

Министерство образования Нижегородской области
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского
Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный (районный) этап

10 класс

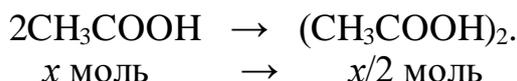
Решение задач

Задание 1.

Исходное количество вещества уксусной кислоты:

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = m/M = 5.4 / 60 = 0.09 \text{ моль.}$$

В паровой фазе уксусная кислота находится частично в виде димеров и мономеров:



Пусть в реакцию димеризации вступило x моль CH_3COOH , тогда образовалось при этом $x/2$ моль димера $(\text{CH}_3\text{COOH})_2$ и осталось $(0.09-x)$ моль CH_3COOH .

Общее количество веществ в газовой фазе равно:

$$\begin{aligned} n = (pV)/(RT) &= 43.7 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / (8.314 \text{ Дж}/(\text{моль К}) \cdot 473 \text{ К}) = \\ &= 0.05 \text{ моль,} \end{aligned}$$

а значит, $x/2 + (0.09-x) = 0.05$, откуда $x = 0.08$ моль.

Число димерных молекул уксусной кислоты в газовой фазе равно:

$$N(\text{CH}_3\text{COOH}) = n \cdot N_A = (0.08/2) \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 2.408 \cdot 10^{22} \text{ молекул.}$$

Рекомендации по оценке решения.

За уравнение реакции	3 балла
За расчет исходного количества вещества уксусной кислоты	2 балла
За расчет количеств вещества мономера и димера в газовой фазе	15 баллов
За расчет числа димерных молекул	5 баллов
Всего	25 баллов

Задание 2.

2.1. Вещества:

A – CrCl_2 – хлорид хрома (II);

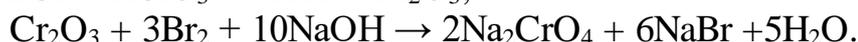
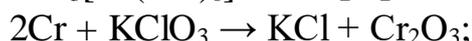
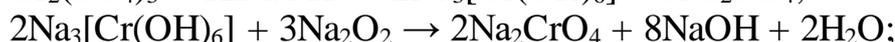
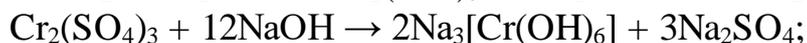
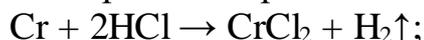
B – $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ – сульфат хрома (III);

C – $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ – гексагидроксохромит натрия или гексагидроксохромат(III) натрия;

D – Na_2CrO_4 – хромат натрия;

E – Cr_2O_3 – оксид хрома (III).

2.2. Уравнения реакций:

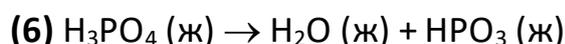
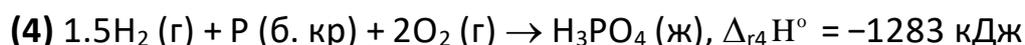
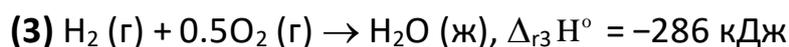
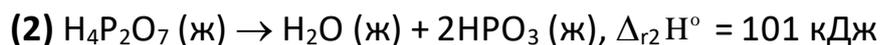
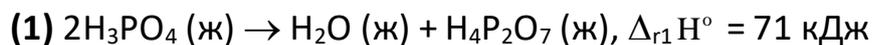


Замечание. Можно считать правильным ответ, если для вещества С учащийся предложит другой гидроксокомплекс хрома (III), например, $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$. Название комплекса при этом должно отвечать предложенной участником формуле.

За установление природы веществ А – Е (5 веществ)	10 баллов
За названия веществ А – Е	5 баллов
За уравнения реакций (6 уравнений)	12 баллов
Всего	27 баллов

Задание 3.

3.1. Термохимические уравнения:



3.2. Определим энтальпию образования метафосфорной кислоты (соответствует уравнению (5)) по следствию из закона Гесса:

$$\Delta_{r6} \text{H}^\circ = \frac{1}{2} (\Delta_{r1} \text{H}^\circ + \Delta_{r2} \text{H}^\circ) = 86 \text{ кДж},$$

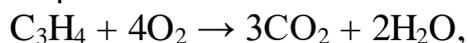
$$\Delta_{r6} \text{H}^\circ = \Delta_{r3} \text{H}^\circ + \Delta_{r5} \text{H}^\circ - \Delta_{r4} \text{H}^\circ = 86 \text{ кДж},$$

$$\Delta_{r5} \text{H}^\circ = -911 \text{ кДж}.$$

За термохимические уравнения (6 уравнений)	18 баллов
За расчет энтальпии образования метафосфорной кислоты	6 баллов
Всего	24 балла

Задание 4

4.1. Уравнения реакций сгорания компонентов смеси:



Средняя молярная масса исходной смеси:

$$M_{\text{смеси}} = 1.631 \cdot 29 \text{ г/моль} = 47.3 \text{ г/моль}.$$

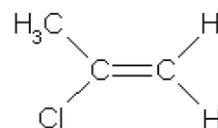
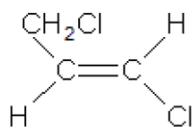
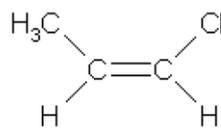
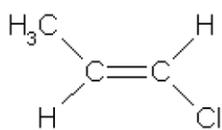
Пусть x – молярная (она же объемная) доля пропина в исходной смеси. Тогда

$$M_{\text{смеси}} = 40x + 76.5(1-x) = 47.3 \text{ г/моль},$$

откуда $x = 0.8$.

4.2. Положим, что сжиганию подвергли 1 моль смеси, а значит, 0.8 моль пропина и 0.2 моль изомеров $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}$. По уравнению реакции из 0.8 моль пропина получится 1.6 моль воды, которая сконденсируется в заданных условиях. Сгорание 0.2 моль $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}$ даст 0.4 моль воды и 0.2 моль HCl , которые растворятся в воде. Кислород, находящийся в избытке, практически нерастворим в воде. Растворимость углекислого газа в кислой среде, создаваемой хлороводородом, низкая, поскольку кислая среда препятствует переходу угольной кислоты в другие ионные формы (карбонат- и гидрокарбонат-ионов). Таким образом, можно считать, что раствор будет содержать всего 2.0 моль (36 г) воды и 0.2 моль (7.3 г) хлороводорода. Массовая доля хлороводорода составит $7.3 \text{ г} / (36 \text{ г} + 7.3 \text{ г}) = 0.169$, или 16.9 %.

4.3. Формулы четырех возможных изомеров C_3H_5Cl :



Рекомендации по оценке решения.

За уравнения реакций (2 уравнения)	4 балла
За расчет объемной доли пропина	4 балла
За расчет массовой доли HCl	8 баллов
За структурные формулы монохлоралкенов (4 изомера)	8 баллов
Всего	24 балла