

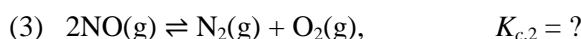
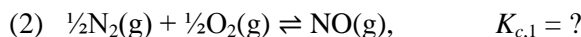
ТЕОРИСКИ ПРОБЛЕМИ

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

1. (I) Врз основа на познатата вредност за константата на хемиската рамнотежа при 25 °C, која изнесува 50 за реакцијата прикажана со хемиската равенка:



да се определат вредностите за K_c за реакциите прикажани со равенките:



$$K_c = \frac{c(\text{NO})_e^2}{c(\text{N}_2)_e \cdot c(\text{O}_2)_e}$$

$$K_c = \frac{c(\text{NO})_e}{c(\text{N}_2)_e^{\frac{1}{2}} \cdot c(\text{O}_2)_e^{\frac{1}{2}}} \cdot \frac{c(\text{NO})_e}{c(\text{N}_2)_e^{\frac{1}{2}} \cdot c(\text{O}_2)_e^{\frac{1}{2}}}$$

$$K_{c,1} = \frac{c(\text{NO})_e}{c(\text{N}_2)_e^{\frac{1}{2}} \cdot c(\text{O}_2)_e^{\frac{1}{2}}},$$

$$K_c = K_{c,1} \cdot K_{c,1} = K_{c,1}^2$$

$$K_{c,1} = \sqrt{K_c} = \sqrt{50}$$

Одговор: $K_{c,1} = 7.07$ (2 поени)

$$K_{c,2} = \frac{c(\text{N}_2)_e \cdot c(\text{O}_2)_e}{c(\text{NO})_e^2} = \frac{1}{\frac{c(\text{NO})_e^2}{c(\text{N}_2)_e \cdot c(\text{O}_2)_e}}$$

$$K_{c,2} = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{50}$$

Одговор: $K_{c,2} = 0.02$ (2 поени)

(II) Какво влијание ќе има притисокот на рамнотежата на реакцијата означена со втората равенка (2) ако тој се зголеми двапати во однос на почетниот?

- A) Рамнотежата ќе се помести на десно.
- B) Рамнотежата ќе се помести на лево.
- C) Рамнотежата нема да се помести (притисокот нема влијание).
- D) Нема доволно податоци за да се донесе заклучок.
- E) Константата на рамнотежа двојно ќе се зголеми.

(1 поен)

(III) Ако на почетокот во системот немало од продуктите, тогаш дали е можно по воспоставувањето на рамнотежата, рамнотежните количества на азотот и азот монооксидот да изнесуваат 0,2 mol и 2,0 mol, соодветно, а почетното количество на кислород да било 1,2 mol? Одговорот образложи го со соодветни пресметки.

$$K_c = \frac{c(\text{NO})_e^2}{c(\text{N}_2)_e \cdot c(\text{O}_2)_e} = \frac{\frac{n(\text{NO})_e^2}{V^2}}{\frac{n(\text{N}_2)_e}{V} \cdot \frac{n(\text{O}_2)_e}{V}} = \frac{n(\text{NO})_e^2}{n(\text{N}_2)_e \cdot n(\text{O}_2)_e}$$

$$n(\text{O}_2)_e = \frac{n(\text{NO})_e^2}{n(\text{N}_2)_e \cdot K_c} = \frac{(2,0 \text{ mol})^2}{0,2 \text{ mol} \cdot 50} = 0,4 \text{ mol}$$

За да може, во услови на рамнотежа да постојат 2,0 mol азот и 0,2 mol азот монооксид, во системот потребно е да има 0,4 mol кислород. Тоа значи дека изреагирале 0,8 mol кислород. Според стехиометријата:

$$n(\text{O}_2) : n(\text{NO}) = 1 : 2$$

$$n(\text{NO}_2) = \frac{1}{2} n(\text{NO})$$

за да се добијат 2,0 mol азот монооксид, потребно е да изреагира 1,0 mol кислород. 0,4 mol кислород треба да бидат во рамнотежа (неизреагиран) + 1 mol изреагиран, следува дека се потребни минимум 1,4 mol кислород за да се добијат 2 mol NO.

Одговор: НЕ Е МОЖНО

(3 поени)

2. При реакција на олово(II) сулфид со една силна неорганска киселина, како главни продукти се образуваат олово(II) нитрат, елементарен сулфур и азот монооксид.

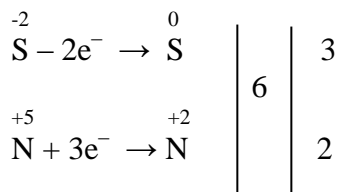
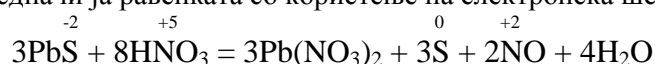
(I) Напиши ја равенката на реакцијата, ако се знае дека има 2 реактанти, а се добиваат 4 продукти!



Одговор: _____

(1 поен)

(II) Изедначи ја равенката со користење на електронска шема!



(3 поени)

(III) Дополни:

Во неа оксидационо средство е HNO₃, додека пак редуционо средство е PbS. Во текот на реакцијата, PbS се оксидира, а HNO₃ се редуира. (4 x 0,5 поени)

(2 поени)

3. При еден технолошки процес за добивање вештачка свила, потребно е рН вредноста на средината да биде 1. Колкав волумен хлороводородна киселина треба да се додаде на раствор чија рН вредност изнесува 4 за да се постигне бараната вредност на рН? Свилата се добива во реакционен сад во кој волуменот на почетниот раствор изнесува 250 L. Концентрацијата на хлороводородната киселина изнесува 3,0 mol/L.

$\text{pH}_1 = 4, \text{pH}_3 = 1, V = 250 \text{ L}, c(\text{HCl}) = 3,0 \text{ mol/L}, V(\text{HCl}) = ?$

$$c(\text{H}^+)_1 = 10^{-4} \text{ mol/L}, c(\text{H}^+)_3 = 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$n(\text{H}^+)_1 + n(\text{H}^+)_2 = n(\text{H}^+)_3$$

$$c(\text{H}^+)_1 \cdot V + c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = c(\text{H}^+)_3 [V + V(\text{HCl})]$$

$$c(\text{H}^+)_1 \cdot V + c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = c(\text{H}^+)_3 \cdot V + c(\text{H}^+)_3 \cdot V(\text{HCl})$$

$$c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) - c(\text{H}^+)_3 \cdot V(\text{HCl}) = c(\text{H}^+)_3 \cdot V - c(\text{H}^+)_1 \cdot V$$

$$V(\text{HCl}) = \frac{[c(\text{H}^+)_3 - c(\text{H}^+)_1] \cdot V}{c(\text{HCl}) - c(\text{H}^+)_3}$$

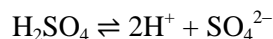
$$V(\text{HCl}) = \frac{(0,1 \text{ mol/L} - 10^{-4} \text{ mol/L}) \cdot 250 \text{ L}}{3 \text{ mol/L} - 0,1 \text{ mol/L}}$$

Одговор: $V(\text{HCl}) = 8,61 \text{ L}$

(2 поени)

(I) Технолот наместо хлороводородна киселина, ставил еднаков волумен раствор од сулфурна киселина со истата концентрација, сметајќи дека нема голема разлика. Колкава грешка направил технолот? Колку ќе изнесува pH вредноста на крајниот раствор во овој случај?

$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 8,61 \text{ L}, c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3 \text{ mol/L}$



$$n(\text{H}^+)_2 = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$n(\text{H}^+)_1 + n(\text{H}^+)_2 = n(\text{H}^+)_3$$

$$c(\text{H}^+)_1 \cdot V + 2c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{H}^+)_3 [V + V(\text{H}_2\text{SO}_4)]$$

$$c(\text{H}^+)_3 = \frac{c(\text{H}^+)_1 \cdot V + 2c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V + V(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

$$c(\text{H}^+)_3 = \frac{10^{-4} \text{ mol/L} \cdot 250 \text{ L} + 2 \cdot 3 \text{ mol/L} \cdot 8,61 \text{ L}}{250 \text{ L} + 8,61 \text{ L}}$$

$$c(\text{H}^+)_3 = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}^+)/(\text{mol dm}^{-3})$$

Одговор: $\text{pH} = 0,7$

(3 поени)

(II) Колкав волумен од растворот на сулфурна требал да стави технолот за да се постигне потребната pH вредност на растворот?

$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3 \text{ mol/L}, \text{pH}_1 = 4, \text{pH}_3 = 1, V = 250 \text{ L}, V(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$

$$n(\text{H}^+)_1 + n(\text{H}^+)_2 = n(\text{H}^+)_3$$

$$c(\text{H}^+)_1 \cdot V + 2c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{H}^+)_3 [V + V(\text{H}_2\text{SO}_4)]$$

$$c(\text{H}^+)_1 \cdot V + c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{H}^+)_3 \cdot V + c(\text{H}^+)_3 \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) - c(\text{H}^+)_3 \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{H}^+)_3 \cdot V - c(\text{H}^+)_1 \cdot V$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{[c(\text{H}^+)_3 - c(\text{H}^+)_1] \cdot V}{c(\text{H}_2\text{SO}_4) - c(\text{H}^+)_3}$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{(0,1 \text{ mol/L} - 10^{-4} \text{ mol/L}) \cdot 250 \text{ L}}{2 \cdot 3 \text{ mol/L} - 0,1 \text{ mol/L}}$$

Одговор: $V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,23 \text{ L}$

(3 поени)

5. Користејќи ги податоците од табелата, пресметај ја:

(I) Стандардната енталпија на реакцијата на автопротолиза на водата $\Delta_r H^\circ$ преку равенката:

$$pK_{w1} - pK_{w2} = \frac{\Delta_r H^\circ}{2,303 \cdot R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right), R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$2,303 \cdot R \cdot (pK_{w1} - pK_{w2}) = \Delta_r H^\circ \frac{T_2 - T_1}{T_1 \cdot T_2}$$

$$\Delta_r H^\circ = 2,303 \cdot R \cdot (pK_{w1} - pK_{w2}) \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1}$$

$$\Delta_r H^\circ = 2,303 \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot (13,99 - 13,26) \cdot \frac{298 \text{ K} \cdot 323 \text{ K}}{323 \text{ K} - 298 \text{ K}}$$

Одговор: $\Delta_r H^\circ = 53,81 \text{ kJ/mol}$

(2 поени)

(Забелешка: Истите вредности се добиваат за било кои две температури и соодветните pK_w вредности)

(II) $c(\text{H}^+)$ и pH при 373 K и при 273 K. ($pK_w = -\log K_w/\text{mol}^2 \text{ dm}^{-6}$)

$$pK_w = \text{pH} + \text{pOH}$$

$$\text{pH} = \text{pOH}$$

$$pK_w = 2 \text{ pH}$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} pK_w$$

$$\text{pH}_1 = \frac{1}{2} 14,95 = 7,47;$$

$$c(\text{H}^+)_1 = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/L} = 10^{-7,47} \text{ mol/L} = 3,39 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH}_2 = \frac{1}{2} 12,25 = 6,12;$$

$$c(\text{H}^+)_2 = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/L} = 10^{-6,12} \text{ mol/L} = 7,59 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Одговор: _____

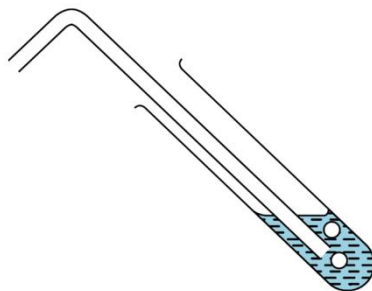
(3 поени)

Табела 1. Вредности на pK_w при различни температури и притисоци

$t/^\circ\text{C}$	p/MPa	pK_w
0	0,10	14,95
25	0,10	13,99
50	0,10	13,26
75	0,10	12,70
100	0,10	12,25

ЗАМИСЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

Во 3 епрувети има раствор од натриум хлорид, натриум бромид и натриум јодид, по непознат редослед. Над растворот е ставен *n*-хексан. Потоа, внимателно во секоја од епруветите преку пластична цевка, се внесува гасовит хлор (како што е прикажано на сликата), така што со помош на цевката гасот се воведува во долниот дел од растворот. Епруветите се затвораат и интензивно се мешаат.



(I) Како ќе утврдиш во која епрувета се наоѓа соодветниот раствор од цврста супстанца? Што ќе се случи во секоја од епруветите во која се внесува гасовитиот хлор?

- Во епруветата во која нема да се случи ништо, има раствор од NaCl.
- Во епруветата во која водниот слој (долниот) ќе се обои бледо портокалово, а органскиот слој (хексанскиот слој) ќе се обои темно црвено, има раствор од NaBr.
- Во епруветата во која водниот слој (долниот) ќе се обои бледо бледо жолтеникаво, а органскиот слој (хексанскиот слој) ќе се обои темно црвено, има раствор од NaI.

(6 поени)

(II) Запиши ги равенките на хемиските реакции што се одвиваат во епруветите!

- $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{NaCl}(\text{aq}) = \text{X}$
- $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{NaBr}(\text{aq}) = \text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{NaCl}(\text{aq})$
- $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{NaI}(\text{aq}) = \text{I}_2(\text{aq, hex}) + 2\text{NaI}(\text{aq})$

(6 поени)

(III) Каква улога има *n*-хексанот кој е додаден во растворот?

Продуктите на реакциите, бромот и јодот, се **подобро растворливи** во хексан, затоа што хексанот е **неполарен растворувач**, а бромот и јодот се **неполарни молекули**.

(3 поени)