



**47. ročník**  
2010/2011

**KRAJSKÉ KOLO**  
kategorie A a E

**ŘEŠENÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH**

## TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)

### I. ANORGANICKÁ CHEMIE

- Úloha 1 Hydrazin jako raketové palivo 8,5 bodu**
- $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{NaClO} + 2 \text{NaOH} \longrightarrow \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5 bodu
  - $2 \text{NH}_3 + \text{NaClO} \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ ; chloramin  $\text{NH}_2\text{Cl}$  0,75 bodu
  - Z rovnice 2.:  $2 \text{NH}_3 + \text{NaClO} \longrightarrow \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ ,  
 pro přípravu  $\text{NaClO}$ ;  $2 \text{NaOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 $n_{\text{N}_2\text{H}_4} = \frac{m}{M} = \frac{20}{32,05} = 0,625 \text{ mol}$ ;  $V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,625 \cdot 8,314 \cdot 293,15}{101,325} = 15,034 \text{ dm}^3 \text{ Cl}_2$  2,5 bodu
  - $\text{H}-\text{N}(\text{H})_2$  a  $\text{Cl}-\text{O}^-$  1,25 bodu
  - $\text{N}_2\text{H}_4 \longrightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2$ ,  
 $2 \text{N}_2\text{H}_4 + \text{N}_2\text{O}_4 \longrightarrow 3 \text{N}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ . 0,75 bodu
  - $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$  0,5 bodu
  - $\text{H}-\text{N}(\text{H})_2$  a  $\text{N} \equiv \text{N}$  1,5 bodu
  - Hydrazin v reakci s dimerem oxidu dusičitého vystupuje jako redukovadlo. 0,25 bodu
  - $4 \text{Ag}^+ + \text{N}_2\text{H}_4 + 4 \text{OH}^- \longrightarrow 4 \text{Ag}^0 + \text{N}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$   
 Těto reakce lze využít k chemickém stříbření. 0,5 bodu

### Úloha 2 Černý střelný prach – použití v brokové munici 7,5 bodu

- $2 \text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} \longrightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + 3\text{CO}_2$   
 Látkové množství  $\text{KNO}_3$ :  $n = \frac{714,3}{101,108} = 7,06 \text{ mol}$ ,  $\frac{n_{\text{KNO}_3}}{2} = 3,53 \text{ mol}$   
 Látkové množství  $\text{S}$ :  $n = \frac{134,5}{32,064} = 4,19 \text{ mol}$   
 Látkové množství  $\text{C}$ :  $n = \frac{151,2}{12,011} = 12,59 \text{ mol}$ ,  $\frac{n_{\text{C}}}{3} = 4,19 \text{ mol}$   
 Pro výpočet je limitující množství dusičnanu draselného, proto při výpočtu objemu uvolněných plynů použijeme látkové množství dusičnanu draselného. Podle vyčíslené rovnice ze dvou molů  $\text{KNO}_3$  vzniknou čtyři moly plynných produktů ( $\text{N}_2 + \text{CO}_2$ ).  
 $V_{\text{plynů}} = \frac{4 n_{\text{KNO}_3} RT}{2 p} = \frac{2 \cdot 7,06 \cdot 8,314 \cdot 293,15}{101,325} = 339,64 \text{ dm}^3$  uvolněných plynů. 3 body
- $\Delta H_{\text{re}} = \frac{3}{2} \cdot 7,06 \cdot (-393,8) + \frac{1}{2} \cdot 7,06 \cdot (-406,2) - 7,06 \cdot (-494,5) = -2113,06 \text{ mol kg}^{-1}$  2 body

3. Ve 38 g černého prachu je obsaženo:  $n_{\text{KNO}_3} = \frac{7,06}{1000} 38 = 0,2683 \text{ mol KNO}_3$ ; pro látkové množství vzniklých plynů ( $\text{N}_2 + \text{CO}_2$ ) platí, že se jich vyvíjí dvojnásobek (vztaženo k množství zreagovaného dusičnanu, tj.  $n = 0,53656 \text{ mol plynů}$ ).

Pro objem nábojnice platí  $V_{\text{nábojnice}} = p \cdot r^2 \cdot v = p \cdot (11 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 70 \cdot 10^{-3} = 0,026609 \text{ dm}^3$ .

Tlak vypočteme ze stavové rovnice

$$p_{\text{plynů}} = \frac{4 n_{\text{KNO}_3} RT}{2 V} = \frac{2 \cdot 0,2683 \cdot 8,314 \cdot (273,15 + 2380)}{0,026609} = 0,44 \text{ GPa.}$$

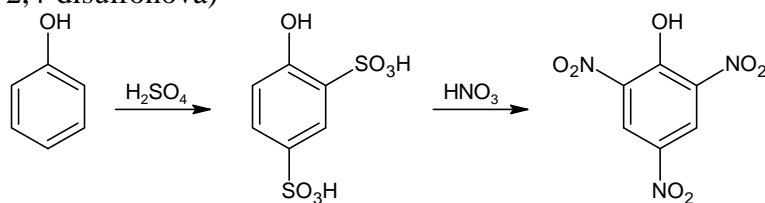
2,5 bodu

## II. ORGANICKÁ CHEMIE

### Úloha 1 Neznámá látka

9,5 bodu

1. **A** – kyselina pikrová, **B** – fenol, **C** – 4-hydroxybenzen-1,3-disulfonová kyselina (lze uznat i kyselina fenol-2,4-disulfonová)

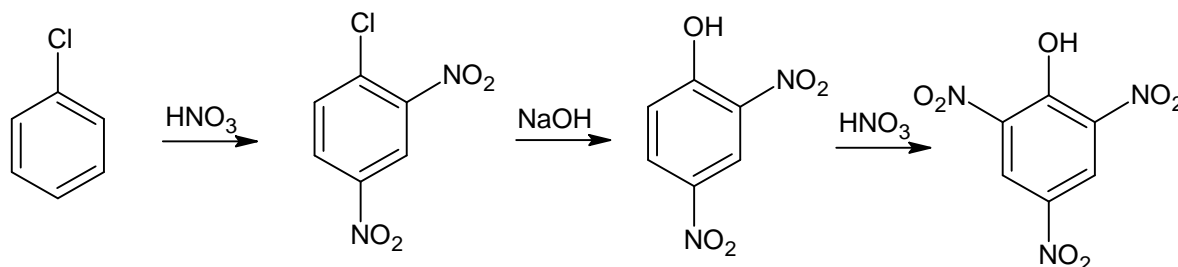


fenol      4-hydroxybenzen-1,3-disulfonová kyselina      2,4,6-trinitrofenol

*uvedení reakce 1 bod, pojmenování látek 3 × 0,25 bodu, celkem 1,75 bodu*

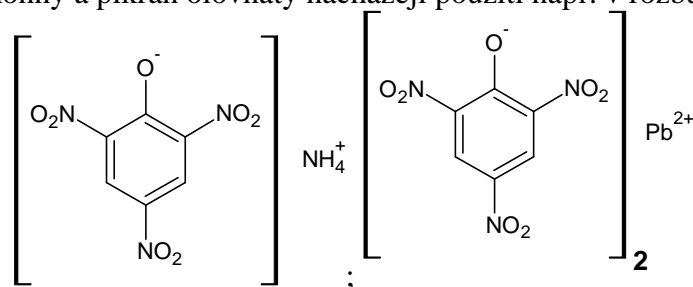
2. Přímou nitrací fenolu nitrační směsí mohou vlivem jeho vysoké reaktivity vzniknout vedlejší produkty (oxidací, kondenzací, zpřeskyřičnatěním apod.), znečišťující produkt a zmenšující výtěžek. 1 bod

3. Například:



*uvedený postup přípravy kyseliny pikrové z chlorbenzenu 2,5 bodu, je možné uznat jakýkoliv jiný způsob dávající smysl*

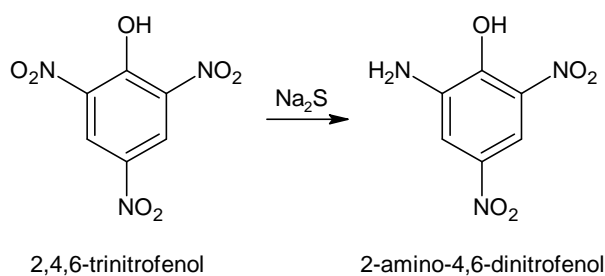
4. Pikran (pikrát) amonný a pikran olovnatý nacházejí použití např. v rozbuškách.



*uvedení vzorce 0,25 bodu, za uvedení názvu 0,25 b, za použití 0,25 bodu, celkem 1,25 bodu*

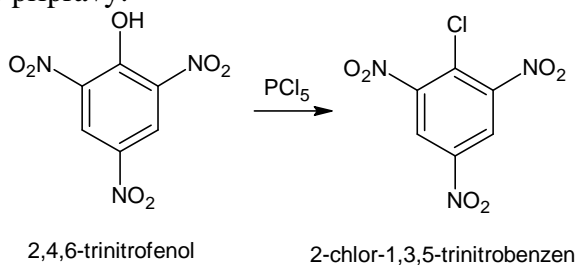
5. Z důvodu reakce kovu s kyselinou pikrovou za vzniku pikrátů citlivějších vůči nárazu. 0,5 bodu

6. Kyselina pikraminová, redukce kyseliny pikrové sulfidem sodným.



za uvedený postup přípravy kyseliny pikraminové, včetně uvedení redukovačla 1 bod,  
za uvedení triviálního názvu 0,25 bodu, za systematický název 0,25 bodu,  
celkem 1,5 bodu

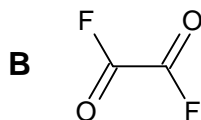
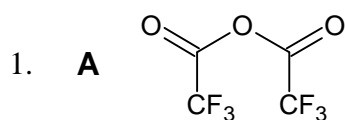
7. Přítomnost nitroskupin na jádře zvyšuje vlivem –M mezomerního efektu polaritu vazby O–H v molekule kyseliny pikrové a tím tedy zvyšuje kyselost oproti fenolu. 0,5 bodu
8. Pikrylchlorid, rovnice přípravy:



pojmenování 0,25 bodu, za uvedení rovnice 0,5 bodu

## Úloha 2 Energeticky bohaté molekuly v atmosféře

6,5 bodu

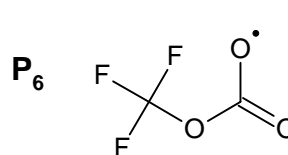
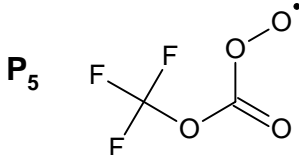
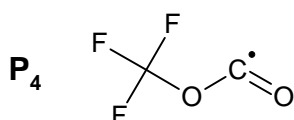
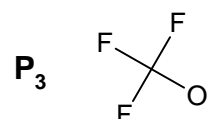
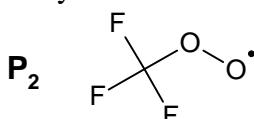
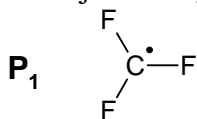


za každou správnou strukturu 0,75 bodu,  
celkem 1,5 bodu

2. Trifluormethyl(fluorformyl)peroxykarbonát  
Lze uznat i jiný název, který vystihuje strukturu, např.:  
Trifluor({[(fluorformyl)peroxy]karbonyl}oxy)methan

0,5 bodu

3. Vznikají radikály následující struktury:



každý správně uvedený radikál 0,75 bodu,  
celkem 4,5 bodu

### III. FYZIKÁLNÍ CHEMIE

#### Úloha 1 RDX (Royal Demolition Explosive) a HMX (High Melting Point Explosive)

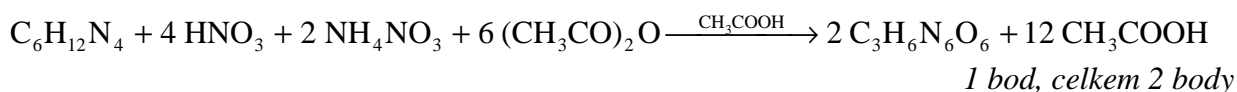
12,5 bodu

1. Látka **A** je RDX, látka **B** je HMX. 1 bod  
 2. **A:**  $(\text{CH}_2\text{N-NO}_2)_3$  0,5 bodu  
**B:**  $(\text{CH}_2\text{N-NO}_2)_4$  0,5 bodu, celkem 1 bod

3. Woolwichův postup 1 bod  

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4 + 6 \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6 + 3 \text{CO}_2 + 2 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$$

Bachmannův postup



4. Rozklad látky **A** při nepřístupu kyslíku podle rovnice 0,5 bodu  

$$\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6 \longrightarrow 3 \text{CO} + 3 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{N}_2$$

Výpočet tepelného zabarvení reakce  $\Delta_r H^\circ$  je proveden ze spalných tepel. Nejprve je třeba dopočítat  $\Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{CO}(\text{g}))$ . To je možné z Hessova zákona, protože  $\Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{C}(\text{s})) = \Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{CO}_2(\text{g}))$ .

$$\Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{CO}(\text{g})) = \Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{C}(\text{s})) - \Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{CO}(\text{g})) = -283,0 \text{ kJ mol}^{-1} \quad 0,5 \text{ bodu}$$

$$\Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = \Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) - \Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g} \rightarrow \text{l}), 25^\circ\text{C}) = -44,00 \text{ kJ mol}^{-1} \quad 0,5 \text{ bodu}$$

$$\begin{aligned} \Delta_r H^\circ &= -\sum_i n_i \Delta_{i,\text{sp}} H^\circ = -[3\Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{CO}(\text{g})) + 3\Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) + 3\Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{N}_2(\text{g})) - \Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{A}(\text{s}))] = \\ &= -1139 \text{ kJ mol}^{-1} \quad 0,5 \text{ bodu} \end{aligned}$$

Rozklad látky **B** při nepřístupu kyslíku podle rovnice

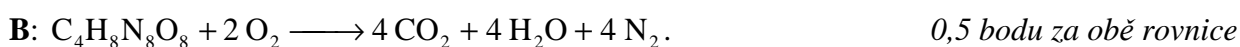
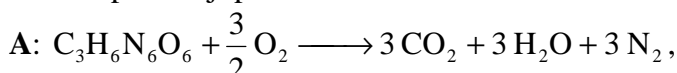


Tepelné zabarvení reakce bude vypočítáno ze slučovacích tepel. Opět je třeba dopočítat slučovací entalpii plynné vody pomocí Hessova zákona a spalné entalpie vodíku

$$\Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = \Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) + \Delta_{\text{spal}} H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l} \rightarrow \text{g}), 25^\circ\text{C}) = -241,8 \text{ kJ mol}^{-1} \quad 0,5 \text{ bodu}$$

$$\begin{aligned} \Delta_r H^\circ &= \sum_i n_i \Delta_{i,\text{sluč}} H^\circ = 4\Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{CO}(\text{g})) + 4\Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) + 4\Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{N}_2(\text{g})) - \Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{B}(\text{s})) = \\ &= -1512 \text{ kJ mol}^{-1}. \quad 0,5 \text{ bodu, celkem 3,5 bodu} \end{aligned}$$

5. Reakce probíhají podle rovnic



Respektive pro empirický vzorec  $\text{CH}_2\text{N}_2\text{O}_2$  (pouhé vykrácení rovnice počtem atomu uhlíku v molekule, vztaženo na jeden uhlík, 1 C)



Reakční entalpie vztažená na jeden uhlík (1 C) je

$$\Delta_{\text{sluč}} H^\circ(1 \text{ C(s)}) = \frac{1}{4} \Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\mathbf{B(s)}) = 25,75 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

$$\Delta_r H^\circ(1 \text{ C}) = \sum_i n_i \Delta_{i, \text{sluč}} H^\circ = \Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) + \Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) + \Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{N}_2(\text{g})) - \Delta_{\text{sluč}} H^\circ(1 \text{ C}(\text{g})) - \frac{1}{2} \Delta_{\text{sluč}} H^\circ(\text{O}_2(\text{g})) = -661,1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

0,5 bodu

A potom tedy pro 1 mol látky **A** a 1 mol látky **B**

$$\mathbf{A}: \Delta_r H^\circ = 3\Delta_r H^\circ(1 \text{ C}) = -1983 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\mathbf{B}: \Delta_r H^\circ = 4\Delta_r H^\circ(1 \text{ C}) = -2644 \text{ kJ mol}^{-1}$$

0,5 bodu

Porovnáním uvolněného tepla je vidět, že při přístupu kyslíku se uvolní téměř dvojnásobné množství energie.

0,5 bodu, celkem 2,5 bodu

6. Výpočet uvolněného tepla je opět zjednodušen, pokud si uvědomíme, že obsahuje „pouze“  $\text{CH}_2\text{N}_2\text{O}_2$ . Není tedy nutné počítat hmotnost látky **A** a látky **B** v 1 kg směsi.

$$M_{\text{CH}_2\text{N}_2\text{O}_2} = 74,04 \text{ g mol}^{-1}$$

Látkové množství těchto  $\text{CH}_2\text{N}_2\text{O}_2$  v 1 kg je

$$n_{\text{CH}_2\text{N}_2\text{O}_2} = \frac{m}{M_{\text{CH}_2\text{N}_2\text{O}_2}} = 13,51 \text{ mol}$$

0,5 bodu

Z jednoho molu se uvolní 661,1 kJ energie.

0,5 bodu

$$\Delta H^\circ(m = 1 \text{ kg}) = n_{\text{CH}_2\text{N}_2\text{O}_2} \cdot \Delta_r H^\circ(1 \text{ C}) = -8928 \text{ kJ}$$

0,5 bodu, celkem 1,5 bodu

za správné považujte i jiné postupy vedoucí ke shodným výsledkům

7. Podle předcházejících úvah

$$\Delta_{\text{spal}} H^\circ(\mathbf{B(s)}) = \frac{4}{3} \Delta_{\text{spal}} H^\circ(\mathbf{A(s)}) = -2827 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Spalná entalpie látky **B** je srovnatelná s publikovanou hodnotou, liší se o 0,250 0 %.

1 bod

**Úloha 2 Inertní plyn – helium**

**3,5 bodu**

1. Van der Waalsovou rovnici můžeme zapsat v následujícím tvaru

$$(p + a/V_m^2) \cdot (V_m - b) = RT \quad 1 \text{ bod}$$

Molární objem  $V_m$  vypočítáme pomocí objemu nádoby, známé hmotnosti helia  $m$  a atomové hmotnosti helia  $A_{\text{He}}$ .

$$V_m = \frac{V}{n} = \frac{VA_{\text{He}}}{m} = 3,104 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \quad 0,5 \text{ bodu}$$

Ve van der Waalsově rovnici je neznámý jen tlak, který může být vyjádřen např. ve tvaru

$$p = \frac{RTV_m^2 - aV_m + ab}{V_m^2(V_m - b)} = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2} = 8,500 \cdot 10^6 \text{ Pa.}$$

Tlak v plynové lahvi je  $8,500 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ .

*1,5 bodu*

2. Inertní je možné přeložit jako netečný.

*0,5 bodu*



## IV. BIOCHEMIE

### Úloha 1

6 bodů

1. b), d) 2 body
2. L-malát je dehydrogenován malátdehydrogenázou. 2 body
3. Vytvoří se:
  - a) 3 molekuly ATP,
  - b) 2 molekuly ATP. 2 body

### Úloha 2

6 bodů

1.
  - a)  $\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq} = 7,55 \text{ kJ mol}^{-1}$
  - b)  $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{3 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-4}} = -2,85 \text{ kJ mol}^{-1}$  2 body
2. Postup výpočtu:  $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[\text{D - glukosa - 6 - fosfát}]}{[\text{D - glukosa - 1 - fosfát}]}$ .
  - a)  $\Delta G = -7,28 \text{ kJ mol}^{-1}$  (afinita reakce je  $7,28 \text{ kJ mol}^{-1}$ ), reakce poběží zleva doprava, bude se tvořit D-glukosa-6-fosfát.
  - b)  $\Delta G = 0,53 \text{ J mol}^{-1}$  (afinita reakce je téměř nulová), reakce nepoběží, je v rovnováze.
  - c)  $\Delta G = 4,13 \text{ kJ mol}^{-1}$  (afinita reakce je  $-4,13 \text{ kJ mol}^{-1}$ ), reakce poběží zprava doleva, bude se tvořit D-glukosa-1-fosfát. 4 body

## PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

### Úloha 1 Stanovení rozpustných dusitanů dle Lungeho

20 bodů

Bodové hodnocení je třeba spočítat pro průměrnou spotřebu vzorku při titraci odměrného roztoku  $\text{KMnO}_4$ , a to dle následující tabulky.

Průměrná odchylka	Počet bodů
0,0 – 0,3 ml	15
0,3 ml – 1,3 ml	$15 \times (1,3 - \text{odchylka})$
$\geq 1,3$ ml	0

Odchylka se udává v absolutní hodnotě (v ml) od hodnoty experimentálně zjištěné organizátory, body se uvádí s přesností na 0,5 bodu. *celkem za spotřeby 15 bodů*

Na základě rovnice uvedené v zadání reagují ionty  $\text{NO}_2^-$  a  $\text{MnO}_4^-$  ve stechiometrickém poměru 5 : 2, tedy pro látkové množství stanovovaných dusitanů platí

$$n(\text{NO}_2^-) = 5/2 \times c(\text{MnO}_4^-) \times V(\text{MnO}_4^-).$$

Pro hmotnost kyseliny dusité v objemu vzorku spotřebovaném pro titraci 10 ml odměrného roztoku manganistanu platí vztah

$$m_1(\text{HNO}_2) = M_r(\text{HNO}_2) \times n(\text{NO}_2^-).$$

Pro hmotnost kyseliny dusité ve 100 ml odměrné baňce platí

$$m(\text{HNO}_2) = m_1(\text{HNO}_2) \times 100/V_{\text{vz.}}$$

Po dosazení hodnot do výše uvedených vztahů platí

$$m(\text{HNO}_2) = 5/2 \times c(\text{MnO}_4^-) \times 10 \times 47,01 \times 100/V_{\text{vz}}$$

Do výpočtu je třeba spotřeby odměrných roztoků dosazovat v ml, koncentrace v  $\text{mol dm}^{-3}$ . Hmotnost kyseliny dusité pak vyjde v mg. *za správný postup výpočtu 5 bodů*

### Úloha 2 Standardizace odměrného roztoku $\text{KMnO}_4$

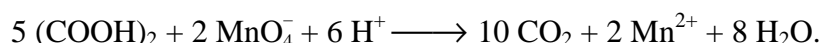
10 bodů

Bodové hodnocení je třeba spočítat pro průměrnou spotřebu odměrného roztoku  $\text{KMnO}_4$ , a to dle následující tabulky.

Průměrná odchylka	Počet bodů
0,0 – 0,2 ml	5
0,2 ml – 0,7 ml	$5 \times (1,4 - 2 \times \text{odchylka})$
$\geq 0,7$ ml	0

Odchylka se udává v absolutní hodnotě (v ml) od hodnoty experimentálně zjištěné organizátory, body se uvádí s přesností na 0,5 bodu. *celkem za spotřeby 5 bodů*

Standardizace odměrného roztoku manganistanu probíhá dle rovnice



Pro přesnou koncentraci odměrného roztoku manganistanu tedy platí:

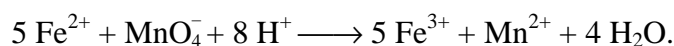
$$c(\text{MnO}_4^-) = \frac{2 \times c(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) \times V(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)}{5 \times V(\text{MnO}_4^-)}$$

za správný postup výpočtu 5 bodů

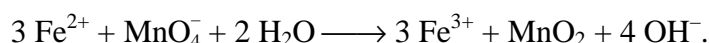
### Úloha 3 Kontrolní otázky

10 bodů

1. Kyselina sírová upravuje pH roztoku na hodnotu vhodnou pro oxidaci  $\text{Fe}^{2+}$  podle této rovnice



V neutrálním prostředí probíhá reakce s jinou stechiometrií



Nadbytek kyseliny sírové zaručuje kvantitativní průběh oxidace podle první rovnice.

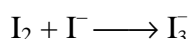
za zdůvodnění kyselého prostředí 1 bod,

za vyčíslenou rovnicí 1 bod,

celkem 2 body

2. Odměrný roztok jodu:

- a) Odměrný roztok  $\text{I}_2$  lze připravit rozpuštěním odpovídajícího množství jodu v roztoku KI



Při reakci vzniká rozpustný trijodid, který je v roztoku přítomen v plně disociované formě. Samotný jod se ve vodě nerozpouští.

- b) Škrob je polysacharid, ve kterém jsou glukózové jednotky spojeny do amylozové šroubovice. Reakcí trijodidového aniontu ( $\text{I}_3^-$ ) se škrobem vznikají modře zbarvené klatráty  $\text{I}_3^-$ -škrob, jejichž zbarvení je závislé na struktuře škrobu a na teplotě roztoku. Modré zbarvení je tedy podmíněno společnou přítomností  $\text{I}_2$  a  $\text{I}^-$  v roztoku.

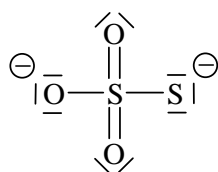
za způsob přípravy odměrného roztoku  $\text{I}_2$  1 bod,

za vysvětlení funkce škrobového mazu 1 bod,

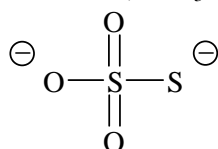
celkem 2 body

3. Thiosíran,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

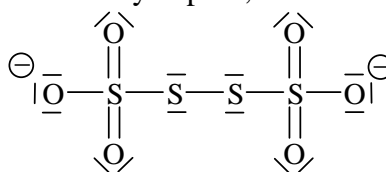
Požadované vzorce lze psát i bez volných elektronových párů, a to následovně.



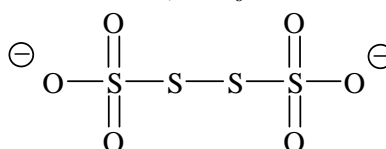
Thiosíran,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$



Tetrathionan,  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$



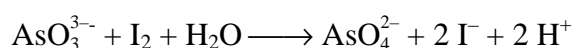
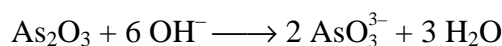
Tetrathionan,  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$



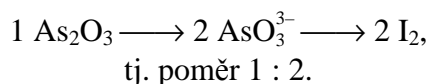
za každý vzorec 1 bod, tj. max. 2 body

4. Standardizace odměrného roztoku.

- a)



Pro stechiometrický poměr mezi jodem a oxidem arsenitým tedy platí



Látkové množství  $\text{I}_2$  potřebného pro oxidaci naváženého  $\text{As}_2\text{O}_3$  lze vypočítat dle vztahu

$$n(\text{I}_2) = 2 \times m(\text{As}_2\text{O}_3)/M(\text{As}_2\text{O}_3).$$

Koncentrace odměrného roztoku jodu je určena vztahem

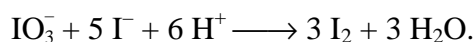
$$c(\text{I}_2) = n(\text{I}_2)/V(\text{I}_2).$$

Po dosazení hodnot do výše uvedených vztahů platí

$$n(\text{I}_2) = 2 \times 0,1939/197,84 = 0,00196 \text{ mol} = 1,96 \text{ mmol},$$

$$c(\text{I}_2) = 1,96 / 9,36 = 0,2094 \text{ mmol ml}^{-1} = 0,2094 \text{ mol dm}^{-3}.$$

- b) Koncentrace jodového roztoku v kyselém prostředí nesouhlasí přesně s koncentrací stejného roztoku v neutrálním prostředí, protože i nejčistší preparáty jodidu draselného použitého k přípravě jodového roztoku obsahují alespoň stopy jodičnanu. Ten se při titraci v neutrálním prostředí neuplatní, ale v kyselých roztocích oxidují jodid na jod podle rovnice



Koncentrace jodového roztoku je tedy v kyselém prostředí vždy větší než v neutrálním.

za a) výpočet a výsledek 3 body  
za zodpovězení podotázky b) 1 bod  
tj. celkem 4 body

## POKYNY PRO PŘÍPRAVU PRAKTICKÉ ČÁSTI

### Pomůcky:

- 2× titrační baňka 250 ml,
- byreta 25 ml,
- malá nálevka,
- pipeta 10 ml,
- odměrný válec 10 ml,
- kádinka 50 a 250 ml,
- váženka,
- lžička,
- kahan,
- trojnožka,
- síťka,
- teploměr (do 100 °C),
- stříčka s destilovanou vodou.

### Chemikálie:

- odměrný roztok  $\text{KMnO}_4$  ( $c = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$ ),
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$ ),
- zásobní roztok  $(\text{COOH})_2$  ( $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ ),
- vzorek dusitanu v odměrné baňce 100 ml.

### Příprava $0,02 \text{ mol dm}^{-3}$ odměrného roztoku $\text{KMnO}_4$

Pro přípravu odměrného roztoku manganistanu je třeba přibližně 3,5 g  $\text{KMnO}_4$ , p. a. rozpustit v přibližně 1 litru redestilované nebo kvalitní destilované vody a roztok nechat v tmavé láhvi odstát cca 2 týdny. Po této době, kdy dojde k ustálení koncentrace roztoku  $\text{KMnO}_4$ , je třeba jeho přesnou koncentraci určit titrací zásobního roztoku kyseliny šťavelové o přesné koncentraci.

### Příprava $2 \text{ mol dm}^{-3}$ $\text{H}_2\text{SO}_4$

Je třeba rozpustit cca 112 ml kyseliny sírové, p. a. (96%,  $\rho = 1,83 \text{ g cm}^{-3}$ ) v přiměřeném množství destilované vody (cca 750 ml) a po zchladnutí doplnit do odměrné baňky na 1000 ml.

### Příprava zásobního roztoku $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ kyseliny šťavelové

Kyselina šťavelová má charakter základní látky. Pro přípravu 1 litru zásobního roztoku je třeba s přesností na 4 desetinná místa cca 6,3050 g dihydrátu kyseliny šťavelové, což je hmotnost odpovídající koncentraci přesně  $0,0500 \text{ mol dm}^{-3}$ . Skutečnou koncentraci zásobního roztoku je pak třeba spočítat ze skutečné navážky.

### Příprava vzorku dusitanu

Pro přípravu vzorku je třeba nejprve připravit zásobní roztok dusitanu o koncentraci cca  $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$  rozpuštěním navážky příslušného dusitanu v destilované vodě (např. 34,5 g  $\text{NaNO}_2$  nebo 42,5 g  $\text{KNO}_2$ ) a doplněním na objem 1 litr. Soutěžícím je pak třeba do 100 ml odměrných baněk přesně odměřit 10 ml tohoto zásobního roztoku. Přesný obsah dusitanů ve vzorku je třeba experimentálně určit na základě titrace provedené organizátory.

