



58. ročník

2021/2022

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie B

Praktická část – Řešení

Úloha 1 Stanovení obsahu stříbra pomocí srážecí titrace**40 bodů**

- 1) Vypočítejte koncentraci stříbra v roztoku vzorku za předpokladu, že rozpuštěný slitek byl čisté stříbro.

Výpočet:	$m(\text{slitek}) = 5,000 \text{ g}$, $M(\text{Ag}) = 107,87 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $V = 500 \text{ ml}$ $c = m(\text{slitek}) / (M(\text{Ag}) \cdot V) = 5,000 \text{ g} / (107,87 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,500 \text{ dm}^3) = 0,0927 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
Výsledek:	$0,0927 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
body:	

Za správný postup 0,50 bodu.

Za numericky správný výsledek (lze tolerovat drobnou zaokrouhlovací odchylku) 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

- 2) Vypočítejte vhodnou koncentraci roztoku NaCl, který budete titrovat. Pro titraci použijete 1,00 ml roztoku NaCl, a budete jej titrovat po kapkách přidávaným roztokem AgNO₃. Koncentraci roztoku NaCl zvolte tak, aby spotřeba roztoku AgNO₃ byla (za předpokladu jeho koncentrace vypočtené v bodě 1) zhruba 2 ml.

Výpočet:	$\text{Ag}^+(\text{aq.}) + \text{Cl}^-(\text{aq.}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$, stechiometrie reakce je tedy 1:1 $n(\text{Ag}^+) = n(\text{Cl}^-)$ $c(\text{NaCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot V(\text{Ag}^+) / V(\text{NaCl}) = 0,0927 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 2 \text{ cm}^3 / 1 \text{ cm}^3 = 0,185 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
Výsledek:	$0,185 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
body:	

Za správný postup 0,50 bodu.

Za numericky správný výsledek (lze tolerovat drobnou zaokrouhlovací odchylku) 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

- 3) Vypočítejte hmotnost NaCl nutnou pro přípravu 500 ml roztoku o koncentraci vypočtené v bodě 2).

Výpočet:	$m(\text{NaCl}) = c(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl}) = 0,185 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,5 \text{ dm}^3 = 5,40 \text{ g}$
Výsledek:	$5,40 \text{ g}$
body:	

Za správný postup 0,50 bodu.

Za numericky správný výsledek (lze tolerovat drobnou zaokrouhlovací odchylku) 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

- 4) Rozpusťte vhodně zvolený počet jednogramových sáčků soli v 500 ml kojenecké vody tak, aby koncentrace NaCl byla co nejbližší hodnotě vypočtené v bodě 2). Vypočítejte skutečnou koncentraci připraveného roztoku NaCl.

Počet rozpuštěných sáčků NaCl: 5 ks
Výpočet: $c(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl}) / [M(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl})] = 5,00 \text{ g} / (58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,5 \text{ dm}^3) = 0,171 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
Skutečná koncentrace NaCl: 0,171 mol · dm ⁻³
body:

Za správný postup 0,50 bodu.

Za numericky správný výsledek (lze tolerovat drobnou zaokrouhlovací odchylku) 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

- 5) Pomocí injekční stříkačky (inzulínky) odměřte 1,00 ml připraveného roztoku NaCl do 100ml kádinky, přidejte 30–40 ml destilované vody a 2 až 4 kapky roztoku fluoresceinu (ne více, přechod v bodě ekvivalence pak může být obtížně detekovatelný). Směs titrujte roztokem vzorku stříbra. Pro „titraci“ použijte druhou inzulínku. Titrační činidlo (roztok stříbra) přidávejte po kapkách až do změny zabarvení roztoku z fluorescenčně zelené (či žlutozelené) na nefluoreskující hnědorůžové/růžové zabarvení vznikající sraženiny (ke změně by mělo dojít po přidavku jediné poslední kapky). Nezapomeňte počítat přidané kapky. Titraci proveďte minimálně 3×, v případě odlehlého výsledku zopakujte vícekrát tak, abyste měli alespoň 3 podobné spotřeby. Vypočítejte průměrnou spotřebu.

	1. stanovení	2. stanovení	3. stanovení	Přijatá (průměrná) hodnota
Počet mililitrů + počet kapek	3 ml + 7 kapek	3 ml + 3 kapek	3 ml + 8 kapek	3 ml + 6 kapek

body:

Za každou provedenou titraci 4,00 bodu.

Celkem 12,00 bodu.

- 6) Určete objem jedné kapky: do inzulínky nasajte 1,00 ml odměrného roztoku a celý objem vykapejte do kádinky a spočítejte kapky. Tento postup proveďte minimálně 3×, v případě odlehlého výsledku zopakujte vícekrát. Z objemu kapek zjištěného v jednotlivých stanoveních vypočítejte průměr. Zjištění počtu kapek z jedné naplněné injekce můžete provádět samozřejmě už během vlastní titrace.

	1. stanovení	2. stanovení	3. stanovení	Přijatá (průměrná) hodnota
Počet kapek	18	18	19	–
Objem jedné kapky [ml]	0,0556	0,0556	0,0526	0,0546

body:

Za každou provedenou kalibraci 3,00 bodu.

Celkem 9,00 bodu.

- 7) Vypočítejte průměrný objem titračního činidla spotřebovaného při titracích v bodě 5).

Výpočet: $V = 3 \text{ ml} + 6 \cdot 0,0546 \text{ ml} = 3,33 \text{ ml}$

Výsledek: 3,33 ml

body:

Bodovat podle absolutní hodnoty rozdílu od hodnoty zjištěné organizátory, Δ :

$\Delta \leq 0,40 \text{ ml}$: 10,00 bodu.

$0,40 \text{ ml} < \Delta < 1,40 \text{ ml}$: Počet bodů = $14 - 10 \cdot \Delta$.

$\Delta \geq 1,40 \text{ ml}$: 0,00 bodu.

Celkem maximálně 10,00 bodu.

- 8) Ze získaných spotřeb a údajů uvedených v zadání vypočítejte obsah stříbra v rozpuštěném slitku. Výsledek uveďte v hmotnostních procentech.

<p>Výpočet: $n(\text{Ag}^+) = n(\text{Cl}^-)$</p> <p>$c(\text{Ag}^+) = c(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl}) / V(\text{Ag}^+) = 0,171 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 1 \text{ cm}^3 / 3,33 \text{ cm}^3 = 0,0514 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$</p> <p>Ovšem očekávaná koncentrace byla $0,0927 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, skutečný obsah stříbra je tedy:</p> <p>$w = 0,0514 / 0,0927 = 0,554$</p> <p>Výsledek: 55,4 %</p>	body:
--	--------------

Za správný postup 0,50 bodu.

Za numericky správný výsledek (lze tolerovat drobnou zaokrouhlovací odchylku) 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

Doplňující otázky a úkoly:

- 9) Měla by letištní ostraha zadržet Michaela Kováře pro podezření z podvodu?

<p>ANO NE (Nehodící se škrtněte.)</p>	body:
--	--------------

Za správnou dedukci na základě hodnoty hmotnostního zlomku ($w \geq 90\%$ přeškrtnuté ANO, $w \leq 90\%$ přeškrtnuté NE) 0,50 bodu.

- 10) Napište vyčíslenou rovnici rozpouštění stříbra v koncentrované kyselině dusičné.

<p>Rovnice: $\text{Ag} + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>alternativně lze uznat též: $3 \text{Ag} + 4 \text{HNO}_3 \rightarrow 3 \text{AgNO}_3 + \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$</p>	body:
--	--------------

Za uvedení všech produktů 0,50 bodu, za správné vyčíslení 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

- 11) Proč jsme během titrace titrovali standardní roztok chloridu sodného dusičnanem stříbrným a nikoliv naopak, tedy vzorek Ag^+ odměrným roztokem činidla (NaCl)?

Zdůvodnění:

Při prováděném způsobu titrace je ve směsi vždy nadbytek chloridových iontů, které jsou sorbovány na vznikající sraženinu a blokují adsorpci fluoresceinu. Ten se tak začne sorbovat až v bodě ekvivalence. Kdyby byl postup opačný, fluorescein by se sorboval od začátku vzniku sraženiny, a byl by postupně ve sraženině efektivně zabalen. V bodě ekvivalence by pak nedocházelo k jeho snadné desorpci a bod ekvivalence by nebyl výrazný.

body:

Za rozumné vysvětlení 1,00 bodu.

- 12) Pokud bychom v ateliéru klenotníka Beketova našli místo kuchyňské soli jodid draselný (Kalii iodidum nebo Kalium iodatum – používá se mj. v lékařství, např. pro prevenci zvětšení štítné žlázy a při nedostatku jódu), bylo by jej také možné k titraci použít? Proč?

ANO ~~NE~~ (Nehodící se škrtněte.)

Vysvětlení: Jodidy tvoří se stříbrným iontem nerozpustný AgI , podobně jako chloridy. Postup by byl zcela analogický.

body:

Za správné přeškrtnutí NE 0,50 bodu.

Za rozumné vysvětlení 1,00 bodu.

Celkem 1,00 bodu.