

RIEŠENIA ÚLOH Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – šk. rok 2025/2026

Celoštátne kolo

Matúš Tomášik

Maximálne 100 pomocných bodov = 50 bodov

1 pb = 0,5 b

Doba riešenia: 300 minút + 15 minút na prečítanie zadania

Bodové hodnotenie jednotlivých častí riešenia

Počet bodov	Časť riešenia
20 pb	Hodnotenie všeobecných zručností a laboratórnej techniky: 5 pb bezpečnosť a ochrana pri práci, hygiena práce v chemickom laboratóriu 5 pb time management práce (rozvrhnutie časového fondu na jednotlivé úkony, vhodná voľba poradia riešenia úloh) 10 pb technika práce v laboratóriu (príprava roztokov, diferenčné váženie, meranie objemu kvapalín, úprava vzoriek, technika titrácie, práca so zeolitom)
45 pb	Riešenie úloh v odpovedovom hárku zohľadňujúce vykonané operácie, správnosť výpočtov a vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov. Body sa udelia na základe autorského riešenia úloh. V prípade, ak súťažiaci uvedie spôsob riešenia odlišný, aký je uvedený v autorskom riešení, ale toto riešenie je principiálne správne, body sa mu udelia v plnom rozsahu.
35 pb	Presnosť stanovenia: 7 pb Stanovenie presnej koncentrácie odmerného roztoku chelatónu 3 7 pb Stanovenie presnej koncentrácie odmerného roztoku hydroxidu sodného 7 pb Stanovenie koncentrácie Cu^{2+} iónov v modelovej vzorke odpadovej vody 7 pb Stanovenie koncentrácie Zn^{2+} iónov v modelovej vzorke odpadovej vody 7 pb Stanovenie koncentrácie Cr^{3+} iónov v modelovej vzorke odpadovej vody počet pomocných bodov = 7 – 0,25 % odchýlky stanovenia
100 pb	Celková suma bodov

AUTORSKÉ RIEŠENIE ODPOVEĎOVÉHO HÁRKA Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – šk. rok 2025/2026

Celoštátne kolo

Súťažné číslo:			
Počet pridelených bodov:		Podpis hodnotiteľa:	
Úloha A			
A1.1.	1 pb	Výpočet hmotnosti chelatónu 3 ($M_r(\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 372,242$): $m_{\text{Na}_2\text{EDTA}} = c_R \cdot V_R \cdot M_{\text{Na}_2\text{EDTA}} = 0,05 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 372,242 \text{ g mol}^{-1} = 1,8612 \text{ g}$	
A1.2.	1 pb	Výpočet potrebného objemu roztoku chelatónu 3 ($c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$): $V_{\text{OR1}} = \frac{c_{\text{OR2}} \cdot V_{\text{OR2}}}{c_{\text{OR1}}} = \frac{0,005 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,05 \text{ dm}^3}{0,05 \text{ mol dm}^{-3}} \cdot 1000 = 5,0 \text{ cm}^3$	
A1.3.	1 pb	Výpočet hmotnosti oxidu zinočnatého ($M_r(\text{ZnO}) = 81,38$): $m_{\text{ZnO}} = c_{\text{ST}} \cdot V_{\text{ST}} \cdot M_{\text{ZnO}} = 0,05 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,05 \text{ dm}^3 \cdot 81,38 \text{ g mol}^{-1} = 0,2035 \text{ g}$	
	0,5 pb	Navážená hmotnosť ZnO	$m(\text{ZnO}) =$
	1 pb	Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku Zn^{2+} : $c_{\text{ST}} = \frac{m_{\text{ZnO}}}{M_{\text{ZnO}} \cdot V_{\text{ST}}} = \frac{m_{\text{ZnO}}}{81,38 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,05 \text{ dm}^3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	
A1.4.	1 pb	Výpočet potrebného objemu roztoku hydroxidu sodného ($c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$): $V_{\text{OR1}} = \frac{c_{\text{OR2}} \cdot V_{\text{OR2}}}{c_{\text{OR1}}} = \frac{0,02 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,1 \text{ dm}^3}{0,1 \text{ mol dm}^{-3}} \cdot 1000 = 20,0 \text{ cm}^3$	
A1.5.	1 pb	Výpočet hmotnosti hydrogenftalanu draselného ($M_r(\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}) = 204,22$): $m_{\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}} = c_{\text{ST}} \cdot V_{\text{ST}} \cdot M_{\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,05 \text{ dm}^3 \cdot 204,22 \text{ g mol}^{-1} = 0,2042 \text{ g}$	
	0,5 pb	Navážená hmotnosť $\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$	$m(\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}) =$
	1 pb	Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku hydrogenftalanu draselného: $c_{\text{ST}} = \frac{m_{\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}}}{M_{\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}} \cdot V_{\text{ST}}} = \frac{m_{\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}}}{204,22 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,05 \text{ dm}^3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	
A1.6.	1 pb	Výpočet hmotnosti pentahydrátu tiosíranu sodného ($M_r(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = 248,17$): $m_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = c_{\text{OR}} \cdot V_{\text{OR}} \cdot M_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 0,05 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 248,17 \text{ g mol}^{-1} = 1,2409 \text{ g}$	
A2.1.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku chelatónu 3:	
		Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)	
	0,5 pb	Akceptovaná hodnota $V_{\text{OR}}(\text{Na}_2\text{EDTA}) =$ Hodnotí sa vylúčenie odľahlých hodnôt a výpočet aritmetického priemeru.	

	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice deja prebiehajúceho pri štandardizácii: $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow 2 \text{H}^+ + \text{ZnY}^{2-}$			
	1 pb	Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku chelátónu 3: $c_{OR} = c_{ST} \cdot \frac{V_{ST}}{V_{OR}} = c_{ST} \cdot \frac{0,01 \text{ dm}^3}{V_{OR}} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$			
A2.2.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku hydroxidu sodného: <i>Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
	0,5 pb	Akceptovaná hodnota $V_{OR}(\text{NaOH}) =$ <i>Hodnotí sa vylúčenie odľahlých hodnôt a výpočet aritmetického priemeru.</i>			
	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice deja prebiehajúceho pri štandardizácii: $\text{NaOH} + \text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K} \rightarrow \text{C}_8\text{H}_4\text{O}_4\text{KNa} + \text{H}_2\text{O}$			
	1 pb	Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku hydroxidu sodného: $c_{OR} = c_{ST} \cdot \frac{V_{ST}}{V_{OR}} = c_{ST} \cdot \frac{0,01 \text{ dm}^3}{V_{OR}} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$			
Úloha B					
B1.1.	1,5 pb	Navážená hmotnosť zeolitu: <i>Každá navážená hmotnosť à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
B2.1.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku hydroxidu sodného: <i>Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
B2.2.	1 pb	Zápis rovnice iónovej výmeny: $\text{zeolit} - \text{H} + \text{Na}^+ \rightarrow \text{zeolit} - \text{Na} + \text{H}^+$			
	1,5 pb	Vypočítaná iónovýmienná kapacita zeolitu, Q [mmol g ⁻¹]: <i>Každý údaj à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
	0,5 pb	Priemerná hodnota, Q [mmol g ⁻¹] =			
	2 pb	Vzorový výpočet iónovýennej kapacity zeolitu pre ľubovoľné stanovenie: $Q = \frac{z \cdot c_{OR} \cdot V_{OR}}{m_{\text{zeolit}}} \cdot 1000 = \dots \text{ mmol g}^{-1}$			
Úloha C					
C1.2.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku tiosíranu sodného: <i>Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			

	0,5 pb	Akceptovaná hodnota $V_{OR}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) =$ <i>Hodnotí sa vylúčenie odľahlých hodnôt a výpočet aritmetického priemeru.</i>		
	2 pb	Zápis stechiometrických rovníc dejov prebiehajúcich pri stanovení: $2 \text{Cu}^{2+} + 4 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{CuI}$ $\text{I}_2 + 2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$		
C1.3.	1 pb	Výpočet koncentrácie Cu^{2+} vo vzorke odpadovej vody: $c_{\text{Cu}^{2+}, \text{vz.}} = c_{OR} \cdot \frac{V_{OR}}{V_{ST}} = c_{OR} \cdot \frac{V_{OR}}{0,02 \text{ dm}^3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$		
C2.1.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku chelatónu 3: <i>Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>		
	0,5 pb	Akceptovaná hodnota $V_{OR}(\text{Na}_2\text{EDTA}) =$ <i>Hodnotí sa vylúčenie odľahlých hodnôt a výpočet aritmetického priemeru.</i>		
C2.2.	1 pb	Výpočet koncentrácie Zn^{2+} vo vzorke odpadovej vody: $c_{\text{Zn}^{2+}, \text{vz.}} = c_{OR} \cdot \frac{V_{OR}}{V_{ST}} = c_{OR} \cdot \frac{V_{OR}}{0,02 \text{ dm}^3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$		
C3.7.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku chelatónu 3: <i>Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>		
	0,5 pb	Akceptovaná hodnota $V_{OR}(\text{Na}_2\text{EDTA}) =$ <i>Hodnotí sa vylúčenie odľahlých hodnôt a výpočet aritmetického priemeru.</i>		
C3.8.	1 pb	Výpočet koncentrácie Cr^{3+} vo pôvodnej vzorke odpadovej vody: $c_{\text{Cr}^{3+}, \text{vz.}} = c_{OR} \cdot \frac{V_{OR}}{V_{ST}} \cdot \frac{100}{10} = c_{OR} \cdot \frac{V_{OR}}{0,02 \text{ dm}^3} \cdot \frac{100}{10} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$		
C4.1.	0,5 pb	Navážená hmotnosť zeolitu	$m_{\text{zeolit}} =$	
C5.1.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku hydroxidu sodného: <i>Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>		
	0,5 pb	Akceptovaná hodnota $V_{OR}(\text{NaOH}) =$ <i>Hodnotí sa vylúčenie odľahlých hodnôt a výpočet aritmetického priemeru.</i>		
C5.2.	2,5 pb	Výpočet teoretického uvoľneného množstva H^+ : $\text{Cu}^{2+}: n_{\text{H}^+} = 2 \cdot c_{\text{Cu}^{2+}, \text{vz.}} \cdot 0,005 \text{ dm}^3 \cdot 1000 = \dots \text{ mmol}$ (0,5 pb) $\text{Zn}^{2+}: n_{\text{H}^+} = 2 \cdot c_{\text{Zn}^{2+}, \text{vz.}} \cdot 0,005 \text{ dm}^3 \cdot 1000 = \dots \text{ mmol}$ (0,5 pb) $\text{Cr}^{3+}: n_{\text{H}^+} = 3 \cdot c_{\text{Cr}^{3+}, \text{vz.}} \cdot 0,005 \text{ dm}^3 \cdot 1000 = \dots \text{ mmol}$ (0,5 pb) $n_{\text{H}^+, \text{teor.}} = \sum_i n_{\text{H}^+, i} = \dots \text{ mmol}$ (1 pb)		

C5.3.	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice prebiehajúcej pri stanovení: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
	1 pb	Výpočet skutočného uvoľneného množstva H^+ : $n_{\text{H}^+} = c_{\text{OR}} \cdot V_{\text{OR}} \cdot \frac{200}{50} \cdot 1000 = \dots \text{ mmol}$
C5.4.	2 pb	Výpočet efektivity odstraňovania ťažkých kovov na zeolite v H^+ cykle: $\%_{\text{odstránené}} = \frac{n_{\text{H}^+}}{n_{\text{H}^+, \text{teor.}}} \cdot 100 \% = \dots \%$

AUTORSKÉ RIEŠENIE DOPLNKOVÝCH ÚLOH Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – šk. rok 2025/2026

Celoštátne kolo

Matúš Tomášik

Maximálne 20 pomocných bodov = 10 bodov

1 pb = 0,5 b

Doba riešenia: 60 minút

Poznámka k hodnoteniu: V prípade, ak súťažiaci uvedie spôsob riešenia odlišný, ako je uvedený v autorskom riešení, ale toto riešenie je principiálne správne, body sa mu udelia v plnom rozsahu podľa nižšie uvedenej tabuľky.

Súťažné číslo:		
Počet pridelených bodov:		Podpis hodnotiteľa:
Úloha 1		
1.1.	2 pb	Zápis stechiometrických rovníc dejov prebiehajúcich pri stanovení: $2 \text{CrO}_4^{2-} + 16 \text{H}^+ + 6 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 3 \text{I}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$ $\text{I}_2 + 2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$
1.2.	1 pb	Zápis stechiometrických rovníc dejov prebiehajúcich pri štandardizácii: $\text{IO}_3^- + 3 \text{H}^+ + 5 \text{I}^- \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ $\text{I}_2 + 2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$
	1 pb	Výpočet koncentrácie štandardného roztoku KIO_3 : $c_{\text{ST}} = \frac{m_{\text{KIO}_3}}{M_{\text{KIO}_3} \cdot V_R} = \frac{0,1428 \text{ g}}{214,001 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,2 \text{ dm}^3} = 3,336 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ (0,5 pb)}$ Výpočet presnej koncentrácie odmerného tiosíranu sodného: $c_{\text{OR}} = 2 \cdot 3 \cdot c_{\text{ST}} \cdot \frac{V_{\text{ST}}}{V_{\text{OR}}} = 6 \cdot 3,336 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \cdot \frac{0,05 \text{ dm}^3}{0,0118 \text{ dm}^3} = 0,0848 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (0,5 pb)}$
1.3.	2 pb	Výpočet obsahu chromitých iónov vo vzorke: $c_{\text{Cr}^{3+}} = \frac{2}{6} \cdot c_{\text{OR}} \cdot \frac{V_{\text{ST}}}{V_{\text{pip.}}} \cdot A_{\text{Cr}} = \frac{2}{6} \cdot \frac{0,0848 \text{ mol dm}^{-3}}{100} \cdot \frac{0,0067 \text{ dm}^3}{0,020 \text{ dm}^3} \cdot 51,996 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1000$ $= 4,92 \text{ mg dm}^{-3}$
1.4.	1 pb	Odpoveď: <i>Chróom v oxidačnom stave 3+ je relatívne netoxický pre živé organizmy, zatiaľ čo šesťmocný chróm je vysoko toxický aj v stopových množstvách a má mutagénne a karcinogénne účinky.</i>

Úloha 2		
2.1.	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice deja prebiehajúceho pri stanovení: $\text{Ni}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow 2 \text{H}^+ + \text{NiY}^{2-}$
	2 pb	Výpočet koncentrácie Ni^{2+} v pôvodnej vzorke po úprave na anexe: $c_{\text{Ni}^{2+}} = c_{\text{OR}} \cdot \frac{V_{\text{ST}}}{V_{\text{pip.}}} = 0,0408 \text{ mol dm}^{-3} \cdot \frac{0,0069 \text{ dm}^3}{0,01 \text{ dm}^3} = 0,0282 \text{ mol dm}^{-3}$
2.2.	2 pb	Zápis stechiometrických rovníc dejov prebiehajúcich pri stanovení: $\text{Co}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow 2 \text{H}^+ + \text{CoY}^{2-}$ $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow 2 \text{H}^+ + \text{PbY}^{2-}$
	2 pb	Výpočet koncentrácie Co^{2+} v pôvodnej vzorke po úprave na anexe: <i>Výpočet celkového pridaného množstva odmerného roztoku chelatónu 3:</i> $n_{\text{OR}} = c_{\text{OR}} \cdot V_{\text{OR}} = 0,0408 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,01 \text{ dm}^3 = 4,08 \cdot 10^{-4} \text{ mol (0,5 pb)}$ <i>Výpočet nezreagovaného množstva odmerného roztoku chelatónu 3:</i> $n_{\text{OR,nadbytok}} = c_{\text{ST}} \cdot V_{\text{ST}} = 0,0508 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,0051 \text{ dm}^3 = 2,59 \cdot 10^{-4} \text{ mol (0,5 pb)}$ <i>Výpočet koncentrácie Co^{2+} v pôvodnej vzorke:</i> $c_{\text{Co}^{2+}} = \frac{n_{\text{OR,zreag.}}}{V_{\text{vzorka}}} = \frac{n_{\text{OR}} - n_{\text{OR,nadbytok}}}{V_{\text{vzorka}}} = \frac{4,08 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 2,59 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,01 \text{ dm}^3} = 0,0149 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (1 pb)}$
2.3.	1 pb	Odpoveď: <i>pH ovplyvňuje stabilitu jednotlivých komplexov ťažkých kovov a teda samotnú selektivitu anexu voči jednotlivým iónom. Zmenou pH môžeme ovplyvniť, ktorý kov bude z kolóny eluovať skôr a ktorý neskôr.</i>
Úloha 3		
3.1.	1 pb	Odčítané maximálne naadsorbované množstvo Fe^{3+} :
		$a_{\text{Fe}^{3+},\text{max}}$ [mmol·g ⁻¹] 0,14 mmol·g ⁻¹
3.2.	2 pb	Výpočet celkovej kapacity náplne kolóny: $Q_{\text{celk.}} = a_{\text{Fe}^{3+},\text{max}} \cdot m_{\text{náplň}} = a_{\text{Fe}^{3+},\text{max}} \cdot \rho_s \cdot V_K = 0,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol g}^{-1} \cdot 900 \cdot 10^3 \text{ g m}^{-3} \cdot 50 \text{ m}^3$ $= 6300 \text{ mol}$
3.3.	2 pb	Výpočet času potrebného na nasýtenie zeolitu: $\dot{n}_{\text{Fe}^{3+}} = \frac{c_{\text{Fe}^{3+}}}{A_{\text{Fe}}} \cdot \dot{V} = \frac{0,878 \cdot 10^{-3} \text{ g dm}^{-3}}{55,845 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 50 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 = 0,786 \text{ mol h}^{-1} \text{ (1 pb)}$ $t = \frac{Q_{\text{celk.}}}{\dot{n}_{\text{Fe}^{3+}}} = \frac{6300 \text{ mol}}{0,786 \text{ mol h}^{-1}} = 8014,2 \text{ h} \approx 334 \text{ dní (1 pb)}$