



Сојуз на хемичарите и технолозите на Македонија

Натпревари по хемија за ученици од основно и средно образование

ДРЖАВЕН НАТПРЕВАР ПО ХЕМИЈА

17 мај 2025

- 1) Тестовите се захефтани заедно со коверти. Во секој коверт има ливче во кое треба да ги пополниш своите податоци: име и презиме, училиште, ментор, и да го **залепиш ковертот!**
- 2) Не ставај никаква ознака на тестот, ковертот или просторот за внесување на шифра (шифрата ја внесува комисијата). Доколку се забележи некаков знак на тестот или ковертот, следува дисквалификување.
- 3) Решавај го тестот користејќи **сино хемиско пенкало**, одговорите напишани со молив нема да бидат признаени.
- 4) Забранета е употреба на учебници, книги, тетратки, ливчиња, празни листови, периоден систем, мобилен телефон и сл. Мобилните телефони треба да бидат оставени на катедрата или надвор од просторијата.
- 5) Забранет е **било каков** разговор меѓу натпреварувачите. Ако имаш некое прашање, тогаш тестаторот треба да го повика одговорниот наставник.
- 6) Внимателно прочитај го тестот и одговори според барањата со внесување на **решението во предвидениот простор од задачата**. Комисијата **ќе ги оценува само одговорите напишани во предвидениот простор за тоа**. Празната опачина на секој лист може да се користи за слободно решавање, но тоа нема да се оценува!
- 7) Максималниот број поени што може да се освојат е **50**: 40 поени од теориски проблеми и 10 поени од замислен експеримент.
- 8) Натпреварот **трае 120 минути**. Тестовите предадени по предвиденото време нема да се земат предвид за прегледување.

Ви посакуваме успех!

Пополнува комисијата

Теориски проблеми: _____

Замислен експеримент: _____

Вкупно поени: _____

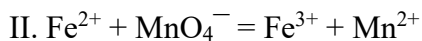
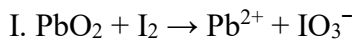
Прегледал (Име и презиме)

ТЕОРИСКИ ПРОБЛЕМИ

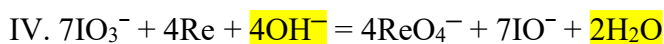
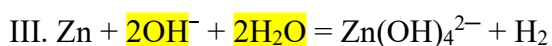
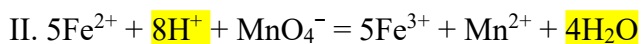
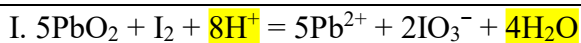
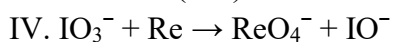
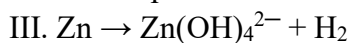
Запишете го начинот на решавање и одговорот на предвиденото место за тоа!
Решавањето надвор од предвиденото место нема да се прегледува!

1. А. Дополни ги соодветно равенките (според тоа дали се одвиваат во кисела или во базна средина) и израмни ги со употреба на електронска шема.

Во кисела средина се одвиваат:



Во базна средина се одвиваат:



4x2 п = 8 п

В. Еден раствор содржи и железо(II) и железо(III) јони. Земени се 50,0 mL од овој раствор, извршена е титрација со стандарден раствор од KMnO_4 со концентрација 0,0033 mol/L во присуство на сулфурна киселина. При тоа се потрошени 28,8 mL од стандардниот раствор од KMnO_4 за оксидација на Fe^{2+} во Fe^{3+} , а перманганатните јони се редуцирани до манган(II) јони (според равенката II од А.)

Пресметај ја концентрацијата на Fe^{2+} во испитуваниот раствор.

$$\begin{aligned}n(\text{Fe}^{2+}) &= 5n(\text{KMnO}_4) & n(\text{Fe}^{2+}) &= 5 \cdot c(\text{KMnO}_4) \cdot V_1(\text{KMnO}_4) \\c(\text{Fe}^{2+}) \cdot V_{\text{r-r}} &= 5 \cdot c(\text{KMnO}_4) \cdot V_1(\text{KMnO}_4) & n(\text{Fe}^{2+}) &= 5 \cdot 0,0033 \text{ mol/L} \cdot 0,0288 \text{ L} \\c(\text{Fe}^{2+}) &= 5 \cdot c(\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4) / V_{\text{r-r}} & n(\text{Fe}^{2+}) &= 0,4752 \text{ mmol} \\c(\text{Fe}^{2+}) &= 5 \cdot 0,0033 \text{ mol/L} \cdot 0,0288 \text{ L} / 0,050 \text{ L}\end{aligned}$$

$$c(\text{Fe}^{2+}) = 0,0095 \text{ mol/L}$$

3 п.

С. Потоа се повторно земени 50,0 mL од растворот од примерокот и третирани се со метален цинк (за редукција на целото количество Fe^{3+} до Fe^{2+}). Добиениот раствор е титриран со стандардниот раствор од KMnO_4 со истата концентрација (0,0033 mol/L KMnO_4) и во втората титрација се потрошени 42,4 mL.

Пресметај ја концентрацијата на Fe^{3+} во испитуваниот раствор.

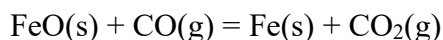
$$\begin{aligned}n(\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}) &= 5 \cdot n(\text{KMnO}_4) \\n(\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}) &= 5 \cdot c(\text{KMnO}_4) \cdot V_2(\text{KMnO}_4) \\n(\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}) &= 5 \cdot 0,0033 \text{ mol/L} \cdot 0,0424 \text{ L} \\n(\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}) &= 0,6996 \text{ mmol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}c(\text{Fe}^{3+}) &= n(\text{Fe}^{3+}) \cdot V_{\text{r-r}} \\n(\text{Fe}^{3+}) &= n(\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}) - n(\text{Fe}^{2+}) = (0,6996 - 0,4752) \text{ mmol} \\c(\text{Fe}^{2+}) &= 0,0002244 \text{ mol} / 0,0050 \text{ L} \\c(\text{Fe}^{3+}) &= 0,0045 \text{ mol/L}\end{aligned}$$

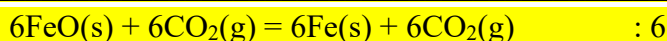
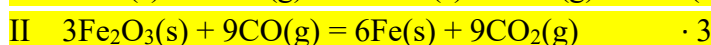
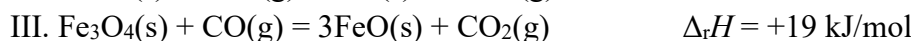
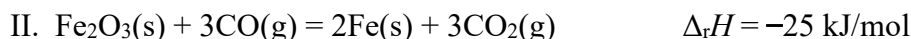
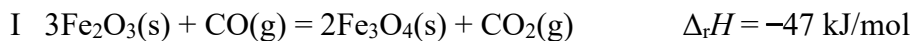
3 п.

2. Железо се добива со преработка на различни железни руди од кои најзастапени се магнетит (Fe_3O_4) и хематит (Fe_2O_3).

A. Една реакција која е дел од процесот на добивање на железо од железна руда е прикажана со равенката:



Пресметај ја енталпијата на оваа реакција ако се дадени следните термохемиски равенки:



$$(-2 \cdot \text{III} + 3 \cdot \text{II} + -1 \cdot \text{I})/6:$$

$$[(-2) \cdot 19 \text{ kJ} + 3 \cdot (-25 \text{ kJ}) + (-1) \cdot (-47 \text{ kJ})]/6 =$$

$$(-38 - 75 + 47) \text{ kJ}/6 = (-113 + 47) \text{ kJ}/6 = -66/6 = -11 \text{ kJ}$$

$$\Delta_r H = -11 \text{ kJ/mol}$$

3 п.

Имајќи ги предвид претходните термохемиски равенки пресметај го топлинскиот ефект на процесот за добивање на 1 t железо тргнувајќи од:

B. хематит (Fe_2O_3) и

C. магнетит (Fe_3O_4).

$$A_r(\text{Fe}) = 55,85; A_r(\text{O}) = 16,00$$

B. Хематит Fe_2O_3



$$\Delta H = \Delta_r H \cdot \Delta \xi = \Delta_r H \cdot \Delta n/\nu = -25 \text{ kJ/mol} \cdot 17905,1 \text{ mol}/2 = -223813 \text{ kJ} = -223,8 \text{ GJ}$$

$$\Delta n = m(\text{Fe})/M(\text{Fe}) = 1000000 \text{ g}/55,85 \text{ g/mol} = 17905,1 \text{ mol}$$

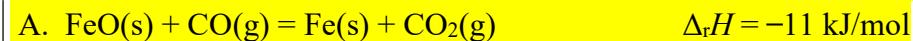
$$\Delta H = -223,8 \text{ GJ}$$

3 п.

С. Магнетит Fe_3O_4



Треба да се пресмета:



$$\Delta_r H = \Delta_r H(\text{III}) + 3 \cdot \Delta_r H(\text{A}) = +19 \text{ kJ/mol} + 3 \cdot (-11 \text{ kJ/mol}) = -14 \text{ kJ/mol}$$

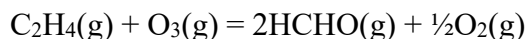
$$\Delta H = \Delta_r H \cdot \Delta \zeta = \Delta_r H \cdot \Delta n / \nu = -14 \text{ kJ/mol} \cdot 17905,1 \text{ mol} / 3 = -83557 \text{ kJ} = -83,6 \text{ GJ}$$

$$\Delta n = m(\text{Fe}) / M(\text{Fe}) = 1000000 \text{ g} / 55,85 \text{ g/mol} = 17905,1 \text{ mol}$$

$$\Delta H = -83,6 \text{ GJ}$$

4 п.

3. Да се определи брзината на хемиската реакција дадена со равенката:



А. За реакцијата која се изведува на $40\text{ }^\circ\text{C}$, познато е дека за време од 24 часа се образувале $4,5\text{ mg HCHO}$, а реакцијата се изведувала во сад со волумен од 15 L .

$A_r(\text{H}) = 1$; $A_r(\text{O}) = 16$; $A_r(\text{C}) = 12$;

$$v = \frac{\Delta\xi}{V \cdot \Delta t} = \frac{\Delta n(\text{HCHO})}{\nu \cdot V \cdot \Delta t} = \frac{n(\text{HCHO}) - n(\text{HCHO})_0}{\nu \cdot V \cdot \Delta t}$$

$$v = \frac{n(\text{HCHO})}{\nu \cdot V \cdot \Delta t} = \frac{m(\text{HCHO})}{M(\text{HCHO}) \cdot \nu \cdot V \cdot \Delta t} = \frac{4,5 \cdot 10^{-3}\text{ g}}{30\text{ g/mol} \cdot 2 \cdot 15\text{ L} \cdot 36400\text{ s}}$$

$$v(40\text{ }^\circ\text{C}) = 1,37 \cdot 10^{-10}\text{ mol L}^{-1}\text{ s}^{-1}$$

3 п.

В. Да се определи брзината на реакцијата при температура од $60\text{ }^\circ\text{C}$, ако се знае дека температурниот коефициент за оваа реакција изнесува 4.

$\gamma = 4 \rightarrow$ при зголемување на температурата за $10\text{ }^\circ\text{C}$, брзината на реакцијата ќе се зголеми за 4 пати. При зголемување на температурата за $20\text{ }^\circ\text{C}$, брзината на хемиската реакција ќе се зголеми за $4^2 = 16$ пати:

$$v(60\text{ }^\circ\text{C}) = 16 v(40\text{ }^\circ\text{C})$$

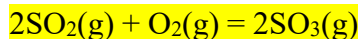
$$v(60\text{ }^\circ\text{C}) = 16 \cdot 1,37 \cdot 10^{-10}\text{ mol L}^{-1}\text{ s}^{-1}$$

$$v(60\text{ }^\circ\text{C}) = 2,2 \cdot 10^{-9}\text{ mol L}^{-1}\text{ s}^{-1}$$

3 п.

4. Во еден сад со волумен од 2 L биле внесени определени количества сулфур диоксид и кислород. По воспоставување на хемиската рамнотежа на 1000 °C било утврдено дека рамнотежните концентрации на SO₂, O₂ и SO₃ се 3,33 mol/m³; 4,90 mol/m³ и 3,96 mol/m³, соодветно.

А. Да се определат почетните количества на SO₂ и O₂ кои биле внесени во системот!



$$n(\text{SO}_2)_e = c(\text{SO}_2)_e \cdot V = 3,33 \text{ mol m}^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 6,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2)_e = c(\text{O}_2)_e \cdot V = 4,90 \text{ mol m}^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 9,80 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_3)_e = c(\text{SO}_3)_e \cdot V = 3,96 \text{ mol m}^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 7,92 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_3)_e = n(\text{SO}_2)_{\text{изр.}}$$

$$n(\text{SO}_2)_o = n(\text{SO}_2)_e + n(\text{SO}_2)_{\text{изр.}} = n(\text{SO}_2)_e + n(\text{SO}_3)_e$$

$$n(\text{SO}_2)_o = 6,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol} + 7,92 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,456 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2)_o = 1,456 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2)_{\text{изр.}} : n(\text{SO}_3)_e = 1 : 2 \quad n(\text{O}_2)_{\text{изр.}} = \frac{1}{2} n(\text{SO}_3)_e$$

$$n(\text{O}_2)_o = n(\text{O}_2)_e + n(\text{O}_2)_{\text{изр.}} = n(\text{O}_2)_e + \frac{1}{2} n(\text{SO}_3)_e$$

$$n(\text{O}_2)_o = 9,80 \cdot 10^{-3} \text{ mol} + \frac{1}{2} \cdot 7,92 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,376 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2)_o = 1,376 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

3+3 п.

В. Колку изнесува концентрациската константа на хемиската рамнотежа?

$$K_c = \frac{c(\text{SO}_3)_e^2}{c(\text{SO}_2)_e^2 \cdot c(\text{O}_2)_e} = \frac{(3,96 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3})^2}{(3,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3})^2 \cdot 4,90 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}}$$

$$K_c = 289 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} (0,289 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1})$$

2 п.

С. Означи во која насока ќе се помести рамнотежата доколку во реакцискиот систем:

се зголеми притисокот! ☐ кон десно ☐ кон лево ☐ нема ефект

бидејќи: _____

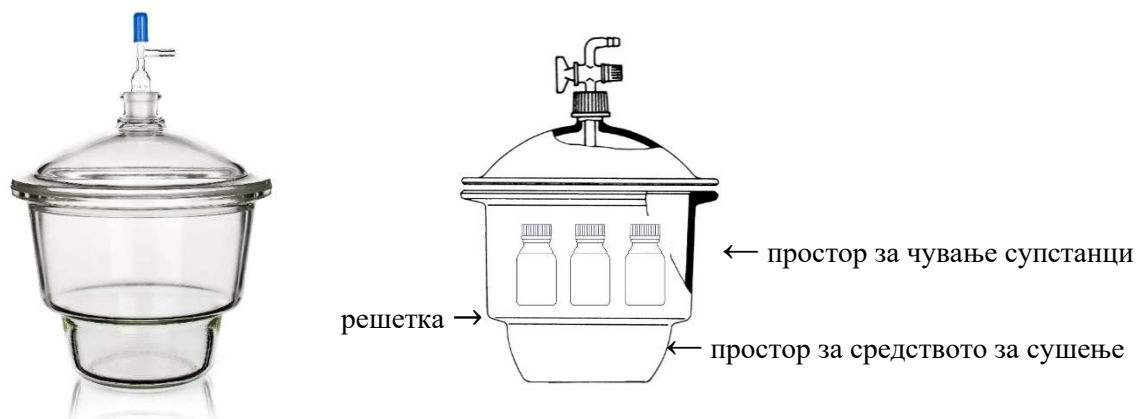
се внесе хелиум! ☐ кон десно ☐ кон лево ☐ нема ефект

бидејќи: _____

2 п.

ЗАМИСЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

За да се избегне апсорпција на влага од страна на некои соединенија, тие се чуваат во стаклени садови наречени ексикатори (Слика 1). Во долниот дел од ексикаторот се става средство за сушење кое игра улога на материјал кој ја апсорбира влагата и овозможува воздухот во ексикаторот да биде сув. Над средството за сушење се поставува решетка на која, пак, се поставуваат шишињата со супстанците.



Слика 1. Изглед на ексикатор и шематски приказ.

Како резултат на користење на несоодветно средство за сушење, етикетите на складираните шишиња со реагенси биле уништени. Според податоците од пописот, било утврдено дека во тие шишиња има некои од наведените супстанции:



За испитување на супстанците може да се користат само лабораториски чаши, стаклени стапчиња, лажички, термометар, универзална индикаторска хартија и дестилирана вода (Слика 2).



Слика 2. Лабораториска опрема која може да се користи за испитување на супстанците од шишињата (лабораториска чаша, стаклени стапчиња, шпатула за хемикалии, живин термометар, ленти од универзална индикаторска хартија).

1. Сите цврсти супстанции од шишињата имаат бела боја. Врз основа на лабораториската опрема која е на располагање, да се определи содржината на секое шише, т.е. да се објасни како ќе се направи идентификацијата на секоја од супстанците. Да се смета дека за анализа се земени исти маси од супстанците (приближно 0,2 g во 20 mL дестилирана вода).

(8 поени)

Врз основа на промена на боја:

При процесот на растворање, сите супстанции ќе образуваат водни раствори кои ќе бидат безбојни, освен во случајот на CuSO_4 , кој при растворање ќе образува раствор со сина боја. На таков начин ќе се утврди во кое шише бил присутен CuSO_4 .

Врз основа на температурните ефекти:

Ако при растворањето се следат температурните промени, можни се два исходи и тоа при растворање да се намалува температурата на растворот или да се зголемува температурата на растворот.

$\Delta_s H < 0$ (егзотермни процеси): CaCl_2 , CaO , CH_3COONa , CuSO_4 (CuSO_4 веќе идентификуван)

$\Delta_s H > 0$ (ендотермни процеси): KNO_3 , NH_4NO_3

$\Delta_s H \approx 0$ (незначителни промени, кои не можат да се регистрираат): NaCl

Врз основа на проверка на pH вредноста:

Неутрални раствори: CaCl_2 , KNO_3 , NaCl (NaCl веќе идентификуван)

Кисели раствори: CuSO_4 , NH_4NO_3

Базни раствори: р-р од CaO ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), CH_3COONa

Според температурните ефекти и pH, може да се определат:

- CuSO_4 (промена на боја, покачување на темп. и кисел раствор), $\Delta T > 0$, $\text{pH} < 7$
- NaCl (нема промена на температурата и неутрален раствор), $\Delta T \approx 0$, $\text{pH} \approx 7$
- NH_4NO_3 (намалување на температурата и кисел раствор), $\Delta T < 0$, $\text{pH} < 7$
- CaCl_2 (покачување на температурата и неутрален раствор), $\Delta T > 0$, $\text{pH} \approx 7$
- KNO_3 (намалување на температурата и неутрален раствор) $\Delta T < 0$, $\text{pH} \approx 7$
- CaO , CH_3COONa (покачување на температурата и базен раствор), $\Delta T > 0$, $\text{pH} > 7$

Во последниот случај, за идентификација може да послужи pH вредноста отчитана од универзалната индикаторска хартија. pH вредноста за растворот образуван со растворање на CaO ќе биде повисока во однос на pH вредноста на растворот од CH_3COONa затоа што $\text{Ca}(\text{OH})_2$ е посилна база од CH_3COONa при слично растворено количество.

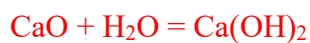
Бодирање:

По 1 поен за точно определена постапка за: CaCl_2 , KNO_3 , NH_4NO_3 , NaCl , CuSO_4

По 1,5 поени за точно определена постапка за: CaO и CH_3COONa .

Ако се каже дека цврстиот CuSO_4 се определува веднаш бидејќи има сина боја, нема да се додели 1 поен.

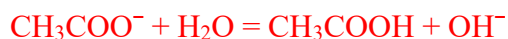
2. Доколку се одвиваат хемиски реакции во текот на спроведената анализа, напиши ги соодветните хемиски равенки. **(1 поен)**



Ако се запишани равенките на образување кристалохидрати, како на пример:

$\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, не се прифаќаат, но не се одземаат поени.

3. Доколку се одвиваат протолитички процеси во текот на спроведената анализа, напиши ги соодветните хемиски равенки. **(1 поен)**



Бодирање:

- по 0,5 поени за секоја точно напишана равенка за секоја супстанца
- ако ја нема првата равенка, а втората е точна, се доделуваат 0,5 поени
- ако полнежите не се точни, - 0,25 поени по соединение, без разлика во која равенка е направена грешката.