

МОН, ЛПН НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Областен кръг, 13 февруари 2021 г.

Четвърта състезателна група – ученици, които през настоящата година са в X клас

ПРИМЕРНИ РЕШЕНИЯ И ОЦЕНКА НА ЗАДАЧИТЕ

Важно за проверителите! Освен представените примерни решения, за вярно се приема и всяко друго решение, което е логично обосновано и води до същия (числов или фактологичен) резултат.

При непълни отговори (например неизравнени уравнения) се присъждат по-малко от предвидените точки.

Задача 1 (25 точки)

1. $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ 1 т.

(Тук и навсякъде по-нататък, ако не е използвана стрелка, указваща химично равновесие \rightleftharpoons или обратима реакция \rightleftarrows , да се дават половината точки за уравнението.)

pH на чиста вода при 25 °C е 7,00. 1 т.

2. Дължи се на разтворен CO_2 , който е естествена съставна част на въздуха, взаимодействието с водата и се образува слабата въглеродна киселина. 1 т.

$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ или $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 1 т.

(за написано $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ да се дава 0,5 т.)

3. Дължи се на разтварянето на NO_2 и/или SO_2 и/или SO_3 във водата, които взаимодействат с нея и се образуват по-силни киселини от въглеродната. 1 т.

(Приема се и обобщен отговор, че се дължи на азотни и серни оксиди.)

$\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$ или $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HSO}_4^- \rightleftharpoons 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
или $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ 1 т.

(за написано $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ или $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

или $4 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{HNO}_3$ да се дава 0,5 т.)

4. $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ 1 т.

(За правилно написано уравнение, но с карбонатен йон – само 0,5 т.)

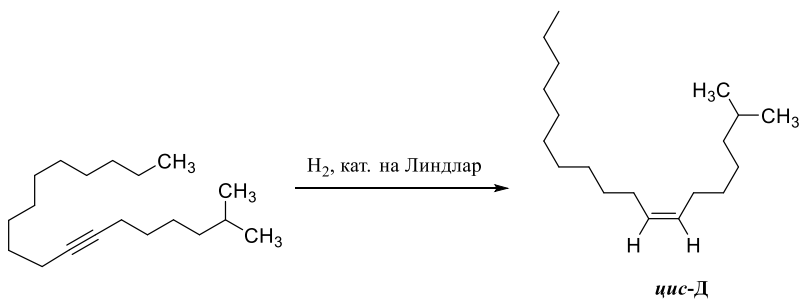
Процесът се нарича хидролиза. 1 т.

5. pH ще се промени към по-висока стойност. 1 т.

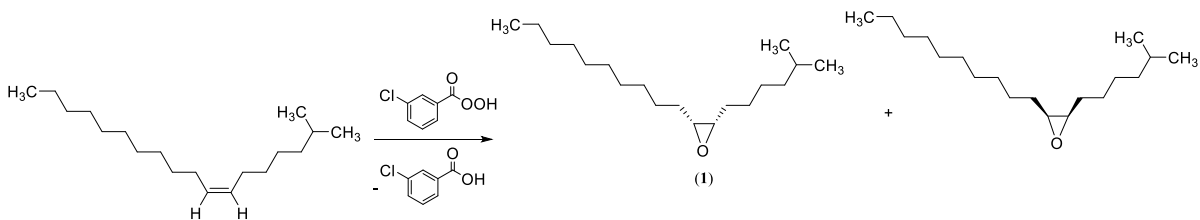
При нагряване HCO_3^- се разлага до CO_2 , който се отделя от водата, и CO_3^{2-} . От таблицата може да се забележи, че при повишаване съдържанието на CO_3^{2-} спрямо това на HCO_3^- се наблюдават по-високи стойности на pH. (Точкуват се и валидни обосновки без позоваване на данните в таблицата.) 2 т.

6. $T_{\text{кип}}(\text{чиста})$, $T_{\text{кип}}(\text{мин. извор})$, $T_{\text{кип}}(\text{черноморска})$, $T_{\text{кип}}(\text{океанска})$ 2 т.

Възможно е, ако черноморската вода се намира при достатъчно ниско налягане (например, се отнесе на по-голяма надморска височина). 1 т.

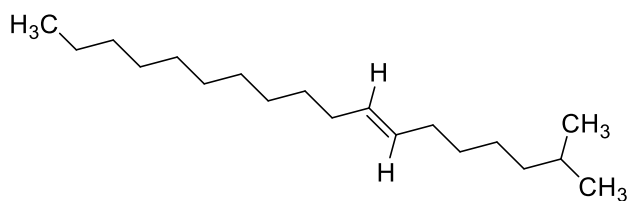


3 т.



4 т.

2. **Стереизомер на цис-Д:**

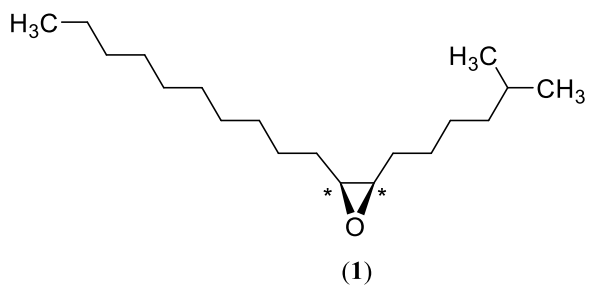


3 т.

Изомерите са π -диастереомери.

1 т.

3. **Стерецентрове в съединение (1):**



2 т.

Задача 3 (25 точки)

1. **Е** е оксид (газ) и молната му маса се изчислява по формулата:

$$M(\mathbf{E}) = \rho V_m = \rho \frac{RT}{p} = \frac{1,94 \times 8,314 \times 273}{10^5} = 44,0 \text{ g/mol} \Rightarrow \mathbf{E} = \text{CO}_2 \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

Ж е просто вещество (газ) и молната му маса се изчислява по формулата:

$$M(\mathbf{Ж}) = \rho V_m = \rho \frac{RT}{p} = \frac{1,24 \times 8,314 \times 273}{10^5} = 28,1 \text{ g/mol} \Rightarrow \mathbf{Ж} = \text{N}_2 \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

Б е просто вещество, което участва в сместа **З** (т.е. **Б** не е газ), и има общ химичен елемент с $\mathbf{E} = \text{CO}_2 \Rightarrow \mathbf{B} = \text{C}$.

1 т.

Г е сол на алкален елемент (**М**) и оксокиселина. Освен това, **Г** има общ химичен елемент с $\mathbf{B} = \text{C} \Rightarrow \mathbf{Г} = \text{M}_2\text{CO}_3$ (сол на двуосновна киселина).

1 т.

Тъй като масовата част на алкалния елемент (**М**) в **Г** е 56,6 %, намираме:

$$\frac{2M(\mathbf{M})}{2M(\mathbf{M}) + M(\text{CO}_3)} = 0,566 \Rightarrow M(\mathbf{M}) = \frac{0,566 \times 60,008}{0,868} = 39,1 \text{ g/mol} \Rightarrow \mathbf{Г} = \text{K}_2\text{CO}_3 \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

А е калиева сол на оксокиселина, която има общ химичен елемент с $\mathbf{Ж} = \text{N}_2$, т.е. **А** е калиев нитрат (не е нитрит, заради степента на окисление на N).

1 т.

Като използваме, че масовата част на калия в **А** е 38,7 %, потвърждаваме, че:

$$\frac{M(\mathbf{K})}{M(\mathbf{A})} = 0,387 \Rightarrow M(\mathbf{A}) = \frac{39,098}{0,387} = 101 \text{ g/mol} \Rightarrow \mathbf{A} = \text{KNO}_3 \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

Д е калиева сол на двуосновна оксокиселина, която съдържа химичен елемент със степен на окисление +6. Освен това, като използваме, че масовата част на калия в **Д** е 44,9 %, намираме:

$$\frac{2M(\mathbf{K})}{M(\mathbf{Д})} = 0,449 \Rightarrow M(\mathbf{Д}) = \frac{2 \times 39,098}{0,449} = 174 \text{ g/mol} \Rightarrow \mathbf{Д} = \text{K}_2\text{SO}_4 \quad \mathbf{2 \text{ т.}}$$

Тъй като **В** и $\mathbf{Д} = \text{K}_2\text{SO}_4$ имат един общ химичен елемент, освен това

В е просто вещество, участващо в сместа **З**, намираме, че $\mathbf{B} = \text{S}$.

$$2. \quad n(\mathbf{Б}) : n(\mathbf{В}) = \frac{12,5}{12,011} : \frac{12,5}{32,066} = 2,67 : 1 = 8 : 3 \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$



Присъжда се по 1 т. за всеки верен стехиометричен коефициент.

3. Пресмятаме колко мола KNO_3 , C и S се съдържат в 10,0 g от сместа **З**:

$$n(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{M(\text{KNO}_3)} = \frac{0,750 \times 10,0}{101,096} = 0,0742 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{0,125 \times 10,0}{12,011} = 0,104 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{0,125 \times 10,0}{32,066} = 0,0390 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

Лесно се вижда, че C и S са в излишък: $\frac{n(\text{KNO}_3)}{10} < \frac{n(\text{C})}{8} = \frac{n(\text{S})}{3} \quad \mathbf{2 \text{ т.}}$

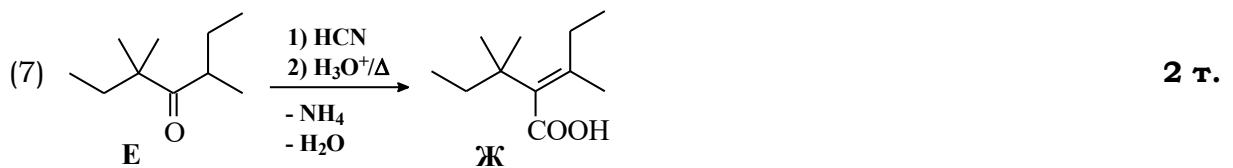
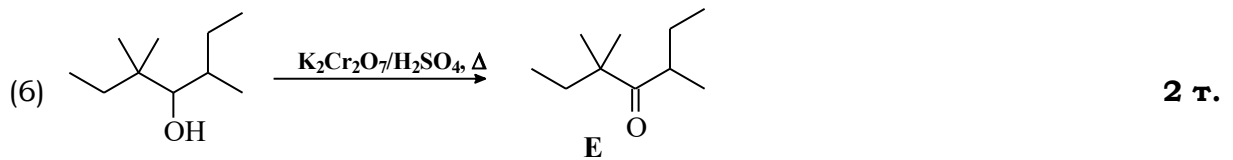
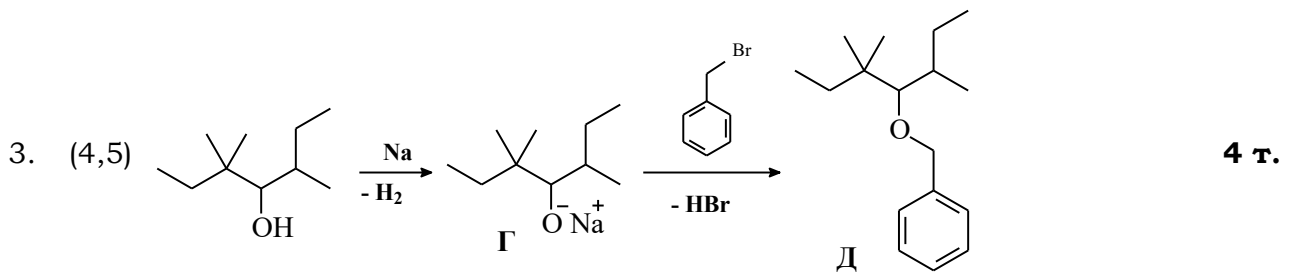
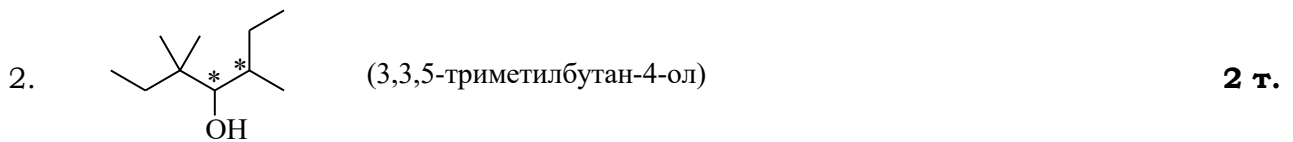
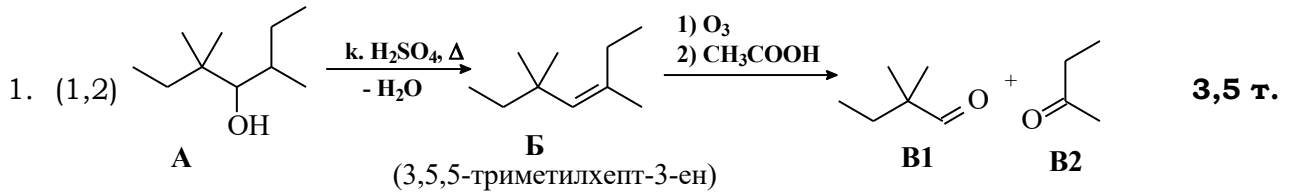
Пресмятаме колко мола KNO_3 , С и S са реагирали по **уравнение 1**:

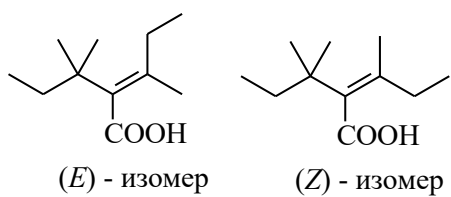
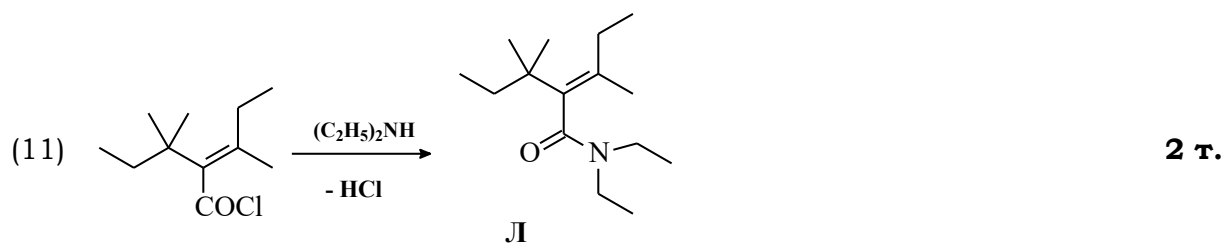
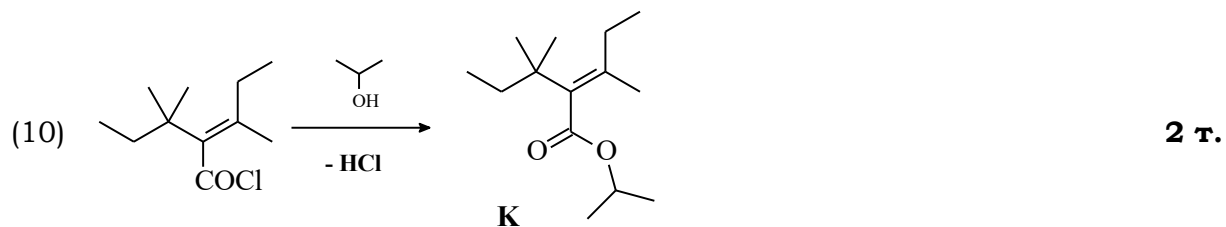
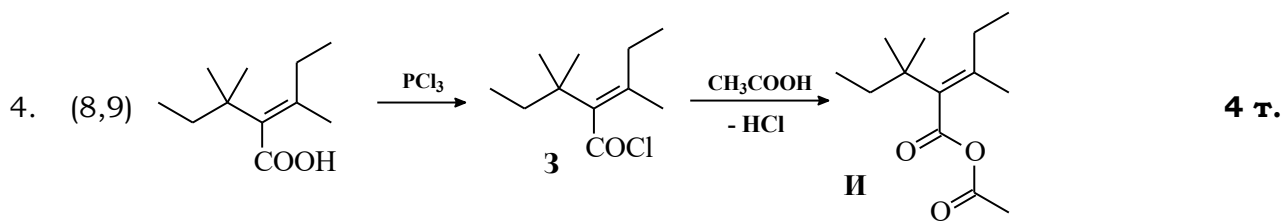
$$n_{\text{реар.}}(\text{KNO}_3) = 0,0742 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$n_{\text{реар.}}(\text{C}) = 8 \times \frac{0,0742}{10} = 0,0594 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$n_{\text{реар.}}(\text{S}) = 3 \times \frac{0,0742}{10} = 0,0223 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

Задача 4 (25 точки)





Д – етер;

И – смесен анхидрид;

Л – амид

З – киселинен халогенид;

К – естер;

2,5 т.