

# OLYMPIÁDA MLADÝCH VEDCOV

**olympiáda  
mladých  
vedcov** | [www.ijso.sk](http://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 (pokožne aj čiastočné) s postupom posielajte na e-mailovú adresu  
[zuzana.magyarova@ijso.sk](mailto: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)

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

Dosaďme hodnoty  $c_1$  za rovnovážne koncentrácie a rovnovážnu konštantu zo zadania:

(2 b)

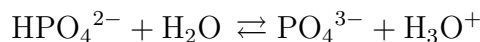
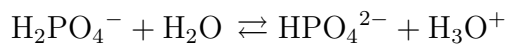
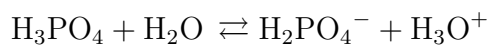
$$0.06 = \frac{0.25x \cdot (0.5x)^2}{1.75x \cdot 0.75x}$$

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

## Príklad 2: Výpočet pH (10 b)

Disociácia kyseliny fosforečnej prebieha nasledovne:

(2 b)



Vzťahy pre konštanty kyslosti  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  a  $\text{HPO}_4^{2-}$  sú:

(2 b)

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

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

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

Z rovníc pre konštanty kyslosti disociácie  $\text{H}_3\text{PO}_4$  do prvého a druhého stupňa vieme ich vynásobením dostať vzťah medzi koncentraciami  $\text{H}_3\text{PO}_4$  a  $\text{HPO}_4^{2-}$ :

**(4 b)**

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

**(2 b)**

Zo zadania poznáme pomer  $\text{H}_3\text{PO}_4$  a  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Z toho pre hodnotu pH vyplýva:

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

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

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

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

### Príklad 3: Výpočet hmotnostného zlomku (10 b)

**(1 b)**

Na základe priloženej tabuľky vieme, že hmotnostný zlomok  $\text{MnSO}_4$  v roztoku po pridaní hydrátu je 0.20. Pre zistenie pomeru molekúl vody v kryštálovej mriežke hydrátu potrebujeme vypočítať hmotnostný zlomok čistého  $\text{MnSO}_4$  v hydráte. Označme tento hmotnostný zlomok  $w_h$ . Ten môžeme vyjadriť pomocou nasledovnej rovnice látkovej bilancie  $\text{MnSO}_4$ :

**(4 b)**

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

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

**(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.

# Periodická soustava prvků

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																									
I. A	II. A	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B	VIII. B	VIII. B	I. B	II. B																																																																									
1,0079 1 <b>H</b> 1,008 2,02 Vodík	9,01 2 <b>Be</b> 9,012 4 Berylium	22,99 3 <b>Li</b> 6,94 3 Lithium	23,00 4 <b>Na</b> 22,99 11 Sodík	24,31 5 <b>Mg</b> 24,31 12 Hořčík	40,08 6 <b>Ca</b> 40,08 20 Vápník	39,10 7 <b>K</b> 39,10 19 Draslík	87,62 8 <b>Rb</b> 87,62 37 Rubidium	137,33 9 <b>Sr</b> 137,33 38 Stroncium	132,91 10 <b>Cs</b> 132,91 55 Cesium	0,86 11 <b>Ba</b> 137,33 56 Baryum	~223 12 <b>Fr</b> ~223 87 Francium	4,00 13 <b>He</b> 4,0026 2 Helium																																																																								
			alkalické kovy	kovy alkalických zemin	přechodné kovy	kovy	polokovy	nekovy	halogeny	vzácné plyny																																																																										
			13 <b>B</b> 10,81 5 Bor	14 <b>C</b> 12,01 6 Uhlík	15 <b>N</b> 14,01 7 Dusík	16 <b>O</b> 16,00 8 Kyslík	17 <b>F</b> 19,00 9 Fluor	18 <b>Ne</b> 20,18 10 Neon	19 <b>Na</b> 22,99 11 Sodík	20 <b>Mg</b> 24,31 12 Hořčík	21 <b>Al</b> 26,98 13 Hliník	22 <b>Si</b> 28,09 14 Křemík	23 <b>P</b> 30,97 15 Fosfor	24 <b>S</b> 32,06 16 Síra	25 <b>Cl</b> 35,45 17 Chlor	26 <b>Ar</b> 39,95 18 Argon	27 <b>K</b> 39,10 19 Draslík	28 <b>Ca</b> 40,08 20 Vápník	29 <b>Sc</b> 44,96 21 Skandium	30 <b>Ti</b> 47,88 22 Titan	31 <b>V</b> 50,94 23 Vanad	32 <b>Cr</b> 52,00 24 Chrom	33 <b>Mn</b> 54,94 25 Mangan	34 <b>Fe</b> 55,85 26 Železo	35 <b>Co</b> 58,93 27 Kobalt	36 <b>Ni</b> 58,69 28 Nikl	37 <b>Cu</b> 63,55 29 Měď	38 <b>Zn</b> 65,38 30 Zinek	39 <b>Ga</b> 69,72 31 Gallium	40 <b>Ge</b> 72,61 32 Germanium	41 <b>As</b> 74,92 33 Arsen	42 <b>Se</b> 78,96 34 Selen	43 <b>Br</b> 79,90 35 Brom	44 <b>Kr</b> 83,80 36 Krypton	45 <b>Rb</b> 85,47 37 Rubidium	46 <b>Sr</b> 87,62 38 Stroncium	47 <b>Y</b> 88,91 39 Yttrium	48 <b>Zr</b> 91,22 40 Zirkonium	49 <b>Nb</b> 92,91 41 Niobium	50 <b>Mo</b> 95,94 42 Molibden	51 <b>Tc</b> ~98 43 Technecium	52 <b>Ru</b> 101,07 44 Ruthenium	53 <b>Rh</b> 102,91 45 Rhodium	54 <b>Pd</b> 106,42 46 Palladium	55 <b>Ag</b> 107,87 47 Stříbro	56 <b>Cd</b> 112,41 48 Kadmium	57 <b>In</b> 114,71 49 Indium	58 <b>Sn</b> 118,71 50 Cín	59 <b>Sb</b> 121,75 51 Antimon	60 <b>Te</b> 127,60 52 Tellur	61 <b>Xe</b> 131,29 54 Xenon	62 <b>Ba</b> 137,33 56 Baryum	63 <b>La</b> 138,91 57 Lanthan	64 <b>Ce</b> 140,12 58 Cer	65 <b>Pr</b> 140,91 59 Praseodym	66 <b>Nd</b> 144,24 60 Neodymium	67 <b>Pm</b> ~145 61 Promethium	68 <b>Sm</b> 150,36 62 Samarium	69 <b>Eu</b> 151,96 63 Europium	70 <b>Gd</b> 157,25 64 Gadolium	71 <b>Tb</b> 158,93 65 Terbium	72 <b>Dy</b> 162,50 66 Dysprosium	73 <b>Ho</b> 164,93 67 Holmium	74 <b>Er</b> 167,26 68 Erbium	75 <b>Tm</b> 168,93 69 Thulium	76 <b>Yb</b> 173,04 70 Ytterbium	77 <b>Lu</b> 174,04 71 Lutetium	78 <b>Fr</b> ~223 87 Francium	79 <b>Ra</b> 226,03 88 Radium	80 <b>Ac</b> ~227 89 Aktinium	81 <b>Pa</b> 231,04 91 Protaktinium	82 <b>Th</b> 232,04 90 Thorium	83 <b>U</b> 238,03 92 Uran	84 <b>Np</b> 237,05 93 Neptunium	85 <b>Pu</b> {244} 94 Plutonium	86 <b>Am</b> 243 95 Americium	87 <b>Cm</b> 247 96 Curium	88 <b>Bk</b> 247 97 Berkelium	89 <b>Cf</b> 251 98 Kalifornium	90 <b>Es</b> 252 99 Einsteinium	91 <b>Fm</b> 257 100 Fermium	92 <b>Md</b> 288 101 Mendelevium	93 <b>No</b> 289 102 Nobelium	94 <b>Lr</b> 294 103 Lawrencium

6	7
Lanthanoidy	Aktinoidy