



61. ročník

2024/2025

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie A

Praktická část – Řešení

PRAKTICKÁ ČÁST

40 BODŮ

Úloha 1 Posypová sůl p.a.

21 bodů

1) Rovnice: $\text{NaNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{NaCl}$

za správně sestavenou a vyčíslenou rovnicí 0,25 bodu (díličí body se neudělují)

celkem 0,25 bodu

2) Hmotnost krystalů po první krystalizaci:

$11,00 \text{ g} \leq m \leq 14,00 \text{ g}$	$9,00 \text{ g} < m < 11,00 \text{ g}$	$14,00 \text{ g} < m < 16,00 \text{ g}$	$m \leq 9,00 \text{ g}$ $m \geq 16,00 \text{ g}$
5,50 bodů	$[2,50 \cdot (m-9)]$ bodů	$[2,50 \cdot (16-m)]$ bodů	0 bodů

body se uvádějí se zaokrouhlením s přesností na 0,25 bodu

celkem 5,50 bodu

3) Výpočty a úvahy pro vzorovou hmotnost krystalů 13,20 g:

Vzhledem k tomu, že dusičnan sodný je v molárním nadbytku a rovnováha reakce je silně posunutá směrem k produktům, lze uvažovat, že z roztoku nekystalizuje žádný KCl. Z grafu lze vyčíst rozpustnost ostatních solí při 5 °C:

NaNO₃: 76 g/100 g vodyKNO₃: 16 g/100 g vody

NaCl: 36 g/100 g vody

V 50 g vody při dané teplotě pak může být rozpuštěna poloviční hmotnost než ve 100 g vody:

NaNO₃: 38 g/50 g vodyKNO₃: 8 g/50 g vody

NaCl: 18 g/50 g vody

Pokud došlo k vyloučení 13,2 g látky a dle uvedeného zjednodušení je to jediná látka, která vykystalizovala, pak směs musí obsahovat této látky 13,2 g + hmotnost této látky, která zůstane rozpuštěná. To je pro jednotlivé látky rovno:

NaNO₃: 13,2 g + 38 g = 51,2 gKNO₃: 13,2 g + 8 g = 21,2 g

NaCl: 13,2 g + 18 g = 31,2 g

Nemůže se jednat o NaNO₃, protože by ho muselo ve směsi být více, než je hmotnost celého vzorku 40,0 g.Vzorek by musel obsahovat následující množství NaNO₃ a KCl, aby v roztoku vzniklo 31,2 g NaCl:

$$m(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} \cdot M(\text{NaNO}_3) = \frac{31,2 \text{ g}}{58,44 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 84,99 \text{ g mol}^{-1} = 45,4 \text{ g}$$

$$m(\text{KCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} \cdot M(\text{KCl}) = \frac{31,2 \text{ g}}{58,44 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 74,55 \text{ g mol}^{-1} = 39,8 \text{ g}$$

Součet těchto hmotností značně přesahuje celkovou hmotnost vzorku 40,0 g.

Jediná látka, která může krystalizovat, je tedy KNO₃.

za správný postup vedoucí ke správnému určení krystalizující látky 4,00 bodu
za každou drobnou chybu (např. špatně uvedená jednotka) v postupu, který je správný a vede ke správnému
určení krystalizující látky, strhnout 0,25 bodu (celkový počet bodů nemůže být záporný)
za správný postup určení krystalizující látky, který obsahuje drobnou chybu, například numerickou, nebo jednu
špatnou či zanedbanou úvahu, a nevede ke správnému určení krystalizující látky 2,00 bodu
v případě, že je KNO_3 poskytnut organizátory, je tato úloha hodnocena implicitně hodnocena 0,00 body

celkem 4,00 bodu

4) Výpočty pro vzorovou hmotnost krystalů 13,20 g:

V zadání je uvedeno, že dusičnan sodný je v molárním nadbytku. Limitujícím reaktantem tedy musí být chlorid draselný. Celkové množství KNO_3 ve směsi vypočítané v předchozím úkolu je 21,2 g. Výpočtem z chemické rovnice lze zjistit množství chloridu draselného:

$$m(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{M(\text{KNO}_3)} \cdot M(\text{KCl}) = \frac{21,2 \text{ g}}{101,10 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 74,55 \text{ g mol}^{-1} = 15,6 \text{ g}$$

Zbytek z celkové hmotnosti 40,0 g tvoří NaNO_3 :

$$m(\text{NaNO}_3) = m(\text{celková}) - m(\text{KCl}) = 40,0 \text{ g} - 15,6 \text{ g} = 24,4 \text{ g}$$

Reálná hmotnost KCl ve směsi je 15,0 g a hmotnost NaNO_3 je 25,0 g.

za jakýkoli správný postup vedoucí ke správnému výsledku (s použitím hodnoty vypočítané v předchozím úkolu)
1,00 bodu
za každou drobnou chybu (např. špatně uvedená jednotka, numerická chyba) v postupu, který je správný,
strhnout 0,25 bodu (celkový počet bodů nemůže být záporný)

celkem 1,00 bodu

5) Výpočet:

Rozpustnost KNO_3 při 5 °C je 16 g/100 g vody. Pokud se má získat alespoň 4,0 g krystalů, pak se může rozpustit maximálně zbytek do 8,0 g KNO_3 , tedy 4,0 g KNO_3 .

Pro množství vody platí přímá úměrnost a lze jej vypočítat trojčlenkou:

16 g KNO_3 ... 100 g vody

4,0 g KNO_3 ... x g vody

$$x = \frac{4,0 \text{ g}}{16 \text{ g}} \cdot 100 \text{ g} = 25 \text{ g}$$

Maximální množství vody je 25 g, což odpovídá 25 ml:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})} = \frac{25 \text{ g}}{1 \text{ g ml}^{-1}} = 25 \text{ ml}$$

Určení objemu:

Pokud se hodnota maximálního množství vody nachází mezi dvěma hodnotami, pak je správná ta menší z nich. **Pro maximální množství vody z výpočtu výše je nejbližší hodnota, která není větší než 25 ml, rovna 20 ml.**

za správný postup vedoucí ke správné numerické hodnotě maximálního množství vody 0,75 bodu
za každou drobnou chybu (např. špatně uvedená jednotka) v postupu, který je správný a vede ke správnému
numerickému výsledku, strhnout 0,25 bodu (celkový počet bodů nemůže být záporný)
za správný postup, který obsahuje drobnou chybu, například numerickou, a nevede ke správnému
numerickému výsledku 0,25 bodu
za správné určení objemu z vypočítaného množství vody 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu

6) Hmotnost:

$3,40 \text{ g} \leq m \leq 4,00 \text{ g}$	$2,50 \text{ g} < m < 3,40 \text{ g}$	$4,00 \text{ g} < m < 4,20 \text{ g}$	$m \leq 2,50 \text{ g}$ $m \geq 4,20 \text{ g}$
5,50 bodů	$[5,5 \cdot (m-2,5)]$ bodů	$[27 \cdot (4,2-m)]$ bodů	0 bodů

body se uvádějí se zaokrouhlením s přesností na 0,25 bodu

celkem 5,50 bodu7) Rovnice: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$

za správně sestavenou a vyčíslenou rovnicí 0,25 bodu (dílčí body se neudělují)

celkem 0,25 bodu

8) Obsah chloridů:

	Krystaly obsahovaly chloridy	Krystaly neobsahovaly chloridy
Po první krystalizaci	0,25 bodu	0,25 bodu
Po druhé krystalizaci	0 bodů	3 body

za důkazy dle hodnotící tabulky udělit až 3,25 bodu

celkem 3,25 bodu

9) Účel:

Druhá krystalizace, v tomto případě rekrystalizace, slouží k přečištění vykrystalizovaného dusičnanu draselného. Před rekrystalizací obsahuje příměs chloridových iontů, po rekrystalizaci už chloridy nejsou přítomny.

za jakoukoli správnou a zároveň rozumnou odpověď 0,25 bodu

celkem 0,25 bodu

Úloha 2 Stanovení vzorku po nepovedené neutralizaci

19 bodů

1) Hodnocení přesnosti spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného:

Přesnost stanovení se hodnotí na základě odchylky ΔV spočtené jako rozdíl mezi spotřebou stanovenou účastníky $V(\text{stud})$ a referenční spotřebou $V(\text{org})$.

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

$\Delta V \leq 0,2 \text{ ml}$	$0,2 \text{ ml} \leq \Delta V \leq 1,2 \text{ ml}$	$1,2 \text{ ml} \leq \Delta V$
7 bodů	$(8,4 - 7 \cdot \Delta V)$ bodů	0 bodů

*body se uvádějí se zaokrouhlením s přesností na 0,25 bodu
za přesnost stanovení maximálně 7,00 bodu*

celkem 7,00 bodu

2) Výpočty:

Pro látkovou bilanci mezi odměrným roztokem hydroxidu sodného a kyselinou chlorovodíkovou v titrační baňce platí:

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}}$$

Látkové množství kyseliny chlorovodíkové v titrační baňce je:

$$n_{\text{HCl}} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH,přijata}}$$

Látkové množství kyseliny chlorovodíkové v odměrné baňce tedy je:

$$n_{\text{HCl}} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH,přijata}} \cdot \frac{V_{\text{baňka}}}{V_{\text{pipetáž}}} \rightarrow n_{\text{HCl}} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH,přijata}} \cdot 10$$

Koncentrace kyseliny chlorovodíkové v zásobní lahvičce je tedy:

$$c_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_{\text{směs pip}}} \rightarrow c_{\text{HCl}} = \frac{c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH,přijata}} \cdot 10 \text{ ml}}{20 \text{ ml}} \rightarrow c_{\text{HCl}} = \frac{c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH,přijata}}}{2}$$

*za správnou stechiometrii titrace 0,25 bodu
za výpočet látkového množství v odměrné baňce 0,50 bodu
za výpočet koncentrace v zásobní lahvičce 0,25 bodu
za numericky správný výsledek včetně jednotek 0,25 bodu*

jakýkoliv jiný správný postup vedoucí ke správnému numerickému výsledku hodnotit plným počtem bodů

celkem 1,25 bodu

3) Hodnocení přesnosti spotřeby odměrného roztoku dusičnanu stříbrného:

Přesnost stanovení se hodnotí na základě odchylky ΔV spočtené jako rozdíl mezi spotřebou stanovenou účastníky $V(\text{stud})$ a referenční spotřebou $V(\text{org})$.

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

$\Delta V \leq 0,2 \text{ ml}$	$0,2 \text{ ml} \leq \Delta V \leq 1,2 \text{ ml}$	$1,2 \text{ ml} \leq \Delta V$
7 bodů	$(8,4 - 7 \cdot \Delta V)$ bodů	0 bodů

*body se uvádějí se zaokrouhlením s přesností na 0,25 bodu
za přesnost stanovení maximálně 7,00 bodu*

celkem 7,00 bodu

4) Výpočty:

Pro látkovou bilanci mezi odměrným roztokem dusičnanu stříbrného a chloridovými ionty v titrační baňce platí:

$$n_{\text{Cl}^-} = n_{\text{AgNO}_3}$$

Látkové množství chloridů v titrační baňce je:

$$n_{\text{Cl}^-} = c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3, \text{přijata}}$$

Látkové množství chloridů v odměrné baňce tedy je:

$$n_{\text{Cl}^-} = c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3, \text{přijata}} \cdot \frac{V_{\text{baňka}}}{V_{\text{pipetáž}}} \rightarrow n_{\text{Cl}^-} = c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3, \text{přijata}} \cdot 10$$

Koncentrace kyseliny chlorovodíkové v zásobní lahvičce je tedy:

$$c_{\text{Cl}^-} = \frac{n_{\text{Cl}^-}}{V_{\text{směs pip}}} \rightarrow c_{\text{Cl}^-} = \frac{c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3, \text{přijata}} \cdot 10 \text{ ml}}{20 \text{ ml}} \rightarrow c_{\text{Cl}^-} = \frac{c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3, \text{přijata}}}{2}$$

za správnou stechiometrii titrace 0,25 bodu

za výpočet látkového množství v odměrné baňce 0,50 bodu

za výpočet koncentrace v zásobní lahvičce 0,25 bodu

za numericky správný výsledek včetně jednotek 0,25 bodu

jakýkoliv jiný správný postup vedoucí ke správnému numerickému výsledku hodnotit plným počtem bodů

celkem 1,25 bodu

5) Výpočty:

Látkové množství kyseliny chlorovodíkové před tím, než Ester započala nepovedenou neutralizaci je:

$$n_{\text{HCl}, \text{původní}} = n_{\text{Cl}^-, \text{argentometrie}}$$

Koncentrace kyseliny chlorovodíkové před nepovedenou neutralizací je tedy:

$$c_{\text{HCl}, \text{původní}} = c_{\text{Cl}^-, \text{argentometrie}}$$

jakýkoliv jiný správný postup vedoucí ke správnému numerickému výsledku hodnotit plným počtem bodů

celkem 0,50 bodu

6) Výpočty:

Látkové množství chloridů a látkové množství kyseliny chlorovodíkové je:

$$n_{\text{Cl}^-} = c_{\text{Cl}^-} \cdot V_{\text{Cl}^-} = 0,60 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 1,0 \text{ dm}^3 = 0,60 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = 0,35 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 1,0 \text{ dm}^3 = 0,35 \text{ mol}$$

Látkové množství vzniklého chloridu draselného po nepovedené neutralizaci je:

$$n_{\text{KCl}} = n_{\text{Cl}^-} - n_{\text{HCl}} = 0,60 \text{ mol} - 0,35 \text{ mol} = 0,25 \text{ mol}$$

Látkové množství hydroxidu draselného potřebného pro vznik chloridu draselného je:

$$n_{\text{KOH}} = n_{\text{KCl}} = 0,25 \text{ mol}$$

Hmotnost hydroxidu draselného potřebného pro vznik chloridu draselného je:

$$m_{\text{KOH}} = n_{\text{KOH}} \cdot M_{\text{KOH}} = 0,25 \text{ mol} \cdot 56,1 \text{ g mol}^{-1} = 14 \text{ g}$$

za výpočet látkového množství hydroxidu draselného 0,50 bodu

za správný výpočet hmotnosti hydroxidu draselného 0,25 bodu

za numericky správný výsledek včetně jednotek 0,25 bodu

jakýkoliv jiný správný postup vedoucí ke správnému numerickému výsledku hodnotit plným počtem bodů

celkem 1,00 bodu

7) Možné indikátor: fenolftalein, thymolftalein, tashiro, methylořanž, methylčerveň

za každý správný indikátor 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

8) Rovnice: $2 \text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4$

Název: chroman stříbrný

za správně sestavenou a vyčíslenou rovnicí (dílní body se neudělují) 0,25 bodu

za správný název produktu 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu