



VŠCHT PRAHA

Ústřední komise
Chemické olympiády



62. ROČNÍK

2025/2026

KRAJSKÉ KOLO

KATEGORIE E

PRAKTICKÁ ČÁST

ŘEŠENÍ

Úloha 1 Stanovení obsahu oxidu zinečnatého v zinkové masti 24 bodů

- 1) Uvedení přesné hmotnosti/přesné koncentrace odměrných roztoků a výpočet přesné koncentrace roztoku $K_4[Fe(CN)_6]$:

$$c = \frac{m}{M \cdot V}$$

Za numericky správný výsledek koncentrace roztoku včetně jednotek 1,00 bodu (dílní body se neudělují).

Celkem: 1,00 bodu.

- 2) Hodnocení přesnosti spotřeby síranu zinečnatého pro stanovení stechiometrie reakce:

Hodnocení se provede na základě odchylky ΔV přijaté spotřeby soutěžících $V(\text{stud})$ a referenční spotřeby soutěžících $V(\text{stud,ref})$, která se vypočítá jako:

$$V(\text{stud, ref}) = V(\text{org}) \cdot \frac{m_{\text{navážka, stud}}}{m_{\text{navážka, org}}}$$

$$\Delta V = |V(\text{stud}) - V(\text{stud, ref})|$$

odchylka	počet bodů
0,00–0,20 ml	5,00
0,20–1,20 ml	6 – 5 · odchylka
≥ 1,20 ml	0

Za přesnost stanovení maximálně 5,00 bodu (body se uvádějí s přesností na 0,25 bodu)

Celkem: 5,00 bodu.

- 3) Určení stechiometrie reakce

$$\frac{n_{Zn^{2+}}}{n_{K_4[Fe(CN)_6]}} = \frac{c_{ZnSO_4} \cdot V_{ZnSO_4}}{c_{K_4[Fe(CN)_6]} \cdot V_{K_4[Fe(CN)_6]}} = \frac{c_{ZnSO_4} \cdot V_{\text{stud}}}{c_{K_4[Fe(CN)_6]} \cdot 0,010 \text{ dm}^3}$$

$$\frac{n_{Zn^{2+}}}{n_{K_4[Fe(CN)_6]}} = 1,5 = \frac{3}{2}$$

Za jakýkoliv správný postup určení stechiometrie reakce 1,00 bodu (dílní body se neudělují).

Za správnou stechiometrii reakce 1,00 bodu.

Celkem: 2,00 bodu.

- 4) Hodnocení přesnosti spotřeby síranu zinečnatého pro stanovení oxidu zinečnatého ve vzorku masti:

Hodnocení se provede na základě odchylky ΔV přijaté spotřeby soutěžících $V(\text{stud})$ a referenční spotřeby soutěžících $V(\text{stud,ref})$, která se vypočítá jako:

$$V(\text{stud, ref}) = \frac{3 \cdot V_{K_4[Fe(CN)_6]} \cdot c_{K_4[Fe(CN)_6], \text{stud}} - 2 \cdot \frac{m_{\text{vzorek, stud}}}{m_{\text{vzorek, org}}} \cdot \frac{3}{2} \cdot (V_{K_4[Fe(CN)_6]} \cdot c_{K_4[Fe(CN)_6], \text{org}} - c_{ZnSO_4} \cdot V_{ZnSO_4, \text{org}} \cdot \frac{2}{3})}{2 \cdot c_{ZnSO_4}}$$

$$\Delta V = |V(\text{stud}) - V(\text{stud, ref})|$$

odchylka	počet bodů
0,00–0,30 ml	10,00
0,30–1,30 ml	13 – 10 · odchylka
≥ 1,30 ml	0

Za přesnost stanovení maximálně 10,00 bodu (body se uvádějí s přesností na 0,25 bodu)

Celkem: 10,00 bodu.

- 5) Výpočet obsahu oxidu zinečnatého v zinkové masti v hm. %

Zn^{2+} reaguje s nadbytkem $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Přebytek $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ je titrován ZnSO_4 o koncentraci $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$.

Celkové látkové množství $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ v titrační baňce:

$$n_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6],\text{celk}} = c_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]} \cdot V_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6],\text{pip}}$$

Přebytek $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ je titrován ZnSO_4 :

$$n_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6],\text{přebytek}} = \frac{2}{3} \cdot c_{\text{ZnSO}_4} \cdot V_{\text{ZnSO}_4}$$

Látkové množství $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, které reagovalo se Zn^{2+} :

$$n_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6],\text{celk}} - n_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6],\text{přebytek}} = n_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6],\text{reakce}}$$

Látkové množství Zn^{2+} pocházejícího ze ZnO v titrační baňce:

$$n_{\text{Zn}^{2+},\text{titrační baňka}} = \frac{3}{2} \cdot n_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6],\text{reakce}}$$

Látkové množství Zn^{2+} pocházejícího ze ZnO v odměrné baňce:

$$n_{\text{Zn}^{2+},\text{celkem}} = n_{\text{Zn}^{2+},\text{titrační baňka}} \cdot 10$$

Hmotnost oxidu zinečnatého ve vzorku:

$$m_{\text{ZnO}} = n_{\text{Zn}^{2+},\text{celkem}} \cdot M_{\text{ZnO}}$$

Procentový obsah oxidu zinečnatého v zinkové masti:

$$w = \frac{m_{\text{ZnO}}}{m_{\text{vzorek}}}$$

Za jakýkoliv správný postup výpočtu látkového množství Zn^{2+} v titrační baňce 3,00 bodu (dílčí body se neudělují).

Za správný postup výpočtu hmotnosti oxidu zinečnatého ve vzorku 1,00 bodu (dílčí body se neudělují).

Za numericky správný výsledek hmotnosti oxidu zinečnatého ve vzorku 0,50 bodu.

Za numericky správný výsledek procentového obsahu 0,50 bodu.

Celkem: 5,00 bodu.

6) Hodnocení laboratorní techniky spočívá v řádném dozoru nad účastníky/icemi. Body se strhávají po částech 0,25 bodu za prohřešky, které nemají vliv na čistotu/výtěžek nebo výsledek stanovení ale jsou v rozporu se správnou laboratorní technikou a bezpečností práce. Jedná se zejména o:

- nesprávné sestavení aparatury (poloha držáků a svorek, neuchycení aparatur)
- výrazný nepořádek na pracovním místě
- nepoužívání nebo nesprávné používání ochranných pomůcek a prostředků
- nesprávná technika práce v digestoři/nezajištění dostatečného větrání apod.
- nesprávná manipulace s laboratorními přístroji (váhy, magnetické míchačky a další přístroje)
- necitlivá manipulace s odměrným nádobím (zejm. pipety, odměrné baňky a byrety)
- rozbití laboratorního vybavení
- nepřítomnost míchadla nebo varných kamínků v zahřívané aparatuře
- nesprávná technika provedení filtrace (jak gravitační, tak vakuové)
- nesprávná nebo nebezpečná technika vytřepávání (zejm. absence uvolňování přetlaku apod.)
- nesprávná nebo necitlivá manipulace s instrumentací (pH-metry, konduktometry, spektrofotometry)
- nedodržení pracovního postupu s ohledem na bezpečnost provedení experimentu
- nebezpečná manipulace s injekčními stříkačkami

- nesprávné nakládání s odpady

Náhradní vzorek či doplnění chemikálií je penalizováno ztrátou 0,50 bodu.

Veškeré prohřešky musí být popsány organizátorem v pracovním listu soutěžících s danou bodovou ztrátou, která danému prohřešku přísluší. Celkový počet bodů za laboratorní techniku a bezpečnost práce nemůže být záporný.

Za správnou laboratorní techniku a bezpečnost práce v laboratoři se udělí maximálně 1,00 bodu.

Celkem: 1,00 bodu.

Úloha 2 Chelatometrické stanovení Cu^{2+} a Zn^{2+} ve směsi**20 bodů**

- 1) Uvedení přesné koncentrace odměrného roztoku EDTA:

Tato úloha není bodově hodnocena.

- 2) Hodnocení spotřeby Chelatonu 3 pro stanovení
- Zn^{2+}
- ve vzorku:

Hodnocení se provede na základě odchylky ΔV přijaté spotřeby soutěžících $V(\text{stud})$ a referenční spotřeby organizátorů $V(\text{org})$, která se vypočítá jako:

$$\Delta V = |V(\text{stud}) - V(\text{org})|$$

odchylka	počet bodů
0,00–0,20 ml	7,00
0,20–1,20 ml	8,4 – 7 · odchylka
≥ 1,20 ml	0

Za přesnost stanovení maximálně 7,00 bodu (body se uvádějí s přesností na 0,25 bodu)

Celkem: 7,00 bodu.

- 3) Výpočet hmotnosti zinku ve vzorku:

Látkové množství zinku v titrační baňce:

$$n_{\text{Zn}^{2+}, \text{titrační baňka}} = c_{\text{Chelaton 3}} \cdot V_{\text{stud}}$$

Látkové množství zinku ve vzorku:

$$n_{\text{Zn}^{2+}, \text{celkem}} = n_{\text{Zn}^{2+}, \text{titrační baňka}} \cdot 10$$

Hmotnost zinku:

$$m_{\text{Zn}} = n_{\text{Zn}^{2+}, \text{celkem}} \cdot M_{\text{Zn}}$$

Za jakýkoliv správný postup výpočtu látkového množství zinku v titrační baňce 0,50 bodu.

Za zohlednění ředění 0,50 bodu.

Za správný postup výpočtu hmotnosti 0,50 bodu.

Za numericky správný výsledek včetně jednotek 0,50 bodu.

Celkem: 2,00 bodu.

- 4) Hodnocení spotřeby Chelatonu 3 pro stanovení sumy
- Cu^{2+}
- a
- Zn^{2+}
- :

Hodnocení se provede na základě odchylky ΔV přijaté spotřeby soutěžících $V(\text{stud})$ a referenční spotřeby organizátorů $V(\text{org})$, která se vypočítá jako:

$$\Delta V = |V(\text{stud}) - V(\text{org})|$$

odchylka	počet bodů
0,00–0,20 ml	7,00
0,20–1,20 ml	8,4 – 7 · odchylka
≥ 1,20 ml	0

Za přesnost stanovení maximálně 7,00 bodu (body se uvádějí s přesností na 0,25 bodu)

Celkem: 7,00 bodu.

- 5) Výpočet hmotnosti mědi ve vzorku:

Celkové látkové množství obou kovů v titrační baňce:

$$n_{\text{Cu}^{2+}+\text{Zn}^{2+}, \text{titrační baňka}} = c_{\text{Chelaton 3}} \cdot V_{\text{stud}}$$

Celkové látkové množství obou kovů v odměrné baňce:

$$n_{\text{Cu}^{2+}+\text{Zn}^{2+}, \text{celkem}} = n_{\text{Cu}^{2+}+\text{Zn}^{2+}, \text{titrační baňka}} \cdot 10$$

Látkové množství mědi vypočítáme z rozdílu celkového látkového množství a látkového množství zinku:

$$n_{\text{Cu}^{2+}} = n_{\text{Cu}^{2+}+\text{Zn}^{2+}, \text{celkem}} - n_{\text{Zn}^{2+}, \text{celkem}}$$

Hmotnost mědi ve vzorku:

$$m_{\text{Cu}} = n_{\text{Cu}^{2+}} \cdot M_{\text{Cu}}$$

Za jakýkoliv správný postup výpočtu látkového množství obou iontů zinku v titrační baňce 0,50 bodu.

Za zohlednění ředění 0,50 bodu.

Za správnou bilanci mezi oběma ionty a správnou aplikaci rozdílu látkových množství 1,00 bodu.

Za správný postup výpočtu hmotnosti 0,50 bodu.

Za numericky správný výsledek včetně jednotek 0,50 bodu.

Celkem: 3,00 bodu.

- 6) Hodnocení laboratorní techniky spočívá v řádném dozoru nad účastníky/icemi. Body se strhávají po částech 0,25 bodu za prohřešky, které nemají vliv na čistotu/výtěžek nebo výsledek stanovení ale jsou v rozporu se správnou laboratorní technikou a bezpečností práce. Jedná se zejména o:

- nesprávné sestavení aparatury (poloha držáků a svorek, neuchycení aparatur)
- výrazný nepořádek na pracovním místě
- nepoužívání nebo nesprávné používání ochranných pomůcek a prostředků
- nesprávná technika práce v digestoři/nezajištění dostatečného větrání apod.
- nesprávná manipulace s laboratorními přístroji (váhy, magnetické míchačky a další přístroje)
- necitlivá manipulace s odměrným nádobím (zejm. pipety, odměrné baňky a byrety)
- rozbití laboratorního vybavení
- nepřítomnost míchadla nebo varných kamínků v zahřívané aparatuře
- nesprávná technika provedení filtrace (jak gravitační, tak vakuové)
- nesprávná nebo nebezpečná technika vytřepávání (zejm. absence uvolňování přetlaku apod.)
- nesprávná nebo necitlivá manipulace s instrumentací (pH-metry, konduktometry, spektrofotometry)
- nedodržení pracovního postupu s ohledem na bezpečnost provedení experimentu
- nebezpečná manipulace s injekčními stříkačkami
- nesprávné nakládání s odpady

Náhradní vzorek či doplnění chemikálií je penalizováno ztrátou 0,50 bodu.

Veškeré prohřešky musí být popsány organizátorem v pracovním listu soutěžících s danou bodovou ztrátou, která danému prohřešku přísluší. Celkový počet bodů za laboratorní techniku a bezpečnost práce nemůže být záporný.

Za správnou laboratorní techniku a bezpečnost práce v laboratoři se udělí maximálně 1,00 bodu.

Celkem: 1,00 bodu.

Úloha 3 Příprava $\text{Zn}(\text{acac})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

16 bodů

- 1) Uvedení přesných navážek a objemů výchozích látek.

Tato úloha není bodově hodnocena.

- 2) Látková množství výchozích látek jsou:

$$n_{\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}} = \frac{5,76 \text{ g}}{287,56 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0200 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Hacac}} = \frac{\rho_{\text{Hacac}} \cdot V_{\text{Hacac}}}{M_{\text{Hacac}}} = \frac{0,98 \text{ g cm}^{-3} \cdot 4,1 \text{ cm}^3}{100,13 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0401 \text{ mol}$$

Limitujícím reaktantem pro syntézu je tedy heptahydrát síranu zinečnatého. Látkové množství a teoretický výtěžek produktu je tak:

$$n_{\text{produkt}} = n_{\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}$$

$$m_{\text{produkt}} = n_{\text{produkt}} \cdot M_{\text{produkt}} = 0,0200 \text{ mol} \cdot 281,62 \text{ g mol}^{-1} = 5,63 \text{ g}$$

Za správnou identifikaci limitujícího reaktantu na základě výpočtu látkového mn. 1,00 bodu (dílčí body se neudělují).

Za správnou látkovou bilanci 0,50 bodu.

Za jakýkoliv správný postup výpočtu 1,00 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,50 bodu.

Celkem: 3,00 bodu.

- 3) Výpočet procentuálního výtěžku

$$\eta = \frac{m_{\text{produkt,praktický}}}{m_{\text{produkt,teoretický}}}$$

Hodnocení procentuálního výtěžku syntézy:

η / %	počet bodů
≥ 50	12,00
50–10	$0,3 \cdot \eta - 3$
≤ 10	0

Za výtěžek maximálně 12,00 bodu (body se uvedou s přesností na 0,25 bodu).

Celkem: 12,00 bodu.

- 4) Hodnocení laboratorní techniky spočívá v řádném dozoru nad účastníky/icemi. Body se strhávají po částech 0,25 bodu za prohřešky, které nemají vliv na čistotu/výtěžek nebo výsledek stanovení ale jsou v rozporu se správnou laboratorní technikou a bezpečností práce. Jedná se zejména o:

- nesprávné sestavení aparatury (poloha držáků a svorek, neuchycení aparatur)
- výrazný nepořádek na pracovním místě
- nepoužívání nebo nesprávné používání ochranných pomůcek a prostředků
- nesprávná technika práce v digestoři/nezajištění dostatečného větrání apod.
- nesprávná manipulace s laboratorními přístroji (váhy, magnetické míchačky a další přístroje)
- necitlivá manipulace s odměrným nádobím (zejm. pipety, odměrné baňky a byrety)
- rozbití laboratorního vybavení
- nepřítomnost míchadla nebo varných kamínků v zahřívané aparatuře
- nesprávná technika provedení filtrace (jak gravitační, tak vakuové)
- nesprávná nebo nebezpečná technika vytřepávání (zejm. absence uvolňování přetlaku apod.)
- nesprávná nebo necitlivá manipulace s instrumentací (pH-metry, konduktometry, spektrofotometry)

-
- nedodržení pracovního postupu s ohledem na bezpečnost provedení experimentu
 - nebezpečná manipulace s injekčními stříkačkami
 - nesprávné nakládání s odpady

Náhradní vzorek či doplnění chemikálií je penalizováno ztrátou 0,50 bodu.

Veškeré prohřešky musí být popsány organizátorem v pracovním listu soutěžících s danou bodovou ztrátou, která danému prohřešku přísluší. Celkový počet bodů za laboratorní techniku a bezpečnost práce nemůže být záporný.

Za správnou laboratorní techniku a bezpečnost práce v laboratoři se udělí maximálně 1,00 bodu.

Celkem: 1,00 bodu.