

**МОМН, XLV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА
ОКОЛНАТА СРЕДА – 2013 година**

*Национален кръг, 29 – 30 март
Учебно съдържание X – XII клас*

Примерни решения и оценка на задачите

Задача 1 (30 точки)

1. $\frac{17,57}{22,990} : \frac{21,34}{55,845} : \frac{32,06}{14,007} : \frac{22,93}{12,011} : \frac{6,10}{15,999} = 2 : 1 : 6 : 5 : 1;$
 $\Rightarrow \text{Na}_2\text{FeN}_6\text{C}_5\text{O}$ или $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{NO})(\text{CN})_5]$,
натриев нитрозилпентациан(ид)оферат(II)/пентацианонитрозилферат(II)
2. $\text{Fe}^{+2} - sp^3d^2$
3. NO^+ , CN^-
4. Неправилен октаедър,
защото връзката Fe – NO е различна от 5-те еднакви връзки Fe – CN
5. Сероводород е много слаба киселина и в силно кисела среда определяният компонент S^{2-} хидролизира до HS^- (и дори H_2S).

Задача 2 (30 точки)

1.
$$K_C = \frac{c(\text{I}_{3(\text{aq})}^-)}{c(\text{I}_{(\text{aq})}^-)} \quad \text{ур. (1)}$$

Равновесието (1) $\text{I}_{2(\text{s})} + \text{I}_{(\text{aq})}^- \rightleftharpoons \text{I}_{3(\text{aq})}^-$

с равновесна константа K_C е последователност (сума) от два процеса (2) и (3), достигащи до равновесие:

- разтваряне на йод във вода (равновесие (2)):

$$\text{I}_{2(\text{s})} \rightleftharpoons \text{I}_{2(\text{aq})} \quad K_2 = c(\text{I}_{2(\text{aq})}) = S \quad \text{ур. (2)}$$

- взаимодействие на разтворения йод с йодидните йони от KI (равновесие (3)):

$$\text{I}_{2(\text{aq})} + \text{I}_{(\text{aq})}^- \rightleftharpoons \text{I}_{3(\text{aq})}^- \quad K_3 = \frac{c(\text{I}_{3(\text{aq})}^-)}{c(\text{I}_{(\text{aq})}^-) \times c(\text{I}_{2(\text{aq})})} = K_{st} \quad \text{ур. (3)}$$

От уравнения (1), (2) и (3) следва:

$$K_C = \frac{c(\text{I}_{3(\text{aq})}^-)}{c(\text{I}_{(\text{aq})}^-)} = K_2 \times K_3 = S \times K_{st}$$

$$K_C = 1,2 \times 10^{-3} \times 7 \times 10^2 = \mathbf{0,84}$$

2. От ур. (2): $c(\text{I}_{2(\text{aq})}) = S = \mathbf{1,2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}$

За равновесие (3):

$$c(I_{(aq)}^-) + c(I_{3(aq)}^-) = c(KI)$$

От ур. (1): $c(I_{3(aq)}^-) = K_C \times c(I_{(aq)}^-)$

$$c(I_{(aq)}^-) + K_C \times c(I_{(aq)}^-) = c(I_{(aq)}^-) \times (1 + K_C) = c(KI)$$

Следователно: $c(I_{(aq)}^-) = \frac{c(KI)}{1 + K_C}$ ур. (4)

$$c(I_{(aq)}^-) = \frac{0,1}{1 + 0,84} = 0,054 \text{ mol/L}$$

$$c(I_{3(aq)}^-) = K_C \times c(I_{(aq)}^-) = 0,84 \times 0,054 = 0,046 \text{ mol/L}$$

3. Разтворимостта на I_2 в KI е сума от **равновесните** молни концентрации на частиците в разтвора, които съдържат I_2 :

$$S^* = c(I_{2(aq)}) + c(I_{3(aq)}^-) = 1,2 \times 10^{-3} + 0,046 = 4,7 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

4. Хидроксидните йони са хомогенен **катализатор** в реакцията (2).

5. Общ вид на кинетичното уравнение на реакцията (2):

$$v_1 = k c^n(I^-) c^m(ClO^-) c^p(OH^-)$$

6. От кинетичните данни могат да се запишат отношения за стойностите на скоростта на реакцията при изменение на концентрацията на само един от йоните и по този начин да се определят частните порядъци на реакцията:

$$v_1 / v_2 = c^n(I^-)_1 / c^n(I^-)_2 \quad 2 = 2^n \quad \text{частен порядък спрямо } I^- \quad \mathbf{n = 1}$$

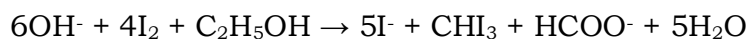
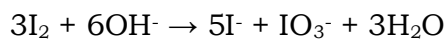
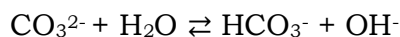
$$v_2 / v_3 = c^m(ClO^-)_2 / c^m(ClO^-)_3 \quad 2 = 2^m \quad \text{частен порядък спрямо } ClO^- \quad \mathbf{m = 1}$$

$$v_3 / v_4 = c^p(OH^-)_3 / c^p(OH^-)_4 \quad 2^{-1} = 2^p \quad \text{частен порядък спрямо } OH^- \quad \mathbf{p = -1}$$

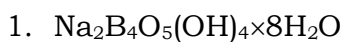
Общият порядък на реакцията е сума от частните порядъци:

$$\mathbf{n + m + p = 1}$$

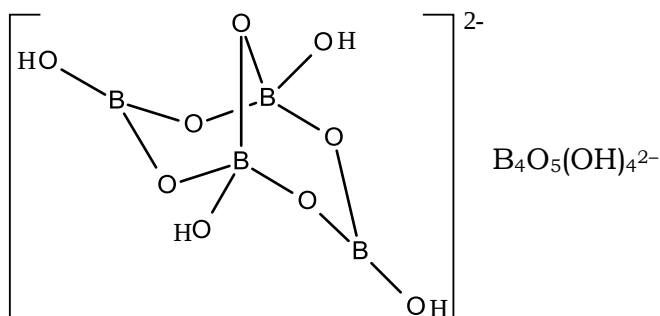
7. $k = \frac{v \times c(OH^-)}{c(I^-) \times c(ClO^-)} = 43,8 \text{ s}^{-1}$



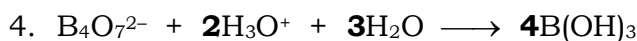
Задача 3 (30 точки)



2.



3. Основен; боракс е сол на силна основа (NaOH) и слаба киселина ($\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$)



5. $c(\text{HCl}) = \frac{2}{5} \times \frac{n(\text{боракс})}{V(\text{HCl})} = \frac{2}{5} \times \frac{1.053 \text{ g} / 381.33 \text{ g/mol}}{10.33 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.1069 \text{ mol/L}$

6. $K_a = \frac{[\text{B}(\text{OH})_2\text{O}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{B}(\text{OH})_3]} \approx \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c(\text{B}(\text{OH})_3)} = 5.8 \times 10^{-10}$

$$c(\text{B}(\text{OH})_3) = \frac{4n(\text{боракс})}{V(\text{разтвор})} = \frac{1.053 \text{ g}}{381.33 \text{ g/mol}} \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{(10.00 + 10.33) \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.1087 \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a c(\text{B}(\text{OH})_3)} = \sqrt{5.8 \times 10^{-10} \times 0.1087} = 7.94 \times 10^{-6} = 10^{-5.10} \text{ mol/L}; \text{pH} = 5.10$$

7) $n_0(\text{B}(\text{OH})_3) = c(\text{B}(\text{OH})_3) V(\text{разтвор}) = 0.1087 \text{ mol/L} \times 20.33 \text{ mL} = 2.210 \text{ mmol}$

$$n_0(\text{NaOH}) = \frac{c(\text{HCl}) V'(\text{HCl})}{V'(\text{NaOH})} V(\text{NaOH}) = \frac{0.107 \text{ mol/L} \times 15.00 \text{ mL}}{14.04 \text{ mL}} \times 9.67 \text{ mL} = 1.104 \text{ mmol}$$

а) $n_0(\text{NaOH}) / n_0(\text{B}(\text{OH})_3) = 1/2$ част от $\text{B}(\text{OH})_3$ взаимодейства



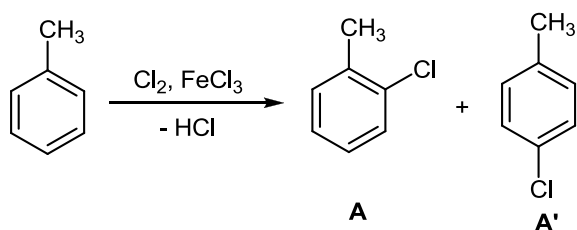
$n_0:$ 2.210 1.105 / (mmol)

$n:$ 1.105 / 1.105 (mmol)

В разтвора се съдържат равни концентрации от $\text{B}(\text{OH})_3$ и $\text{B}(\text{OH})_2\text{O}^-$.

От израза за K_a следва $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a$, $\text{pH} = \text{p}K_a = 9.24$

Задача 4 (30 точки)

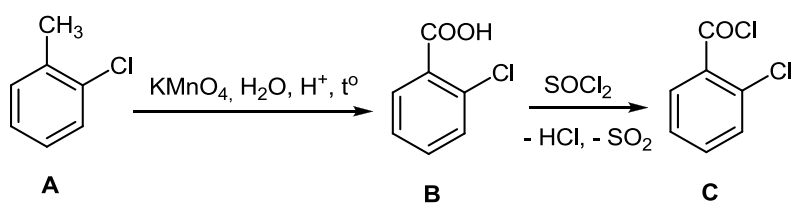


A – 1-метил-2-хлоробензен (2-хлоротолуен);

A' – 1-метил-4-хлоробензен (4-хлоротолуен)

за уравненията:

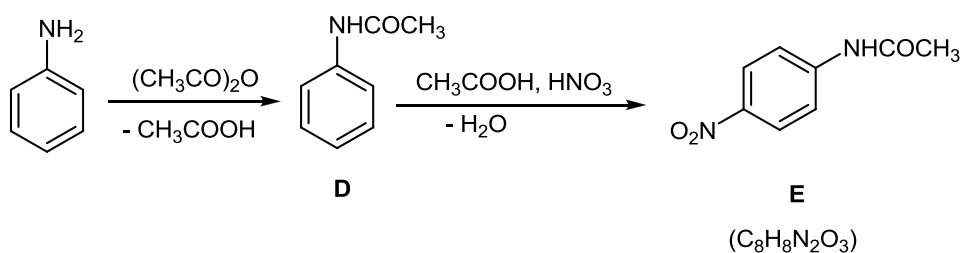
за наименованията:



B 2-хлоробензоена киселина

за уравненията:

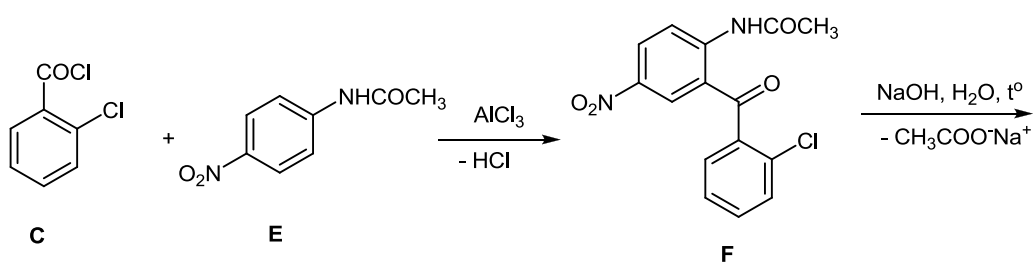
за наименование:



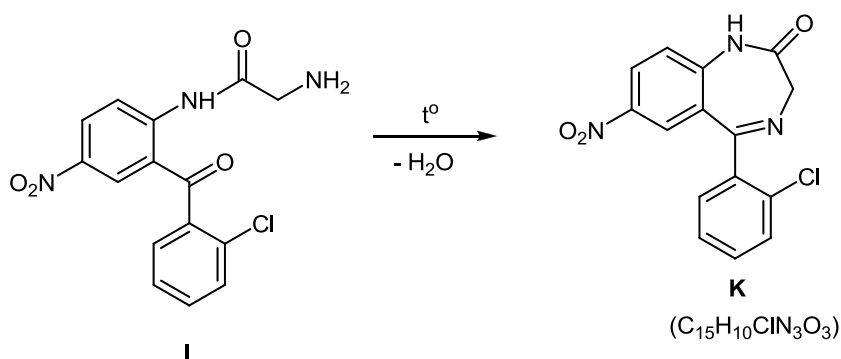
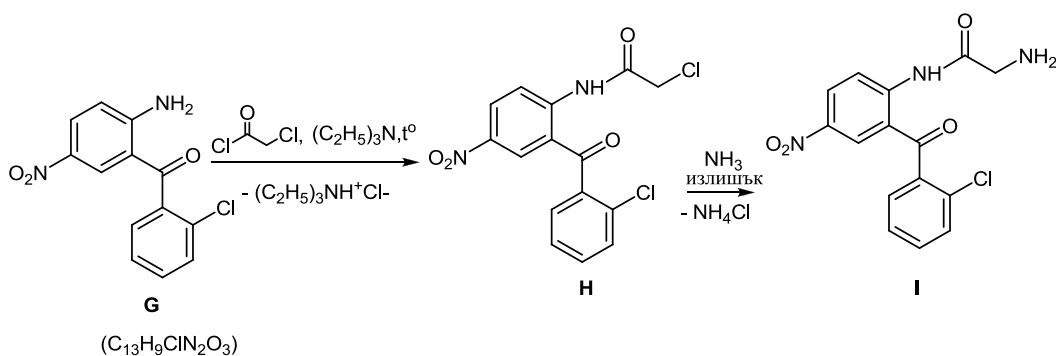
D – ацетанилид; E – 4-нитроацетанилид

за уравненията:

за наименованията:



за уравненията:



В **K** – 3300 – 3260 cm^{-1} (N–H в N-заместен амид);
 1700-1670 cm^{-1} (амидна в цикличен амид, лактам);
 1620-1600 cm^{-1} (азометинова) 1т.
 1600, 1500, 1450 cm^{-1} , бензенови ядра (скелетни трептения)
 1550-1490, 1370-1330 cm^{-1} NO_2 група

Задача 5 (30 точки)

1. При хидролизата се отделят:

$$46,047/92.094 = 0,500 \text{ mol глицерол}$$

$$437/0,500 = 874$$

$$874 = 3 \times M(\text{K}) + M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) - 3 \times 18,015 \text{ Следователно } M(\text{K}) = \mathbf{278,650 \text{ g/mol}}$$

От данните за елементния анализ определяме:

$$w(\text{C}) = \frac{m(\text{CO}_2) \times A(\text{C}) \times 100}{M(\text{CO}_2) \times m(\text{K})} = \frac{0,3556 \times 12,011 \times 100}{44,009 \times 0,125} = 77,641 \% \text{C}$$

$$w(\text{H}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O}) \times A(\text{H}) \times 2 \times 100}{M(\text{H}_2\text{O}) \times m(\text{K})} = \frac{0,1213 \times 2 \times 1,008 \times 100}{18,015 \times 0,125} = 10,859 \% \text{H}$$

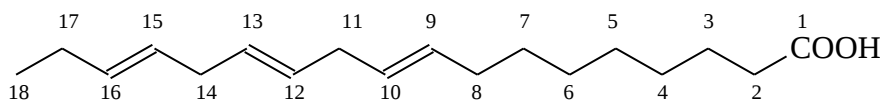
$$w(\text{O}) = 100 - (77,641 + 10,859) = 11,500$$

$$\frac{77,641}{12,011} : \frac{10,859}{1,008} : \frac{11,500}{15,999} = 6,464 : 10,773 : 0,719 = 9 : 15 : 1$$

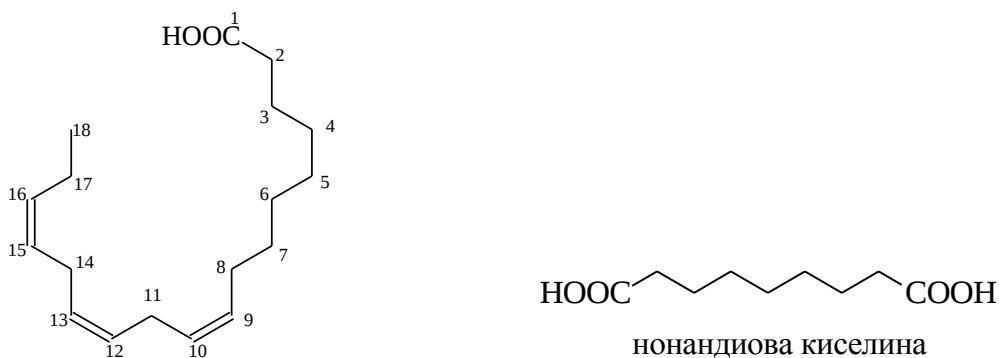
$$(\text{C}_9\text{H}_{15}\text{O}) \times n = 278,650 \quad n = \frac{278,650}{12,011 \times 9 \times 1,008 \times 15 \times 16} = 2$$

Молекулната формула на съединението е: **C₁₈H₃₀O₂**

2.



E-конфигурация и номериране по IUPAC

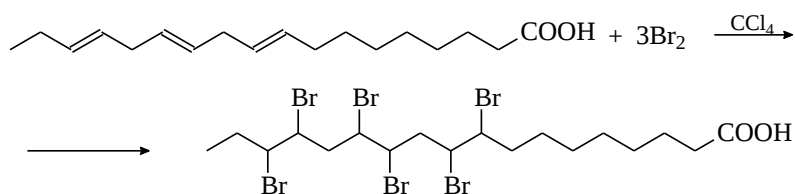


Z-конфигурация

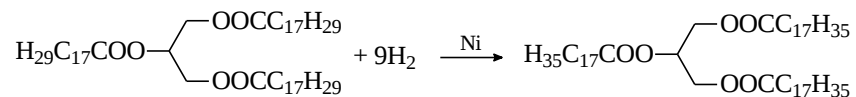
3. Съединението **K** спада към групата на омега-3 мастните киселини.

От към омега-края на киселината двойните връзки са при атоми с номера 3, 6, 9 това е една омега 3,6,9 мастна киселина

4.



5.



Обемът на необходимия водород е:

$$\frac{125}{874} \times 9 \times 22,4 = 28,8 \text{ L H}_2$$