



**56. ročník**

**2019/2020**

**NÁRODNÍ KOLO**

**Kategorie E**

---

**Praktická část – Řešení**

**PRAKTICKÁ ČÁST I****30 BODŮ****Úloha 1 Příprava sloučenin manganu v různých oxidačních stavech****30 bodů****1) Výpočty teoretických výtěžků pro produkty A a B:****Produkt A:**

$$n_{\text{BaMnO}_4} = n_{\text{KMnO}_4} \rightarrow m_{\text{BaMnO}_4} = c_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot M_{\text{BaMnO}_4} = 0,2500 \cdot 0,04 \cdot 256,28 = 2,56 \text{ g}$$

**Produkt B**

$$n_{\text{Mn}(\text{acac})_3} = n_{\text{KMnO}_4} \rightarrow m_{\text{Mn}(\text{acac})_3} = 5 \cdot c_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot M_{\text{Mn}(\text{acac})_3} = 5 \cdot 0,2500 \cdot 0,005 \cdot 352,26 = 2,20 \text{ g}$$

za správný postup 1,50 bodu  
za správnou numerickou odpověď 0,50 bodu  
celkově pro jeden produkt 2,00 bodu

**celkem 4,00 bodu****2) Hodnocení výtěžků a popisu vzhledu produktů A a B**

Množství produktu / %	Počet bodů
100 – 75	7,5
75 – 40	bodů = $-9,00 + 0,22 \cdot (\%)$
≤40	0

**Obecný příklad:**Teoretický výtěžek:  $m(\text{BaMnO}_4) = 2,56 \text{ g}$ Praktický výtěžek:  $m(\text{BaMnO}_4) = 0,53 \text{ g}$ 

$$\text{procentuální výtěžek} = \frac{\text{praktický výtěžek}}{\text{teoretický výtěžek}} = \frac{0,53}{2,56} = 20,7 \%$$

**Popis vzhledu:** tmavě modrá, krystalická látka**Popis vzhledu Mn(acac)<sub>3</sub>:** hnědá, krystalická látka

za hodnocení produktu podle tabulky 12,50 bodu (dílicí body se udělují s přesností 0,25 bodu)

za výpočet procentuálního výtěžku 1,50 bodu

za plný popis vzhledu 1,00 bodu (pokud je uvedena jen barva/struktura 0,50 bodu)

celkově pro jeden produkt 10,00 bodu

**celkem 20,00 bodu**

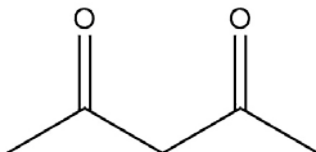
**3) Oxidační čísla manganu v připravených sloučeninách**

- Produkt A: +VI
- Produkt B: +III

za uvedení správného oxidačního čísla u připraveného produktu 0,50 bodu

**celkem 1,00 bodu**

**4) Strukturální vzorec acetylacetonu**



za uvedení správného strukturálního vzorce látky **1,00 bodu**

**5) Hodnocení techniky práce, používání ochranných pomůcek a čistota na pracovišti**

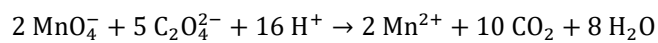
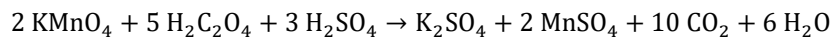
Dozor v laboratoři zaznamenává poznámky k technice práce, používání ochranných pomůcek, pořádku na pracovním místě. Strhává se po 0,5 bodu za závažné či opakované prohřešky proti správné praxi v chemické laboratoři.

Technika práce	Bezpečnost práce	Pořádek na pracovišti
max. 2 body	max. 1 bod	max. 1 bod

**celkem 4,00 bodu**

**PRAKTICKÁ ČÁST II****20 BODŮ****Úloha 1 Potenciometrické stanovení železnatých iontů****20 bodů**

- 1) Napište a vyčíslete rovnici manganistanu s kyselinou šťavelovou. Výpočet navážky kyseliny šťavelové.



$$m_{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{5 \cdot c_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot M_{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}}{2} = \frac{5 \cdot 0,02 \cdot 0,015 \cdot 126,070}{2} = 0,0945 \text{ g}$$

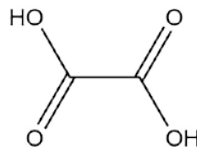
za správnou rovnici 0,50 bodu

za správný postup 1,00 bodu

za správnou numerickou odpověď 1,00 bodu

**celkem 2,50 bodu**

- 2) Nakreslete strukturní elektronový vzorec kyseliny šťavelové:

za správný vzorec **0,50 bodu**

- 3) Množství navážky kyseliny šťavelové a výpočet koncentrace manganistanu draselného.

$$c_{\text{KMnO}_4} = \frac{5 \cdot m_{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}}{2 \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot M_{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}} = \frac{5 \cdot 0,0151}{2 \cdot 0,015 \cdot 126,070} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$$

za správný postup 1,00 bodu

za správnou numerickou odpověď 1,00 bodu

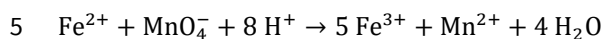
**celkem 2,00 bodu**

**4) Vyhodnocení:**

Za vyplněnou tabulku s daty z 1. titrace body neudělujeme. Body udělíme za zpracování dat do dvou grafu. U grafu hodnotíme správnost provedení, zejména průběh křivky, popsání osy, odečtení bodů ekvivalence.

*2×3,00 bodu*

**celkem 6,00 bodu**

**5) Rovnice:****Výpočet:**

$$c_{\text{Fe}^{2+}} = \frac{c_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot 5}{V_{\text{Fe}^{2+}}} = \frac{0,02 \cdot 0,007 \cdot 5}{0,01} = 0,07 \text{ mol dm}^{-3}$$

*za správný odečet objemů na základě grafů 1,00 bodu*

*za správný postup 2,00 bodu*

*za správnou numerickou odpověď 1,00 bodu*

**celkem 4,00 bodu**

- 6)** Dozor v laboratoři během soutěže zaznamenává body do tabulky uvedené v pokynech pro přípravu. Body strháváme po 0,5 bodu za závažné či opakované prohřešky proti správné praxi v chemické laboratoři a za špatně sestavenou aparaturu. První upozornění na nesprávnou techniku práce v uvedených oblastech (viz tabulka) je bez bodové srážky, další prohřešky již penalizujeme srážkou po 0,5 bodu.

<b>Technika práce</b>	<b>Bezpečnost práce</b>	<b>Pořádek na pracovišti</b>
max. 2 body	max. 2 bod	max. 1 bod

*maximálně 5,00 bodu*

## POKYNY PRO PŘÍPRAVU 1. PRAKTICKÉ ČÁSTI

### Pomůcky:

- kádinka 400 ml
- 2 × kádinka 250 ml
- 4 × kádinka 100 ml
- byreta 25 ml
- stojan s příslušenstvím
- lodička
- nedělená pipeta 10 ml
- 3×titrační baňka 250 ml
- odměrný válec 50 ml
- odměrný válec 10 ml
- malá nálevka
- kahan
- trojnožka
- keramická síťka
- sirky
- pipetovací balónek nebo nástavec
- lihový fix
- potenciometr s platinovou elektrodou
- míchačka s míchadlem
- lžička
- kovová špachtle
- stříčka s destilovanou vodou
- tyčinka

**Chemikálie:**

- $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  p.a.
- $\text{KMnO}_4 \approx 0,0200 \text{ mol dm}^{-3}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$

**Příprava roztoku manganistanu draselného o koncentraci  $0,0200 \text{ mol dm}^{-3}$** 

Na čistou suchou lodičku navažte přesně  $(3,16 \pm 0,01)$  g  $\text{KMnO}_4$ . Spláchněte jej z lodičky do kádinky rozpustte v destilované vodě. Roztok převedte do odměrné baňky o objemu 1 l a doplňte destilovanou vodou. Roztok je potřeba připravit předem před samotným stanovením.

**Příprava vzorku pro lichá čísla:**

Na analytických vahách navažte 27,4498 g Mohrovy soli. Navážky převedte do kádinky rozpustte v destilované vodě a roztok převedte do odměrné baňky o objemu 500 ml. Roztok doplňte po rysku destilovanou vodou a roztok zhomogenizujte. Do odměrné baňky o objemu 100 ml odpipetujte 50 ml tohoto roztoku. Ze skutečných navážek je potřeba vypočítat skutečnou koncentraci iontů v roztoku.

**Příprava vzorku pro sudá čísla:**

Na analytických vahách navažte 23,5284 g Mohrovy soli. Navážky převedte do kádinky rozpustte v destilované vodě a roztok převedte do odměrné baňky o objemu 500 ml. Roztok doplňte po rysku destilovanou vodou a roztok zhomogenizujte. Do odměrné baňky o objemu 100 ml odpipetujte 50 ml tohoto roztoku. Ze skutečných navážek je potřeba vypočítat skutečnou koncentraci iontů v roztoku.

## POKYNY PRO PŘÍPRAVU 2. PRAKTICKÉ ČÁSTI

### Pomůcky:

- kovová špachtle
- navažovací lodička
- skleněná tyčinka
- dělená pipeta 10 ml
- kádinka 50 ml
- 4× kádinka 100 ml
- 3× kádinka 250 ml
- odměrný válec 10 ml
- odměrný válec 100 ml
- byreta s teflonovým kohoutem nebo kuličkou 50 ml
- malá nálevka na doplnění byrety
- stojan s klemou a držákem
- stříčka s destilovanou vodou
- míchačka s výhřevnou deskou
- 2× magnetické míchadlo
- teploměr do 100 °C
- Büchnerova nálevka
- odsávací baňka 500 ml
- gumové těsnění pro vakuovou filtraci
- skleněná vanička
- nůžky
- 3× uzavíratelná nádoba na produkt
- pipetovací nástavec či balonek
- stopky
- hadr
- gumové prsty
- indikátorový papírek
- filtrační papír
- lihový fix

### Chemikálie:

- $\text{KMnO}_4$ ,  $c \approx 0,2500 \text{ mol dm}^{-3}$
- $\text{BaCl}_2$  p. a.
- KOH
- KI
- $\text{H}_2\text{O}_2$  10%
- $\text{NaCH}_3\text{COO}$  (bezvodý)
- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (bezvodý)
- acetylaceton (penta-2,4-dion) p. a.
- $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $c = 4 \text{ mol dm}^{-3}$
- destilovaná voda

### Příprava roztoku $\text{KMnO}_4$ , $c \approx 0,2500 \text{ mol dm}^{-3}$

Na analytických vahách odvážíme ( $39,509 \pm 0,5$ ) g manganistanu draselného. Toto množství převedeme do 1L kádinky a rozpustíme přibližně v 700 ml destilované vody. Získaný roztok převedeme kvantitativně do 1L odměrné baňky a doplníme destilovanou vodou po rysku. Následně odměrný roztok o jisté koncentraci převedeme do kádinky a zahříváme téměř k varu po dobu jedné hodiny. Roztok ochladíme na pokojovou teplotu a filtrujeme přes skleněný či keramický kelímek. Poté filtrát převedeme do čisté 1L hnědé láhve.

Alternativou zahřívání je příprava roztoku manganistanu draselného týden před konáním národního kola, s následnou filtrací přes skleněný či keramický kelímek.

Spotřeba roztoku na jednoho soutěžícího je 100 ml.

### Příprava roztoku kyseliny sírové, $c = 4 \text{ mol dm}^{-3}$

Do 1L kádinky nalejeme odměrným válcem 300 ml destilované vody a za stálého míchání přidáme ( $220 \pm 1$ ) ml 98% kyseliny sírové. Zředěnou kyselinu sírovou v kádince necháme ochladit na pokojovou teplotu a poté kvantitativně převedeme do 1L odměrné baňky. Následně odměrnou baňku doplníme po rysku destilovanou vodou a vzniklý roztok kyseliny sírové homogenizujeme.

Spotřeba roztoku na jednoho soutěžícího je 20 ml.



### **Příprava roztoku 10% peroxidu vodíku**

Do 1L kádinky nalejeme odměrným válcem 200 ml destilované vody a za stálého míchání přidáme  $(160 \pm 1)$  ml 30% peroxidu vodíku. Zředěný peroxid vodíku v kádince necháme ochladit na pokojovou teplotu a poté kvantitativně převedeme do 0,5L odměrné baňky. Následně odměrnou baňku doplníme po rysku destilovanou vodou a vzniklý roztok homogenizujeme.

Spotřeba roztoku na jednoho soutěžícího je 20 ml.

### **Chlorid barnatý**

Množství odpovídající jednomu soutěžícímu je 3 g  $\text{BaCl}_2$ . Toto množství by mělo být přiděleno ve dvou zásobních lahvích pro celé národní kolo.

### **Hydroxid draselný**

Množství odpovídající jednomu soutěžícímu je 6 g KOH. Toto množství by mělo být přiděleno ve dvou zásobních lahvích pro celé národní kolo.

### **Jodid draselný**

Množství odpovídající jednomu soutěžícímu je 0,5 g KI. Toto množství by mělo být přiděleno ve dvou zásobních lahvích pro celé národní kolo.

### **Octan sodný**

Množství odpovídající jednomu soutěžícímu je 5,0 g  $\text{NaCH}_3\text{COO}$ . Toto množství by mělo být přiděleno ve dvou zásobních lahvích pro celé národní kolo.

### **Acetylaceton (penta-2,4-dion)**

Množství odpovídající jednomu soutěžícímu je 5 ml acetylacetonu. Toto množství by mělo být přiděleno ve dvou zásobních lahvích pro celé národní kolo.

### **Uhličitan sodný**

Množství odpovídající jednomu soutěžícímu je 3,5 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Toto množství by mělo být přiděleno ve dvou zásobních lahvích pro celé národní kolo.