Označme tento hmotnostný zlomok w_h . Ten môžeme vyjadriť pomocou nasledovnej rovnice látkovej bilancie MnSO_4 :

(4 b)

$$100 \text{ g } 0.05 + 31.45 \text{ g } w_h = 131.45 \text{ g } 0.20$$

$$w_h = \frac{131.45 \text{ g } 0.20 - 100 \text{ g } 0.05}{31.45 \text{ g}} = 0.6769$$

(3 b)

Teraz si označme pomer molekúl vody v kryštálovej mriežke hydrátu x . Ak použijeme pre výpočet w_h priloženú periodickú tabuľku prvkov, dostaneme nasledujúcu rovnicu:

$$w_h = \frac{54.94 + 32.06 + 4 \cdot 16.00}{54.94 + 32.06 + 4 \cdot 16.00 + x \cdot (2 \cdot 1.0079 + 16.00)} = 0.6769$$

(2 b)

Riešením tejto rovnice dostávame hodnotu $x = 4$. Vzorec a názov pridaného hydrátu sú teda $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, tetrahydrát síranu manganatého.

