



VŠCHT PRAHA

Ústřední komise
Chemické olympiády



62. ROČNÍK

2025/2026

ŠKOLNÍ KOLO

KATEGORIE E

PRAKTICKÁ ČÁST

ŘEŠENÍ

Úloha 1 Příprava chloridu hexaaminkobaltitého**16 bodů**

- 1) Uvedení přesné navážky
- $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- .

Tato úloha není bodově hodnocena

- 2) Výpočet teoretického výtěžku:

$$m_{[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3} = \frac{m_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3}}{M_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}}$$

*Za správnou látkovou bilanci 0,50 bodu**Za jakýkoliv správný postup výpočtu 1,00 bodu**Za numericky správný výsledek 0,50 bodu***Celkem: 2,00 bodu**

- 3) Výpočet procentuálního výtěžku

$$\eta = \frac{m_{[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3, \text{praktický}}}{m_{[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3, \text{teoretický}}}$$

Hodnocení procentuálního výtěžku syntézy:

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

*Za numericky správný výsledek procentuálního výtěžku 0,50 bodu (dílčí body se neudělují)**Za výtěžek maximálně 12,00 bodu (body se uvedou s přesností na 0,25 bodu)***Celkem: 12,50 bodu**

- 4) Charakterizace produktu:

Žlutohnědá (zlatohnědá) krystalická látka.

*Za popis barvy a skupenství 0,50 bodu (dílčí body se neudělují)***Celkem: 0,50 bodu**

- 5) Hodnocení správné laboratorní techniky a bezpečné práce v chemické laboratoři.

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 Ca^{2+} v mléce**12 bodů**

- 1) Uvedení přesné navážky vzorku a přesné koncentrace Chelatonu 3.

Tato úloha není bodově hodnocena

- 2) Hodnocení přijaté spotřeby Chelatonu 3:

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

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

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

Odchylka	Počet bodů
0,00–0,30 ml	8,00
0,30–1,30 ml	10,4–8 · ΔV
$\geq 1,30$ ml	0

Za přesnost stanovení maximálně 8,00 bodu (body se uvádějí se zaokrouhlením s přesností na 0,25 bodu)

Celkem: 8,00 bodu

- 3) Výpočet obsahu Ca^{2+} ve vzorku:

$$n_{\text{Ca}, \text{titrační baňka}} = n_{\text{Ch3}} = c_{\text{Ch3}} \cdot V_{\text{Ch3}} n_{\text{Ca}, \text{vzorek}} = \frac{250}{50} \cdot n_{\text{Ca}, \text{titrační baňka}} = 5 \cdot c_{\text{Ch3}} \cdot V_{\text{Ch3}}$$

$$m_{\text{Ca}, \text{vzorek}} = n_{\text{Ca}, \text{vzorek}} \cdot M_{\text{Ca}} = 5 \cdot c_{\text{Ch3}} \cdot V_{\text{Ch3}} \cdot M_{\text{Ca}}$$

$$w_{\text{Ca}} = \frac{m_{\text{Ca}, \text{vzorek}}}{m_{\text{vzorek}}}$$

*Za správnou bilanci 0,50 bodu**Za správné zohlednění ředění 0,50 bodu**Za správný přepočet na hmotnost 0,50 bodu**Za správný postup přepočtu na hmotnostní zlomek 0,50 bodu**Za každý numericky správný výsledek 0,50 bodu***Celkem: 3,00 bodu**

- 4) Hodnocení správné laboratorní techniky a bezpečné práce v chemické laboratoři.

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 Spektrofotometrické stanovení kobaltu

12 bodů

1) Výpočet navážky:

Molární koncentrace chloridu kobaltnatého je stejná jako molární koncentrace kobaltnatých iontů, tj:

$$c_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = c_{\text{Co}^{2+}} = \frac{c_{m,\text{Co}^{2+}}}{M_{\text{Co}^{2+}}}$$

Odpovídající navážka $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ pro 200,0 ml roztoku je pak:

$$m_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = c_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{roztoku}} \cdot M_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = \frac{c_{m,\text{Co}^{2+}}}{M_{\text{Co}^{2+}}} \cdot V_{\text{roztoku}} \cdot M_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}$$

$$m_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = \frac{100 \cdot 10^{-3} \text{ g dm}^{-3}}{58,93 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 0,200 \text{ dm}^3 \cdot 237,93 \text{ g mol}^{-1} = 0,0808 \text{ g}$$

Za správný postup přepočtu hmotnostní koncentrace na molární 0,25 bodu

Za správné zohlednění bilance mezi kobaltnatým iontem a chloridem kobaltnatým 0,25 bodu

Za správný postup přepočtu na hmotnost 0,25 bodu

Za numericky správný výsledek 0,25 bodu

Plným počtem bodů se hodnotí jakýkoliv jiný správný postup vedoucí ke správnému numerickému výsledku

Celkem: 1,00 bodu

2) Je vhodné vybrat kalibrační roztok se střední koncentrací v daném rozmezí kalibrace. Body se udělují za výběr roztoku **s koncentrací 0,60 mg dm⁻³ nebo 0,80 mg dm⁻³**.

Spektrum vykazuje lokální absorpční maximum při 420 nm. Body se udělí za výběr vlnové délky v intervalu **420 ± 10 nm**.

Graf absorpčního spektra se hodnotí na základě následujících kritérií:

- Správný popis os včetně jednotek.
- Naměření absorpčního spektra v daném intervalu vlnových délek.
- Naměření absorpčního spektra s daným rozlišením.
- Správná volba grafu (bodový graf s hladkou křivkou).

Za správný výběr kalibračního roztoku pro měření absorpčního spektra 0,50 bodu

Za správný výběr vlnové délky pro měření 0,50 bodu

Za splnění každého kritéria pro graf absorpčního spektra 0,25 bodu

Celkem: 2,00 bodu

3) Graf kalibrační přímky se hodnotí podle následujících kritérií:

- Správný popis os včetně jednotek.
- Zahrnutí všech hodnot do regrese (včetně blanku).
- Provedení lineární regrese.
- Zobrazení rovnice regrese a koeficientu determinace.

Hodnotí se dále kvalita regrese, body se udělí, pokud je koeficient determinace dané kalibrace **R² ≥ 0,99**.

Za splnění každého kritéria pro graf kalibrační přímky 0,25 bodu

Za dostatečně kvalitní kalibraci na základě koeficientu determinace 1,00 bodu

Celkem: 2,00 bodu

4) Hmotnostní koncentrace zředěného vzorku se odečte z kalibrační rovnice ve tvaru $A = k \cdot c_m + q$ způsobem:

$$c_{m,zředěný} = \frac{A - q}{k}$$

Hodnocení přesnosti stanovení se provede na základě odečtené hodnoty hmotnostní koncentrace zředěného vzorku, a to i v případě, že soutěžící tuto koncentraci nestanovil (ale naměřil odpovídající kalibraci a absorbanci vzorku). Hodnocení se provede na základě relativní chyby Δ_{rel} spočtené z hmotnostní koncentrace zředěného vzorku soutěžících a organizátorů jako:

$$\Delta_{rel} = \frac{|c_{m,zředěný}(\text{stud}) - c_{m,zředěný}(\text{org})|}{c_{m,zředěný}(\text{org})} \cdot 100 \%$$

$\Delta_{rel} / \%$	Počet bodů
≤ 5	4,00
5–15	$6 - 0,4 \cdot \Delta_{rel}$
≥ 15	0

Vzhledem k dvojímu ředění je pak koncentrace původního vzorku kobaltnaté soli:

$$c_{m,\text{Co}^{2+}} = \frac{100}{10} \cdot \frac{50}{10} \cdot c_{m,zředěný} = 50 \cdot c_{m,zředěný}$$

Za správný způsob odečtu hmotnostní koncentrace zředěného vzorku 0,25 bodu

Za hodnocení přesnosti stanovení na základě relativní chyby 4,00 bodu (body se uvádějí s přesností na 0,25 bodu)

Za správné zohlednění obou ředění (dílčí body se neudělují) 1,00 bodu

Za numericky správný výsledek 0,25 bodu

Celkem: 5,50 bodu

- 5) Vzhledem k tomu, že samotná nitroso-R-sůl je poměrně intenzivně zabarvena, její absorpce by mohla rušit stanovení jejího komplexu s kobaltnatou solí.

Za správné zdůvodnění 0,50 bodu

Celkem: 0,50 bodu

- 6) Hodnocení správné laboratorní techniky a bezpečné práce v chemické laboratoři.

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