



57. ročník #coronaedition

2020/2021

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie A/E

Praktická část – Řešení

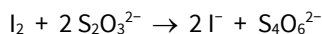
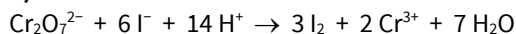
PRAKTICKÁ ČÁST

A 40 / E 60 BODŮ

Úloha 1 Stanovení jodu po multiplikaci odměrným roztokem thiosíranu

40 bodů

1)



za chemické rovnice celkem 3 body

2)

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{6 \times m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \times V(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \times 0,250 \times 10 \times V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}$$

$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – přesná koncentrace titračního činidla [mol dm^{-3}]

$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$ – navážka dichromanu draselného [g]

$V(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$ – pipetovaný objem roztoku dichromanu draselného do Erlenmeyerovy baňky [dm^3]

$M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$ – molární hmotnost dichromanu draselného [g mol^{-1}]

$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – spotřebovaný objem titračního činidla [dm^3] – uvažujeme průměr ze tří stanovení

Po dosazení

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{6 \times 2,4516 \times 0,1000}{294,185 \times 0,250 \times 10 \times 0,0197} = 0,1015 \text{ mol dm}^{-3}$$

za správný výsledek 10 bodů

3)

- $\text{I}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{NaI} + \text{NaIO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{NaI} + \text{NaIO} + 5 \text{Br}_2 + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaIO}_3 + 10 \text{HBr}$
- $\text{Br}_2 + \text{HCOOH} \rightarrow 2 \text{HBr} + \text{CO}_2$
- $2 \text{HIO}_3 + 10 \text{HI} \rightarrow 6 \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{I}_2 + 2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2 \text{NaI}$

za chemické rovnice celkem 8 bodů

4)

$$m(\text{I}_2) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times M(\text{I}_2) \times 10}{12} \times 1000$$

$m(\text{I}_2)$ – hmotnost jodu ve 100 ml vzorku [mg]

$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – přesná koncentrace titračního činidla [mol dm^{-3}]

$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – spotřebovaný objem titračního činidla [dm^3] – uvažujeme průměr ze tří stanovení

$M(\text{I}_2)$ – molární hmotnost jodu [g mol^{-1}]

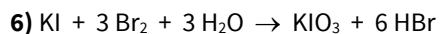
Po dosazení

$$m(\text{I}_2) = \frac{0,2500 \times 0,0152 \times 253,809 \times 10}{12} \times 1000 = \mathbf{804 \text{ mg}}$$

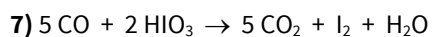
za správný výsledek **10 bodů**

5) pufr

2 body



2 body



2 body

8)

$$m(\text{O}) = \frac{5 \times M(\text{O}) \times m(\text{I}_2)}{M(\text{I}_2)} = \frac{5 \times 15,9994 \times 37,73}{253,809} = 11,89 \text{ mg}$$

za správný výsledek **3 body**

Úloha 2 Další průzkum

20 bodů

Roztok 1 obsahuje $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

Roztok 2 obsahuje CuSO_4

Roztok 3 obsahuje KI

Roztok 4 obsahuje NH_4OH

Možný postup řešení:

1. Modrou barvu roztoku 2 může z nabízených iontů způsobovat pouze Cu^{2+} . Aniontem v tomto roztoku může být pouze NO_3^- nebo SO_4^{2-} , ostatní by tvořily s iontem Cu^{2+} nerozpustné sloučeniny nebo v případě jodidu by se nejednalo o stabilní systém a CuI_2 by se okamžitě rozložil za vzniku jodu.
2. Roztok 2 reaguje s roztokem 1 za vzniku bílé sraženiny. Tu neposkytuje Cu^{2+} reakcí s žádným z nabízených aniontů. Sraženinu tedy tvoří anion z roztoku 2 s kationtem z roztoku 1. Jedinou možností potom je, že roztok 2 obsahuje SO_4^{2-} a roztok 1 obsahuje Ba^{2+} nebo Ca^{2+} .
3. Reakce roztoku 2 s roztokem 3 je provázena hnědým zbarvením, což z nabízených možností může zapříčinit jediné reakce Cu^{2+} s I^- , při které vzniká jod.
4. Reakce roztoku 2 s roztokem 4 poskytuje modrou sraženinu, což by z nabízených možností ukazovalo na OH^- , SO_3^{2-} nebo CO_3^{2-} . Modrá sraženina je však pouze přechodná a rozpouští se za vzniku výrazně modře zbarveného roztoku. Tento jev je možné vysvětlit přítomností sloučeniny NH_4OH v roztoku 4, protože v takovém případě vzniká rozpustná komplexní sloučenina $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$.
5. Smícháním roztoků 1 a 4 nedochází k žádným viditelným změnám. To na základě předchozích bodů vede k jediné kombinaci – anion v roztoku 4 skutečně musí být OH^- a kation v roztoku 1 musí být Ba^{2+} . V ostatních případech by totiž docházelo ke vzniku sraženiny.
6. Zbývá určit kation v roztoku 3. Z nabídky zůstávají Ca^{2+} , K^+ a Cd^{2+} . Jelikož smícháním roztoků 3 a 4 nedochází ke vzniku sraženiny, hledaným kationtem musí být K^+ .

za každý správně určený kation či anion 2,5 bodu (tj. za každou správně určenou látku 5,0 bodu)

za každý neurčený kation či anion 0,0 bodu

za každý špatně určený kation či anion -2,5 bodu

celkem 20 bodů

Úloha 3 (E) Plynová chromatografie

40 bodů

1) Vyplněná tabulka

Číslo píku	Látka	Retenční čas / min
2	methyl-acetát	2,71
3	ethyl-acetát	3,02
4	methanol	3,11
5	ethanol	3,40
7	propan-1-ol	4,50
10	isobutylalkohol	5,14
13	4-methylpentan-2-ol	5,86
15	isoamylalkohol	6,23
20	hexan-1-ol	7,24
23	heptan-1-ol	7,80

za každou správně identifikovanou a doplněnou látku 1 bod
za doplnění retenčních časů 1 bod, dílčí body se neudělují
celkem 9 bodů

2) Identifikace látek

Číslo píku	Látka	Plocha píku / mV s
1	ethyl-acetát	14,4
2	methanol	17,8
3	ethanol	3560,4
4	propan-1-ol	5,2
5	isobutylalkohol	4,1
6	isoamylalkohol	7,2
7	hexan-1-ol	5,5
8	heptan-1-ol	7,5

za každý správně doplněný údaj 0,5 bodu
celkem 4 body

3) Obsah ethanolu

Obsah ethanolu získáme dosazením hodnoty plochy píku pro ethanol do kalibrační přímky pro ethanol.

$$3560,4 = 70,807x - 194,21$$

Hodnota x pak představuje % obj. ethanolu ve slivovici.

$$x = (3560,4 + 194,21) / 70,807 = \mathbf{53,0\%}$$

za správný výsledek 9 bodů

4) Obsah methanolu

Obsah methanolu stanovíme analogicky, jako v případě výpočtu obsahu ethanolu. Je však nezbytné použít kalibrační přímku pro methanol.

$$17,8 = 6,23x - 8,09$$

Hodnota x pak představuje ‰ obj. methanolu ve slivovici.

$$x = (17,8 + 8,09)/6,23 = \mathbf{4,2 \text{ ‰}}$$

za správný výsledek 9 bodů

5) Výpočet

Jedná se pouze o přepočítání za pomoci přímé úměry.

$$x = (6,5 \cdot 100)/52,5 = 12,4 \text{ ‰ obj. methanolu}$$

na 1 l (1000 cm³) připadá tedy $1000 \cdot 0,0124 = 12,4 \text{ cm}^3$ methanolu.

Hmotnost methanolu odpovídá $m = \rho \cdot V = 0,792 \cdot 12,4 = \mathbf{9,8 \text{ g}}$ methanolu na 1 l absolutního lihu.

Tento vzorek **splňuje** normu pro obsah methanolu.

za správný postup vedoucí k výsledku 8 bodů

za správný závěr 1 bod

celkem 9 bodů