

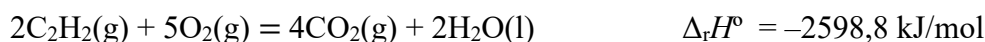
ТЕОРИСКИ ПРОБЛЕМИ

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

Податоци кои може да се потребни: $A_r(\text{H}) = 1,01$; $A_r(\text{O}) = 16,00$; $A_r(\text{C}) = 12,01$ $A_r(\text{N}) = 14,01$
 $A_r(\text{S}) = 32,06$; $A_r(\text{Fe}) = 55,85$; $A_r(\text{Au}) = 196,97$; $A_r(\text{Co}) = 58,93$; $A_r(\text{Ni}) = 58,69$; $A_r(\text{Cu}) = 63,55$;

Задача 1.

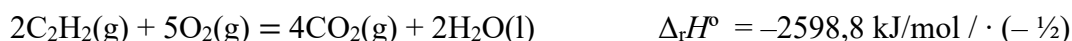
Дадени се следниве три термохемиски равенки:



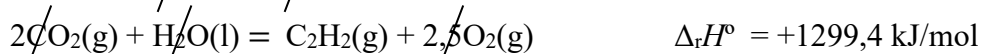
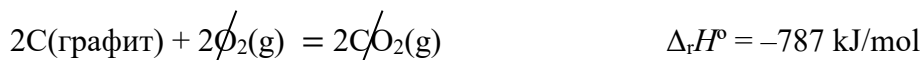
Пресметај ја енталпијата на формирање на ацетилен (C_2H_2).

(10 поени)

Енталпијата на формирање на ацетилен е еднаква на реакционата енталпија при која се добива ацетилен од елементарните супстанции на елементите од кои се состои, во нивната најстабилна термодинамичка форма, при стандардни услови. Според тоа, треба да се пресмета реакционата енталпија за следнава равенка:

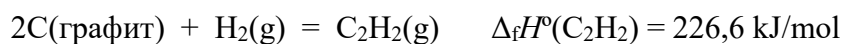
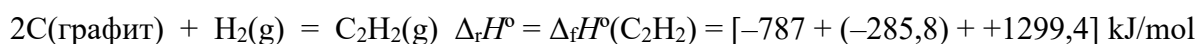


(2 поени)



Трите термохемиски равенки се собираат.

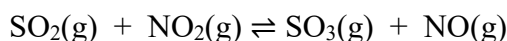
(2 поени)



(3 поени)

Задача 2.

Реакцијата:



е еден од чекорите при индустриското добивање на сулфурна киселина.

А) На 821 °C константата на рамнотежа за оваа реакција изнесува $K_c = 6,85$. Во сад со волумен 1 dm³ ставени се 0,5 mol SO₂ и 0,5 mol NO₂ и по извесно време, во реакционата смеса, постигната е рамнотежа. Колкави се рамнотежните концентрации на сите учесници во реакцијата? **(4 поени)**

$$K_c = 6,85$$

$$V = 1 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{SO}_2)_0 = n(\text{NO}_2)_0 = 0,5 \text{ mol}$$

$$c(\text{SO}_3)_e = ?$$

$$c(\text{NO})_e = ?$$

$$c(\text{SO}_2)_e = ?$$

$$c(\text{NO}_2)_e = ?$$

$$c(\text{SO}_2)_0 = c(\text{NO}_2)_0 = 0,5 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{SO}_3)_0 = c(\text{NO})_0 = 0 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{SO}_3)_e = c(\text{NO})_e = x \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{SO}_2)_e = c(\text{NO}_2)_e = (0,5 - x) \text{ mol/dm}^3$$

$$K_c = \frac{c(\text{SO}_3)_e \cdot c(\text{NO})_e}{c(\text{SO}_2)_e \cdot c(\text{NO}_2)_e} = \frac{x \cdot x}{(0,5 - x) \cdot (0,5 - x)} = \frac{x^2}{(0,5 - x)^2} = 6,85 \quad \checkmark$$

$$\frac{x}{(0,5 - x)} = 2,617 \quad x = 1,308 - 2,617x \quad x = 0,362$$

$$c(\text{SO}_3)_e = c(\text{NO})_e = 0,362 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{SO}_2)_e = c(\text{NO}_2)_e = (0,5 - 0,362) \text{ mol/dm}^3 = 0,138 \text{ mol/dm}^3$$

В) За истата реакција, на друга температура, во затворен сад со волумен од 1 dm³ се содржат: 0,200 mol NO₂, 0,100 mol SO₂, 0,250 mol NO и 0,400 mol SO₃. Ако без да се промени температура, во затворениот сад додадеме 0,300 mol SO₂ колку ќе изнесуваат новите рамнотежни концентрации на сите учесници во реакцијата? **(8 поени)**

$$V = 1 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{SO}_2)_0 = 0,100 \text{ mol} \Rightarrow c(\text{SO}_2)_0 = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{NO}_2)_0 = 0,200 \text{ mol} \Rightarrow c(\text{NO}_2)_0 = 0,200 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{SO}_3)_0 = 0,400 \text{ mol} \Rightarrow c(\text{SO}_3)_0 = 0,400 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{NO})_0 = 0,250 \text{ mol} \Rightarrow c(\text{NO})_0 = 0,250 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{SO}_2)_{\text{додадено}} = 0,300 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2)_e = ?; \quad n(\text{NO}_2)_e = ?; \quad n(\text{SO}_3)_e = ?; \quad n(\text{NO})_e = ?$$

Најпрво мора да се пресмета константата на рамнотежа:

$$K_c = \frac{c(\text{SO}_3)_e \cdot c(\text{NO})_e}{c(\text{SO}_2)_e \cdot c(\text{NO}_2)_e} = \frac{0,400 \cdot 0,250}{0,100 \cdot 0,200} = 5,0 \quad (2 \text{ поена})$$

Во реакциониот систем сме додале 0,300 mol SO₂.

Значи: $n(\text{SO}_2)_0 = (0,100 + 0,300) \text{ mol} = 0,400 \text{ mol} \Rightarrow c(\text{SO}_2)_0 = 0,400 \text{ mol/L}$

Според принципот на Л'Шателје и Браун, поради додаденото количество од реактантот ќе протече директната реакција. Значи новите рамнотежни концентрации ќе се изразат како:

$$c(\text{SO}_2)_e = (0,400 - x) \text{ mol/L}$$

$$c(\text{NO}_2)_e = (0,200 - x) \text{ mol/L}$$

$$c(\text{SO}_3)_e = (0,400 + x) \text{ mol/L}$$

$$c(\text{NO})_e = (0,250 + x) \text{ mol/L}$$

$$K_c = 5 = \frac{c(\text{SO}_3)_e \cdot c(\text{NO})_e}{c(\text{SO}_2)_e \cdot c(\text{NO}_2)_e} = \frac{(0,400 + x) \cdot (0,250 + x)}{(0,400 - x) \cdot (0,200 - x)}$$

$$5 = \frac{(0,400 + x) \cdot (0,250 + x)}{(0,400 - x) \cdot (0,200 - x)} = \frac{0,1 + 0,25x + 0,4x + x^2}{0,08 - 0,2x - 0,4x + x^2}$$

$$0,4 - 3x + 5x^2 = 0,1 + 0,65x + x^2$$

$$4x^2 - 3,65x + 0,3 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{3,65 \pm \sqrt{3,65^2 - 4 \cdot 4 \cdot 0,3}}{8}$$

$x_1 = 0,821$ не е прифатливо, бидејќи вредноста е повисока од онаа на почетните концентрации

$$x_1 = 0,0912$$

$$c(\text{SO}_2)_e = (0,400 - 0,0912) = 0,309 \text{ mol/L}$$

$$c(\text{NO}_2)_e = (0,200 - 0,0912) = 0,109 \text{ mol/L}$$

$$c(\text{SO}_3)_e = (0,400 + 0,0912) = 0,491 \text{ mol/L}$$

$$c(\text{NO})_e = (0,250 + 0,0912) = 0,341 \text{ mol/L}$$

(6 поени)

Задача 3.

Сопственикот на еден аквариум ја измерил рН вредноста во аквариумот, на 25 °C, која изнесувала 8.

А. Колкава е концентрацијата на H⁺ и OH⁻ во јоните во аквариумот?

(1 поен)

$$\text{pH} = 8; \quad c(\text{H}^+) = ? \quad c(\text{OH}^-) = ?$$

$$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-8} \text{ mol/dm}^3; \quad c(\text{OH}^-) = 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

За некои од рибите во аквариумот оваа рН вредност била висока, па сопственикот ја намалил вредноста на рН на 7, додавајќи некоја хемикалија.

В. Колкава е масената концентрација на хидроксидните јони, изразена во $\mu\text{g/ml}$ (2 поена)

$$\begin{aligned} \text{pH} = 7 \quad c(\text{OH}^-) &= 10^{-7} \text{ mol/L} \\ \chi(\text{OH}^-) &= c(\text{OH}^-) \cdot M(\text{OH}^-) = 10^{-7} \text{ mol/L} \cdot 17 \text{ g/mol} = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ g/L} = 1,7 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6 \mu\text{g} / 10^3 \text{ mL} = \\ &= 1,7 \cdot 10^{-3} \mu\text{g/mL} \end{aligned}$$

С. Некои видови алги, кои сопственикот сакал да ги одгледува, живеат во вода со $\text{pH} = 4,7$. На располагање имал два раствора од силна киселина од кои едниот со $\text{pH} = 4$, а другиот со $\text{pH} = 5$. Во каков волуменски однос треба да ги земе овие раствори за да добие раствор со $\text{pH} = 4,7$? (5 поени)

$$\text{pH}_1 = 4; \quad \text{pH}_2 = 5; \quad \text{pH}_3 = 4,7 \quad V_1 / V_2 = ?$$

$$c(\text{H}^+)_1 = 10^{-4} \text{ mol/L}; \quad c(\text{H}^+)_2 = 10^{-5} \text{ mol/L}; \quad c(\text{H}^+)_3 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_3 \cdot V_3 \quad V_3 = V_1 + V_2$$

$$\begin{aligned} c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 &= c_3(V_1 + V_2) \\ c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 &= c_3 \cdot V_1 + c_3 \cdot V_2 \\ c_1 \cdot V_1 - c_3 \cdot V_1 &= c_3 \cdot V_2 - c_2 \cdot V_2 \\ V_1(c_1 - c_3) &= V_2(c_3 - c_2) \end{aligned}$$

$$V_1 / V_2 = (c_3 - c_2) / (c_1 - c_3) = (2 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-5}) / (10 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-5}) = 1/8$$

Задача 4.

Последниот чекор од индустриското добивање на бакар е електролитичко рафинирање. За таа цел, во раствор од бакар(II) сулфат се вртнуваат две електроди. Едната електрода се состои од нерафиниран (суров) бакар, а другата електрода од рафиниран бакар и тие соодветно се сврзуваат со извор на струја. Процесот трае сè додека да се потроши суровата електрода.

А. Напиши ја равенката на полуреакцијата што се одвива на електродата од суров бакар и кажи дали станува збор за оксидација или за редукција. (1 поен)



Целта на електролитичката рафинација е да се отстранат од суровата бакарна електрода нечистотиите како: Fe, Pb, Ni, Co, Ag, Au, Pt, Pd, Ru и Ir. Во текот на процесот некои од металите, како на пример Fe, Ni и Co, исто така, образуваат јони и поминуваат во растворот, додека пак благородните метали и некои други метали образуваат цврста смеса под анодата, наречена анодна тиња. Од анодната тиња се извлекуваат благородни метали, така што најнапред кон неа се додава „царска вода“ (смеса од концентрирана HNO_3 и концентрирана HCl во определен сооднос), при што реагираат Au, Pt и Pd и преминуваат во HAuCl_4 , H_2PtCl_6 , и H_2PdCl_4 , а среброт се таложи како AgCl . Потоа, за да се оддели златото, кон овој раствор се додава раствор од железо(II) сулфат, при што, од AuCl_4^- се исталожува елементарно злато.

В. Напиши израмнети јонски равенки за полуреакциите на оксидација и редукција и вкупната равенка на реакцијата што се случува по додавањето на железо(II) сулфат. (2 поена)

Полуреакција на оксидација: $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^-$

Полуреакција на редукција: $[\text{AuCl}_4]^- (\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}(\text{s}) + 4\text{Cl}^- (\text{aq})$

Вкупна реакција: $3\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + [\text{AuCl}_4]^- (\text{aq}) \rightarrow 3\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{Au}(\text{s}) + 4\text{Cl}^- (\text{aq})$

C. Масениот удел на злато во анодната тиња е 2,5 %. Колку изнесува минималниот волумен раствор од железо(II) сулфат, чија концентрација е 1,70 mol/L, за да се исталожи целото злато од 75 kg анодна тиња? **(3 поени)**

$w(\text{Au}; \text{тиња}) = 2,5 \% = 0,025$

$m(\text{тиња}) = 75 \text{ kg}$

$c(\text{FeSO}_4) = 1,70 \text{ mol/L}$

$V(\text{p-p FeSO}_4) = ?$

$$m(\text{Au}) = 75 \text{ kg} \cdot 0,025 = 1,875 \text{ kg} = 1875 \text{ g}$$

$$n(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{FeSO}_4) = 3n(\text{Au})$$

$$c(\text{FeSO}_4) \cdot V(\text{p-p FeSO}_4) = 3 \cdot m(\text{Au}) / M(\text{Au})$$

$$V(\text{p-p FeSO}_4) = \frac{3 \cdot 1875 \text{ g}}{196,97 \text{ g/mol} \cdot 1,70 \text{ mol/L}} = 16,796 \text{ L}$$

D. По извршената електролитичка рафиниција на еден примерок суров бакар, во растворот е утврдено присуство на Cu^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+} и Ni^{2+} јони. Со анализа на растворот биле определени следниве концентрации: $c(\text{Cu}^{2+}) = 1,000 \text{ mol/dm}^3$; $c(\text{Co}^{2+}) = 0,0242 \text{ mol/dm}^3$; $c(\text{Ni}^{2+}) = 0,0176 \text{ mol/dm}^3$. Кон 100 mL од растворот од овие јони, додаден е раствор од $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, при што сите овие јони целосно исталожуваат како сулфиди со општа формула MS. Вкупната маса на добиениот талог изнесува 10,184 g. Колку изнесувала концентрацијата на Fe^{2+} јоните во растворот? **(4 поени)**

$c(\text{Cu}^{2+}) = 1,000 \text{ mol/dm}^3$;

$c(\text{Co}^{2+}) = 0,0242 \text{ mol/dm}^3$;

$c(\text{Ni}^{2+}) = 0,0176 \text{ mol/dm}^3$

$V(\text{p-p}) = 100 \text{ mL}$

$m(\text{вкупно MS}) = 10,184 \text{ g}$

$c(\text{Fe}^{2+}) = ?$

$$m(\text{CuS}) = 1,000 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 95,61 \text{ g/mol} = 9,561 \text{ g}$$

$$m(\text{CoS}) = 0,0242 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 90,99 \text{ g/mol} = 0,2202 \text{ g}$$

$$m(\text{NiS}) = 0,0176 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 90,75 \text{ g/mol} = 0,1597 \text{ g}$$

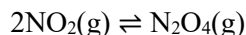
$$m(\text{FeS}) = 10,184 - [(9,561 + 0,2202 + 0,1597)] \text{ g} = 0,2431 \text{ g}$$

$$n(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{FeS})$$

$$c(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{FeS}) / [M(\text{FeS}) \cdot V(\text{p-p})] \quad c(\text{Fe}^{2+}) = 0,2431 \text{ g} / (87,91 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ L}) = 0,0276 \text{ mol/L}$$

Задача 5. ЗАМИСЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

Задача: Треба да се испита влијанието на температурата врз рамнотежата меѓу азот диоксид (црвенокафеава суупстанца) и диазот тетраоксид (бзбојна супстанца), која може да се претстави со следнава равенка:



На располагање имаш: бакарни струганици; концентрирана азотна киселина; ерленмаер со затворац низ кој минува еднаш свиткана стаклена цевка; три епрувети; три тапи; чаша со мраз и чаша со врела вода.

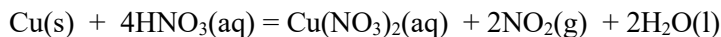
Опиши како би го извел експериментот:

(6 поени)

Во ерленмаерот се ставаат бакарни струганици и се прелеваат со азотна киселината. Ерленмаерот се затвора со затворацот низ кој минува еднаш свитканата стаклена цевка. Се ослободува NO_2 , кој се собира во три епрувети, а епруветите веднаш се затвораат. Една од епруветите служи како контролна епрувета, другата се става во чаша со мраз, а третата се става во чаша со врела вода. Се набљудува бојата на гасот во двете епрувети и се споредува со бојата во контролната. Оттука може да се заклучи кој од двата гаса доминира на повисока т.е. на пониска температура, односно во која насока се поместува рамнотежата со промена зголемување или намалување на температурата.

Одговори на следниве прашања и задачи:

1. Напиши ја и израмни ја со електронска шема равенката на реакцијата меѓу бакар и концентрирана азотна киселина.



(1 поен)

2. Каква ќе биде вредноста на реакционата енталпија на директната реакција (позитивна или негативна), доколку во реакционата смеса на пониска температура доминира диазот тетраоксид? Образложи го одговорот. **(3 поени)**

Ако на пониска температура доминира диазот тетраоксид т.е. ако со намалување на температурата рамнотежата се поместува во насока на продуктот, тоа значи дека директната реакција е егзотермна ($\Delta_r H < 0$). Ако е директната реакција егзотермна, тогаш обратната реакција е ендотермна.