

МОМН, XLVI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Подоборно контролно – теория (29-30 май, 2014 г.)

Задача 1

Много съединения в газова фаза се разлагат по реакции от първи порядък с общо уравнение:



1. Изразете моментната скорост на реакцията по всички възможни начини.
2. Изведете израз за зависимостта на концентрацията на реагента А от реакционното време.
3. Как зависи презоловительното време $t_{1/2}$ на тази реакция от налягането и температурата? Обосновайте отговора.

За да се изясни по-детайлно химичното разлагане, в реакционната схема трябва да се добавят реакциите на активиране и на дезактивиране на молекулите на реагента А. Като се приложи квазистационарното приближение за активните молекули на реагента А (интермедиат), се достига до кинетичното уравнение:

$$\frac{d[B]}{dt} = k_1 \frac{k_2[A]^2}{k_1[A] + k_3}$$

където k_1 , k_2 , k_3 са скоростни константи съответно на реакциите на активиране на А, на дезактивиране на А и на разлагане на активираните молекули на реагента А до продукта В.

4. Изразете с химични уравнения механизма на процеса.
 5. Изведете горния израз за диференциалното кинетично уравнение на образуване на продукта В.
 6. При какво условие диференциалното кинетично уравнение на образуване на продукта В претърпява в израз за скорост на реакция от първи порядък?
 7. Изразете скоростната константа k като функция на скоростните константи k_1 , k_2 , k_3 .
 8. Кояко от трите скоростни константи зависи/т при всички случаи от температурата? Каква е математическата форма на зависимостта на скоростната константа от температурата, която може да се очаква?
- За реакцията на термично разлагане на PCl_5 в газова фаза изменението на стандартната енергия на Гибс ΔG° при 250 °C е -2508 J mol⁻¹:
- $$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$$
9. При какво общо налягане степенята на превръщане на $PCl_5(g)$ във $PCl_3(g)$ и $Cl_2(g)$ е 30%?
 10. Изчислете:
 - a) стандартното изменение на реакционната ентропия ΔS° при 250 °C;
 - б) стандартния топлинен ефект на реакцията $\Delta_r H^\circ$ съответно при 250 °C и при 25 °C;
 - в) стандартната енергия на Гибс ΔG° при 25 °C.

Задача 2

Смесени са 40.0 mL разтвор на $Na_2C_2O_4$ с концентрация 3.75×10^{-3} mol/L и 60.0 mL разтвор на Na_2PO_4 с концентрация 0.125 mol/L, и разтворът е долят с вода до 150.0 mL.

1. Колко е pH на разтвора?
- За да се създаде необходимата киселинност за разделяне на двата вида аниони, към 100.0 mL от разтвора са добавени 20.00 mL 0.285 M HNO_3 .

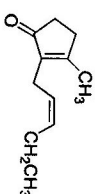
2. Колко е pH на получения разтвор?
- Към този разтвор са добавени 10.00 mL буфер със същото pH* (копното е pH на разтвора) и след това бавно е добавян 1.0 M разтвор на $AgNO_3$.

* Ако не сте изчислили pH на разтвора, приемете, че то е 7.5.

3. Кой от анионите се утаява първо? Потвърдете отговора си с изчисления.
4. а) Каква част (колко процента) от утаяващия се първо анион е останала в разтвора (неутасена), когато започне да се утаява вторият анион?
- б) Колко милилитра от сребърната сол са добавени до този момент?
- в) Колко е pH на разтвора в този момент?
- г) Колко е масата на утайката, която се е получила до този момент?

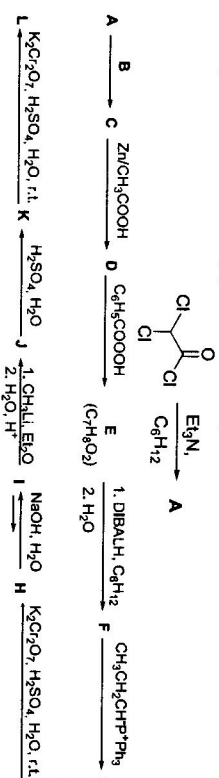
Задача 3

(Z)-Жасмон (L) е важна съставка на жасминовото масло, която се използва в парфюмерийната индустрия.



(Z)-Жасмон (L)

По-долу е представен синтезът на (Z)-жасмон:



- За съединенията от схемата е известно:
- От А в присъствие на 1,3-циклопентадиеен (съединението В) могат да се получат два продукта - С и С', които са конституционни изомери.
 - Съединението С е продуктът на кинетичен контрол; изомерът С' (зукт на [4+2]-циклоприсъединяване) е продукт на термодинамичен контрол.
 - Преходът D → E се осъществява с внедряване на кислороден атом от пербензоената киселина в пръстена между по-заместения въглероден атом и карбоинилния въглероден атом.
 - Преходите J → K и H → I се осъществяват вътрешномолекулярно, като съединението I е термодинамично по-стабилният продукт от H.
1. Предложете механизъм за получаване на съединението А.
 2. Напишете уравнението за всички преходи от схемата.
 3. Напишете реакционните механизми за преходите F → G, H → I и J → K. Обяснете защо I е термодинамично по-стабилният продукт от H.
 4. Напишете структурните формули на изомерите С и С'.
 5. Напишете възможните стереоизомери на К. Определете конфигурацията на стереогенния/ните му център/ове.

Полезна информация

Универсална газова константа, $J \text{ mol}^{-1} K^{-1} R = 8.314$

0 °C = 273 K

Термодинамични данни:

	PCl ₅	PCl ₃	Cl ₂
$S_{298}^0, J \text{ mol}^{-1} K^{-1}$	364.6	311.78	223.07
$c_p^*, J \text{ mol}^{-1} K^{-1}$	112.8	71.84	33.91

* c_p не зависи от температурата в температурния интервал 298-800 K.

Молни маси $M(g/mol)$:

Ag – 107.87, C – 12.011, H – 1.008, N – 14.007, Na – 22.990, O – 15.999, P – 30.974

Равновесни константи:

K_{a1} за $H_2C_2O_4$: 5.6×10^{-2} ($10^{-1.25}$), 5.4×10^{-5} ($10^{-4.27}$);

K_{a1} за H_3PO_4 : 7.6×10^{-3} ($10^{-2.12}$), 6.2×10^{-8} ($10^{-7.21}$), 1.26×10^{-12} ($10^{-11.90}$);

K_s на $Ag_2C_2O_4$ – 1.1×10^{-11} , на Ag_3PO_4 – 1.3×10^{-30} ;

За буферен разтвор:

$$pH = pK_{a,i} - \lg \frac{c(H_{m,i}A^-)}{c(H_{m-(i+1)}A^{(i+1)-})}$$

Молна част на аниона на несилина киселина H_mA :

$$\chi(A^{m-}) = \frac{[A^{m-}]}{c(A^{m-})} = \frac{K_{a,1}K_{a,2}...K_{a,m}}{[H_3O^+]^m + K_{a,1}[H_3O^+]^{m-1} + K_{a,1}K_{a,2}[H_3O^+]^{m-2} + ... + K_{a,1}K_{a,2}...K_{a,m}}$$

Подборно контролно '2014

(Примерно решение на теоретичните задачи)

Задача 1

- $\frac{d[B]}{dt} = k[A] = -\frac{d[A]}{dt}$
- $\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]} = -k \int_0^t dt \Rightarrow \ln \frac{[A]}{[A]_0} = -kt$ или $[A] = [A]_0 e^{-kt}$
- $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$

При повишаване на температурата скоростната константа на реакцията на химично разпадане на развук презопловителното време намалява. Увеличаването на налягането не влияе та концентрация на реагента А.

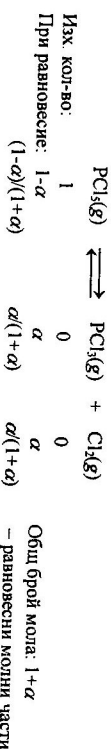
- $A + A \xrightarrow{-k_1} A^* + A$
 $A + A^* \xrightarrow{-k_2} A + A$
 $A^* \xrightarrow{-k_3} B$
- A^* - интермедиат и за него се прилага квазистационарното приближение. Диференциалното кинетично уравнение на реакцията на образуване на интермедиата A^* е:
 $\frac{d[A^*]}{dt} = k_1[A]^2 - k_2[A][A^*] - k_3[A^*] = 0, \Rightarrow [A^*] = \frac{k_1[A]^2}{k_2[A] + k_3}$

Диференциалното кинетично уравнение на реакцията на образуване на продукта В е:

$$\frac{d[B]}{dt} = k_1[A]^2 = k_2[A][A^*] + k_3[A^*]$$

- Ако $k_3 \ll k_2[A]$, т.е. при по-високо налягане на А.
- $k = \frac{k_3 k_1}{k_2}$
- Само k_1 , тъй като за активиране на молекулите е необходима енергия, докато k_2 и k_3 могат и да не зависят от температурата.
 $k_1 = k_0 e^{-E_a/RT}$
- $\Delta G_{523}^\circ = -RT \ln K_p$
 $K_p = e^{\frac{-\Delta G^\circ}{RT}} = e^{\frac{-2508}{8.314 \times 523}} = 1.780$

Означаваме разложението количество вещество PCl_5 с α мол. Тогава:



Равновесията протича с промяна на броя молекули: $\Delta n = 1$

$$\Rightarrow K_p = K_c \times P = \frac{\alpha^2 \times (1+\alpha)}{(1+\alpha)^2 \times (1-\alpha)} \times P = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} \times P$$

$$\text{Заместваме } \alpha = 0.3 \text{ mol} : P = K_p \frac{1-\alpha^2}{\alpha^2} = 1.780 \frac{1-0.3^2}{0.3^2} = 18.00 \text{ bar}$$

- От термодинамичните данни в Таблицата и по закона на Хес се изчисляват $\Delta_c H^\circ$ и $\Delta_c S^\circ$:
 $\Delta_c H^\circ = 71.84 + 33.91 - 112.8 = -7.05 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 $\Delta_c S^\circ = 311.78 + 223.07 - 364.6 = 170.25 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

а) Стандартното изменение на реакционната ентропия при 523 K и $\Delta_c H^\circ$ = const се изчислява по уравнението на Кирхоф:

$$\Delta_c S_{523}^\circ = \Delta_c S_{298}^\circ + \int_{298}^{523} \frac{\Delta_c C_p}{T} dt = 170.25 + (7.05) \times \ln \frac{523}{298} = 166.28 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

б) Стандартен топлинен ефект на реакцията

- при 523 K: $\Delta_c H_{523}^\circ = \Delta_c H_{298}^\circ + T \times \Delta_c S_{523}^\circ = -2508 + 523 \times 166.28 = 84.46 \text{ kJ mol}^{-1}$
- при 298 K: $\Delta_c H_{298}^\circ = \Delta_c H_{523}^\circ - \int_{298}^{523} \Delta_c C_p dt = 84.46 - (7.05) \times (523 - 298) = 86.04 \text{ kJ mol}^{-1}$

в) Стандартно изменение на енергията на Гибс при 298 K:

$$\Delta_c G_{298}^\circ = \Delta_c H_{298}^\circ - T \times \Delta_c S_{298}^\circ = 86042 - 298 \times 170.25 = 35.31 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Задача 2

$$c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{40.0 \text{ mL} \times 3.75 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}{150.0 \text{ mL}} = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$c(\text{Na}_2\text{PO}_4) = \frac{60.0 \text{ mL} \times 0.125 \text{ mol/L}}{150.0 \text{ mL}} = 5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

- (*) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{OH}^-$, $K_b(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 10^{-9.73}$
 $K = \frac{[\text{HC}_2\text{O}_4^-][\text{OH}^-]}{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]} = \frac{K_w}{K_{a,2}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4.27}} = 10^{-9.73}$

(**) $\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^-$, $K_b(\text{PO}_4^{3-}) = 10^{-14+11.90} = 10^{-2.10} = 7.94 \times 10^{-3}$
Тъй като $K_b(\text{PO}_4^{3-}) \gg K_b(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, рН се определя от (**):

$$K_b(\text{PO}_4^{3-}) = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{OH}^-]}{[\text{PO}_4^{3-}]} = \frac{x^2}{5.00 \times 10^{-2} - x} = 7.94 \times 10^{-3}$$

$$x = [\text{OH}^-] = 0.0163 = 10^{-1.79} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pH} = 12.21$$

- $n(\text{Na}_2\text{PO}_4) = 100.0 \text{ mL} \times 0.0500 \text{ mol/L} = 5.00 \text{ mmol}$

$$n(\text{HNO}_3) = 20.0 \text{ mL} \times 0.285 \text{ mol/L} = 5.70 \text{ mmol}$$

От $n(\text{HNO}_3) > n(\text{Na}_2\text{PO}_4)$, протичат реакции:



Получава се смес от H_2PO_4^- (киселина) и HPO_4^{2-} (спрегнатата основа) — буфер

$$n(\text{HPO}_4^{2-}) = 5.00 - 0.70 = 4.30 \text{ mmol}, \quad n(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 5.00 - 4.30 = 0.70 \text{ mmol}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{a,2} - \lg \frac{n(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{n(\text{HPO}_4^{2-})} = 7.21 - \lg \frac{0.70}{4.30} = 7.998 \approx 8.00$$

$$3) \quad c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{100.0 \text{ mL} \times 0.00100 \text{ mol/L}}{(100.0 + 20.0 + 10.0) \text{ mL}} = 7.692 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$c(\text{PO}_4) = \frac{100.0 \text{ mL} \times 0.0500 \text{ mol/L}}{130.0 \text{ mL}} = 0.03846 \text{ mol/L}$$

$$\chi(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{c(\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{K_{a,1} K_{a,2}}{10^{-1.25-4.27}} = \frac{10^{-1.25-4.27}}{10^{-4.00-1.25} + 10^{-4.00-1.25} + 10^{-1.25-4.27}} =$$

$$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 1.000 \times 7.692 \times 10^{-4} = 7.692 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\chi(\text{PO}_4^{3-}) = \frac{K_{a,1} K_{a,2} K_{a,3}}{[\text{H}_3\text{O}^+] + K_{a,1}[\text{H}_3\text{O}^+] + K_{a,1} K_{a,2}[\text{H}_3\text{O}^+] + K_{a,1} K_{a,2} K_{a,3}} =$$

$$= \frac{10^{-4.00-2} + 10^{-4.00-2-1.2} + 10^{-4.00-2-1.2-7.21} + 10^{-2.12-7.21-1.90}}{10^{-2.12-7.21-1.90}} = 1.083 \times 10^{-4}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = 1.083 \times 10^{-4} \times 0.03846 = 4.165 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

От $K_4(M_4A_4) = [M^+]^4[A^{4-}]^4$, за да започне утапяване на M_4A_4 е необходимо:

$$[M^+] = \sqrt[4]{\frac{K_4(M_4A_4)}{[A^{4-}]^4}}$$

- За утапяване на $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$: $[\text{Ag}^+]_{\text{своб}} = \sqrt{\frac{1.1 \times 10^{-11}}{7.692 \times 10^{-4}}} = 1.20 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

- За утапяване на Ag_3PO_4 : $[\text{Ag}^+]_{\text{своб}} = \sqrt[3]{\frac{1.3 \times 10^{-20}}{4.165 \times 10^{-5}}} = 1.46 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

От $[\text{Ag}^+]_{\text{своб}} < [\text{Ag}^+]_{\text{своб}}$, $\Rightarrow$ първо се утапява Ag_3PO_4

4 а) Утапяване и на $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ще започне, когато утапятелът Ag^+ е в равновесие с двете утайки:

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{\frac{K_4(\text{Ag}_3\text{PO}_4)}{[\text{PO}_4^{3-}]}} = \sqrt{\frac{K_4(\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}} \Rightarrow \frac{[\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]^{3/2}} = \frac{K_4(\text{Ag}_3\text{PO}_4)}{K_4(\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4)}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}]_{\text{своб}} = K_4(\text{Ag}_3\text{PO}_4) \sqrt{\frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{K_4(\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4)}} = 1.3 \times 10^{-20} \sqrt{\frac{7.692 \times 10^{-4}}{1.1 \times 10^{-11}}} = 7.60 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$$

$$\Delta n(\text{PO}_4) = \frac{[\text{PO}_4^{3-}]_{\text{своб}}}{c(\text{PO}_4) \chi(\text{PO}_4^{3-})} = \frac{7.60 \times 10^{-9}}{0.03846 \times 1.083 \times 10^{-4}} = 1.82 \times 10^3 = 0.18\%$$

$$6) \quad n(\text{PO}_4) = n(\text{Na}_3\text{PO}_4) \times (1 - \Delta n(\text{PO}_4)) = 5.00 \times (1 - 1.82 \times 10^3) = 4.991 \text{ mmol}$$

$$n(\text{Ag}^+) = 3n(\text{PO}_4) = 3 \times 4.991 = c(\text{AgNO}_3) V(\text{AgNO}_3)$$

$$\Rightarrow V(\text{AgNO}_3) = (14.97 \text{ mmol}) / (1 \text{ mmol/mL}) = 14.97 \approx 15 \text{ mL}$$

в) рН не се променя, тъй като разтворът е буферен и не се въвежда много или силен протолит, а само малко се разрежда – с 11.5% (15 mL / 130 mL)

$$г) \quad m(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = n(\text{PO}_4) \times M(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 4.991 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 418.58 \text{ g/mol} = 2.09 \text{ g}$$

При рН = 7.5

$$3) \quad [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 0.9994 \times 7.692 \times 10^{-4} = 7.687 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = 2.693 \times 10^{-5} \times 0.03846 = 1.036 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

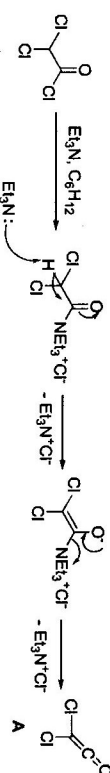
$$4 \text{ а)} \quad [\text{PO}_4^{3-}]_{\text{своб}} = 7.594 \times 10^{-9} \text{ mol/L}; \quad \Delta n(\text{PO}_4) = 7.34 \times 10^3 = 0.73\%$$

$$6) \quad n(\text{PO}_4) = 5.00 \times (1 - 7.34 \times 10^{-3}) = 4.963 \text{ mmol}; \quad V(\text{AgNO}_3) = \frac{14.89 \text{ mmol}}{1 \text{ mmol/mL}} = 14.89 \text{ mL}$$

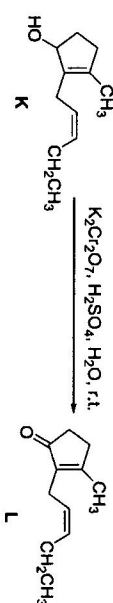
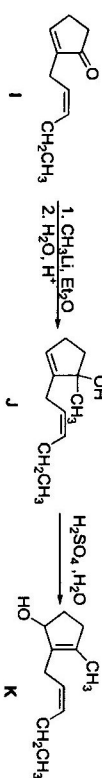
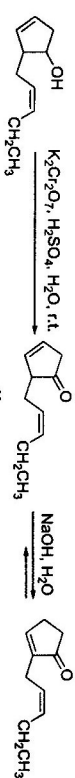
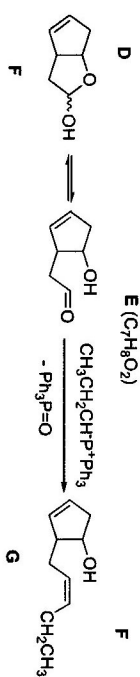
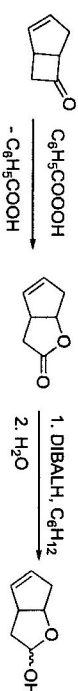
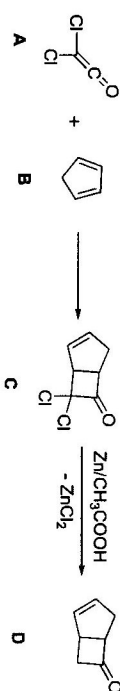
$$г) \quad m(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 4.963 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 418.58 \text{ g/mol} = 2.077 \text{ g}$$

Задача 3

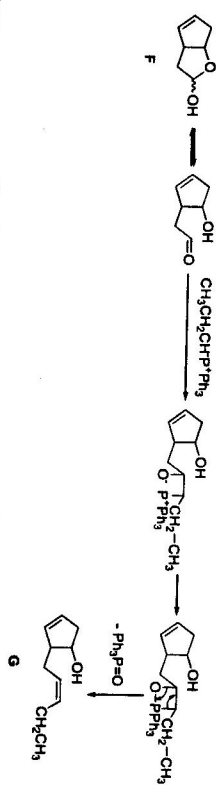
1)



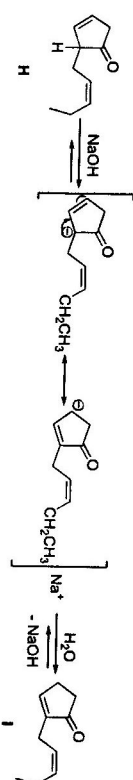
2)



3) Механизъм за прехода $F \rightarrow G$:

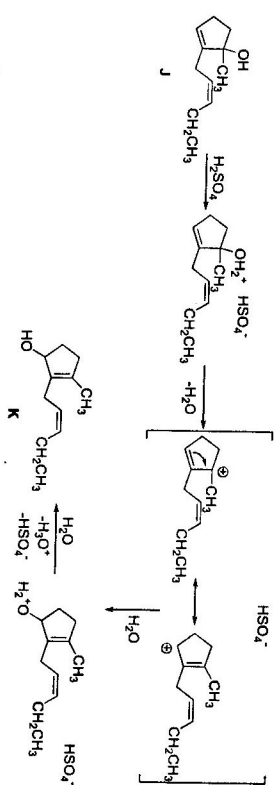


Механизъм за прехода $H \rightarrow I$:

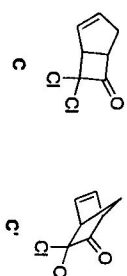


Съединението **I** е термодинамично по-стабилен продукт от **H**, тъй като в него има спрежение между $C=C$ и $C=O$.

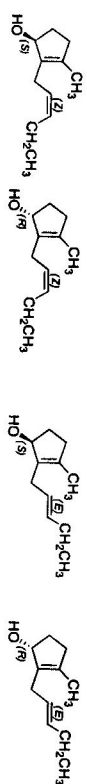
Механизъм за прехода $J \rightarrow K$:



4) Изомери **C** и **C'**:



5) Стереизомери на **K**:



Подборно контролно

(Експеримент – 29/05/2014 г.)

Задача 1 – Синтез на боракс

Бораксът, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, намира приложение в различни области на човешката дейност – при производството на стъкла, керамики и емайли; при производството на перилни препарати; като флюс при запояване на метали; като средство за борба с някои вредители; като първичен стандарт в титриметрията; като средство за качествен анализ за някои метали; и много други. Той се среща като минерал в някои страни. Може да се получи и синтетично от други съединения на бора.

Из водни разтвори $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ кристализира с различно количество вода в кристалната си структура в зависимост от температурата. За да се получи декахидрат, кристализацията трябва да се провежда при температура по-ниска от 56°C .

Целта на задачата е да синтезирате боракс от борна киселина и натриев карбонат.

В чаша от 150 mL пригответе 25 g 10% разтвор на Na_2CO_3 и го нагрейте до около $40\text{--}50^\circ\text{C}$, като го разбърквате с магнитна бъркалка на средни до високи обороти. Прибавете бавно, на порции, 2,5 g H_3BO_3 при непрекъснато разбъркване. Ако е необходимо, филтрувайте получения разтвор на горещо. Концентрирайте разтвора чрез изпарение на част от разтворителя при температура $80\text{--}90^\circ\text{C}$ до обем, равен на $2/3$ от началния. Охладете концентрирания разтвор до стайна температура, като го разбърквате със стъклена пръчка. След като бораксът кристализира, претеглете масата на охладената смес, след което филтрувайте получените кристали на бюхнерова фуния. Смийте кристалите с матерния разтвор, след това ги промийте с 8 mL леденостудена дестилирана вода, а накрая – с 8 mL етанол. Кристалите се сушат 1 час при стайна температура и след това се претеглят.

- 1 Изчислете масата на Na_2CO_3 за приготвяне на изходния разтвор.
- 2 Напишете уравнението на протичащата реакция.
- 3 Ако борната киселина се добавя на големи порции, в разтвора се образува газ. С напредване на синтеза образуването на газа става все по-лесно. Защо се образува този газ?
- 4 Нагряването до $80\text{--}90^\circ\text{C}$ води до изпаряване на част от водата и до още един процес. Кой е той?
- 5 Защо при филтруването бораксът първо трябва да се смие с матерния разтвор, а след това да се промие с вода?
- 6 Каква опасност съществува при промиването с етанол, ако преди това бораксът не е добре промит с вода?
- 7 Изчислете стехиометричния добив на боракса.
- 8 Изчислете теоретичния добив на боракс за вашите условия (температура и маса на охладения разтвор). Приемете, че наличието на други разтворени вещества не влияе на разтворимостта на боракса във вода.
- 9 Дайте формула за пресмятане на процентен добив.

ЗА ДОПЪЛНИТЕЛНО КОЛИЧЕСТВО БОРНА КИСЕЛИНА, НАТРИЕВ КАРБОНАТ ИЛИ ПОВТОРНО ПРИГОТВЯНЕ НА РАЗТВОР ЩЕ БЪДЕТЕ САНКЦИОНИРАНИ.

Помощни данни:

Молна маса (g/mol): Na_2CO_3 – 106,0; H_3BO_3 – 61,83; $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – 381,4 g/mol

Разтворимост (r) във вода, изразена в маса на безводно вещество, разтворено в 100 g H_2O .

T, °C	0	10	20	25	30	40	Кристализира като
r($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), g	1,25	1,74	2,56	3,17	3,97	6,41	$\cdot 10\text{H}_2\text{O}$
r(NaHCO_3), g	6,93	8,21	9,57	10,28	11,00	12,52	-
r(Na_2CO_3), g	6,88	12,11	21,80	30,72	40,25		$\cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Разтворимост в етанол:

- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – неразтворим;
- NaHCO_3 – неразтворим;
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – слабо разтворим.

Експеримент

Задача 3

Определяне чистотата на боракс

ВНИМАНИЕ!

- НЕ ИЗРАЗХОДВАЙТЕ ЦЯЛАТА ПРОБА! Предайте остатъка от пробата боракс на квестора в стаята.
- БЮРЕТИТЕ, КОИТО ЩЕ ИЗПОЛЗВАТЕ СА ЧИСТИ И СУХИ, ЗАТОВА НЕ ГИ ПРОМИВАЙТЕ С ВОДА И РАЗТВОР.
- ЗА ТИТРАНТА (0.1000 М НСИ) ИЗПОЛЗВАЙТЕ НАДПИСАНИТЕ СУХИ ЧАШИ БЕЗ ДА ГИ ПРОМИВАТЕ.
- КОЛИЧЕСТВОТО НА ТИТРАНТА Е ОГРАНИЧЕНО!
- ЗА ДОПЪЛНИТЕЛНО КОЛИЧЕСТВО ТИТРАНТ, НОВА ПРОБА БОРАКС ИЛИ ПОВТОРНО ПРИГОТВЯНЕ НА РАЗТВОР, ЩЕ БЪДЕТЕ САНКЦИОНИРАНИ

Начин на работа

- ✓ Претеглете точно на аналитична везна около 1 g от вашия боракс, синтезиран в Зад.1. Запишете масата на пробата на указаното място в протокола.
(Ако нямате синтезирана от Вас проба, ще получите боракс от квестора.)
- ✓ Прехвърлете претеглената проба **количествено** в бехерова чаша от 25 mL, добавете малко дестилирана вода и нагрейте внимателно, докато се разтвори.
- ✓ Прехвърлете разтвора **количествено** в мерителна колба от 50 mL. Долейте колбата до марката с дестилирана вода.
- ✓ Отпипетирайте аликвотна проба 10.00 mL от разтвора в ерленмаєрова колба. Добавете 1-2 капки индикатор метилрот. Титрувайте с разтвора на солна киселина докато цветът на разтвора се промени от жълт в много бледо оцветен розово-оранжево (цвят на люспа от лук).
- ✓ Запишете изразходвания обем от титранта на указаното място в протокола.
- ✓ Повторете титруването докато получите възпроизводими обеми.

Резултати и изчисления

В синтезираната от вас проба боракс може да присъства примес* от използваните изходни вещества.

* Приемете, че в пробата има само един примес.

1. Определете какво, освен боракс, може да съдържа пробата.
2. Напишете реакциите, които протичат при титруването.
3. От данните от титруването определете чистотата (мас.%) на боракса.