

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный этап

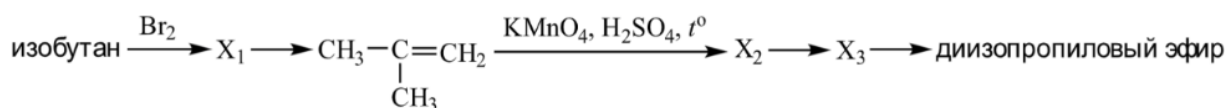
2025 – 2026 уч. г.

11 класс

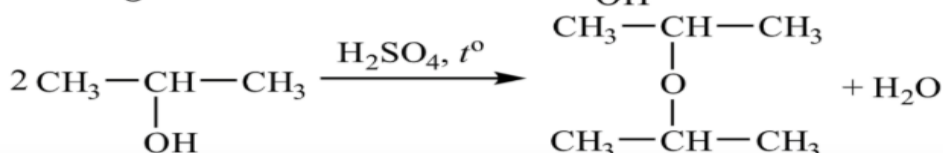
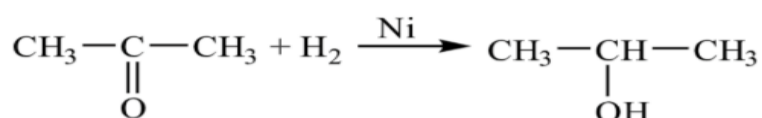
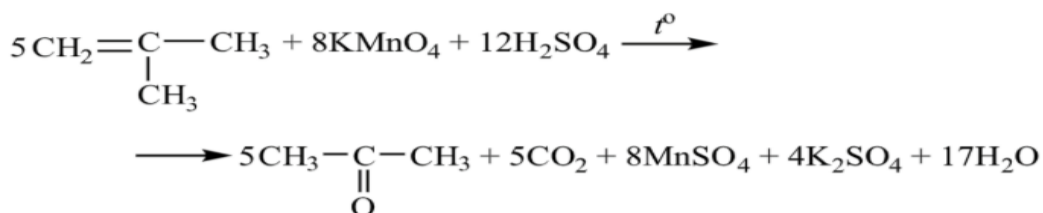
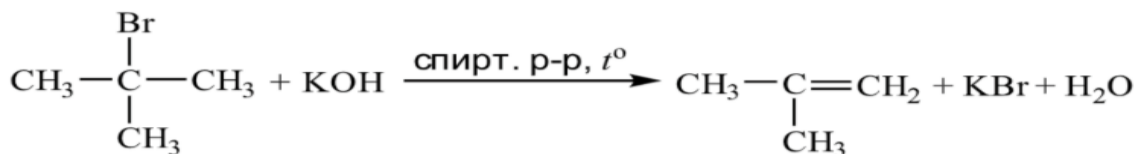
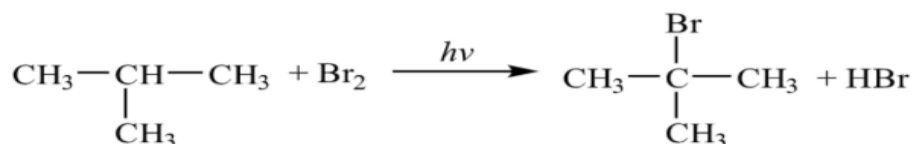
Максимальное количество баллов – 100

Задача 1.

Решите цепочку превращений. Не забывайте расставлять коэффициенты и записывать формулы органических соединений в структурном виде.



Максимально – 20 баллов.

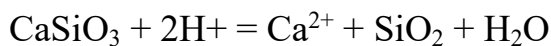
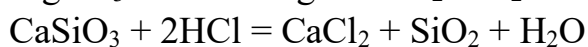
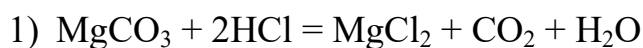


За каждое уравнение реакции: 1 балл за расстановку коэффициентов, 1 балл за написание побочных продуктов, 2 балла за написание формул органических соединений в структурном виде. При отсутствии структурных формул, но верной расстановке коэффициентов и наличии побочных продуктов – 2 балла за каждое уравнение.

Задача 2.

(1) Хромовая руда, не содержащая воды, состоит из $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$, $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$, MgCO_3 , CaSiO_3 . (2) С помощью анализа установлено, что руда содержит 45,6% Cr_2O_3 , 7,98% Fe_2O_3 , 16,12% MgO . (3) Соединения хрома, присутствующие в руде, не взаимодействуют с концентрированной соляной кислотой. (4) После окончания реакции с соляной кислотой, образец тщательно промыли водой и высушили до постоянной массы. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций, происходящих при обработке руды соляной кислотой (пункт 3). Рассчитайте массовые доли соединений в руде, количества веществ в руде. Рассчитайте массовую долю Cr_2O_3 в сухом остатке.

Максимально – 20 баллов.



За каждое уравнение – 0,5 балла. За верно расставленные коэффициенты в уравнении – 0,5 балла.

2) Все железо находится в форме $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$, следовательно:

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2n(\text{FeCrO}_2)_2$$

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,70 \text{ г/моль} \quad \omega(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 7,98\%$$

$$M(\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2) = 223,87 \text{ г/моль}$$

$$\omega(\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2) = \frac{2 \cdot 223,87 \text{ г/моль}}{159,70 \text{ г/моль}} \cdot 7,98\% = 22,37\%$$

За составление пропорции и ее решение – 1 балл.

3) Различие между общим содержанием Cr_2O_3 и Cr_2O_3 , содержащимся в форме $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$, соответствует содержанию Cr_2O_3 в виде $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$.

Вывод – 1 балл.

$$\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3) \text{ в } \text{Fe}(\text{CrO}_2)_2:$$

$$M(\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2) = 233,87 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 152,02 \text{ г/моль}$$

$$\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3) = \frac{152,02 \text{ г/моль}}{223,87 \text{ г/моль}} \cdot 22,37 = 15,19 \%$$

$$\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3) \text{ в } \text{Mg}(\text{CrO}_2)_2 = 45,5 - 15,19 = 30,41\%$$

5 баллов.

Содержание $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$:

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = n(\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2)$$

$$M(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 152,02 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2) = 192,34 \text{ г/моль}$$

$$\omega(\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2) = \frac{192,34 \text{ г/моль}}{152,02 \text{ г/моль}} \cdot 30,41 = 38,47\%$$

2 балла.

Различие между общим содержанием MgO в руде с содержанием, соответствующим $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$, составляет MgO в форме MgCO_3 :

$$n(\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2) = n(\text{MgO})$$

$$M(\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2) = 192,34 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{MgO}) = 40,32 \text{ г/моль}$$

$$\omega(\text{MgO}) = \frac{40,32 \text{ г/моль}}{192,34 \text{ г/моль}} * 38,47 = 8,06\%$$

2 балла.

$$n(\text{MgO}) = n(\text{MgCO}_3)$$

$$M(\text{MgO}) = 40,32 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{MgCO}_3) = 84,32 \text{ г/моль}$$

$$\omega(\text{MgCO}_3) = \frac{84,32 \text{ г/моль}}{40,32 \text{ г/моль}} * 8,06 = 16,86\%$$

2 балла.

Содержание CaSiO_3 :

$$\omega(\text{CaSiO}_3) = 100 - (22,37 + 38,47 + 16,86) = 22,30\%$$

1 балл.

1 кг. руды содержит:

223,7 г $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ – 1 моль;

384,7 г $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$ – 1 моль;

168,6 г MgCO_3 – 2 моль;

223 г CaSiO_3 – 2 моль.

0,5 балла за каждое вычисление.

Задача 3.

Объясните посредством применяемых формул и символов в химии, какие соединения называют пероксидами. Приведите 6 брутто-формул таких соединений. Напишите уравнения химических реакций для двух методов количественного определения содержания пероксида в пероксиде кальция.

Объясните с помощью уравнений химических реакций следующие превращения:

- 1) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, растворенный в воде, смешивают с избытком раствора гидроксида натрия. Раствор окрашивается в зеленый цвет. При добавлении к нему раствора пероксида водорода цвет меняется на желтый;
- 2) Если смешать фиолетовый раствор соединения марганца с раствором пероксида водорода, то раствор обесцвечивается и выделяется газ.

Максимально – 20 баллов.

- 1) Пероксиды имеют функциональную группу O_2^{2-} .

Примеры:

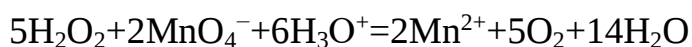


Na_2O_2 ;
 BaO_2 ;
 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$;
 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$;
 CrO_5 ;
 $[\text{VO}_2]^+$

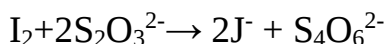
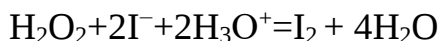
7 баллов.

2) Пероксид кальция (П) разлагается водным раствором подходящей кислоты с образованием пероксида водорода H_2O_2 , который определяется:

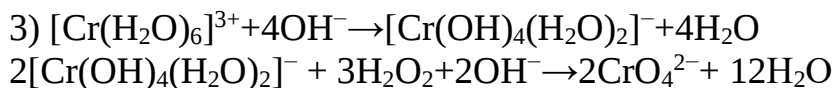
а) перманганатометрическим методом:



б) йодометрическим методом:

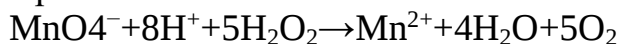


2 балла за каждое уравнение. Допустимо написание полной молекулярной формы.



2,5 балла за каждое уравнение.

б) Если смешать фиолетовый раствор соединения марганца с раствором пероксида водорода, то раствор обесцвечивается и выделяется газ. Уравнение:



2 балла.

Задача 4.

В химии существуют множество именных реакций. Вам предлагается заполнить следующую таблицу. Запишите в последнюю строку самую именную реакцию. Не забывайте расставлять коэффициенты и писать формулы органических соединений в структурном виде. Допускается запись схем реакций.

№	Имя ученого	Реакция

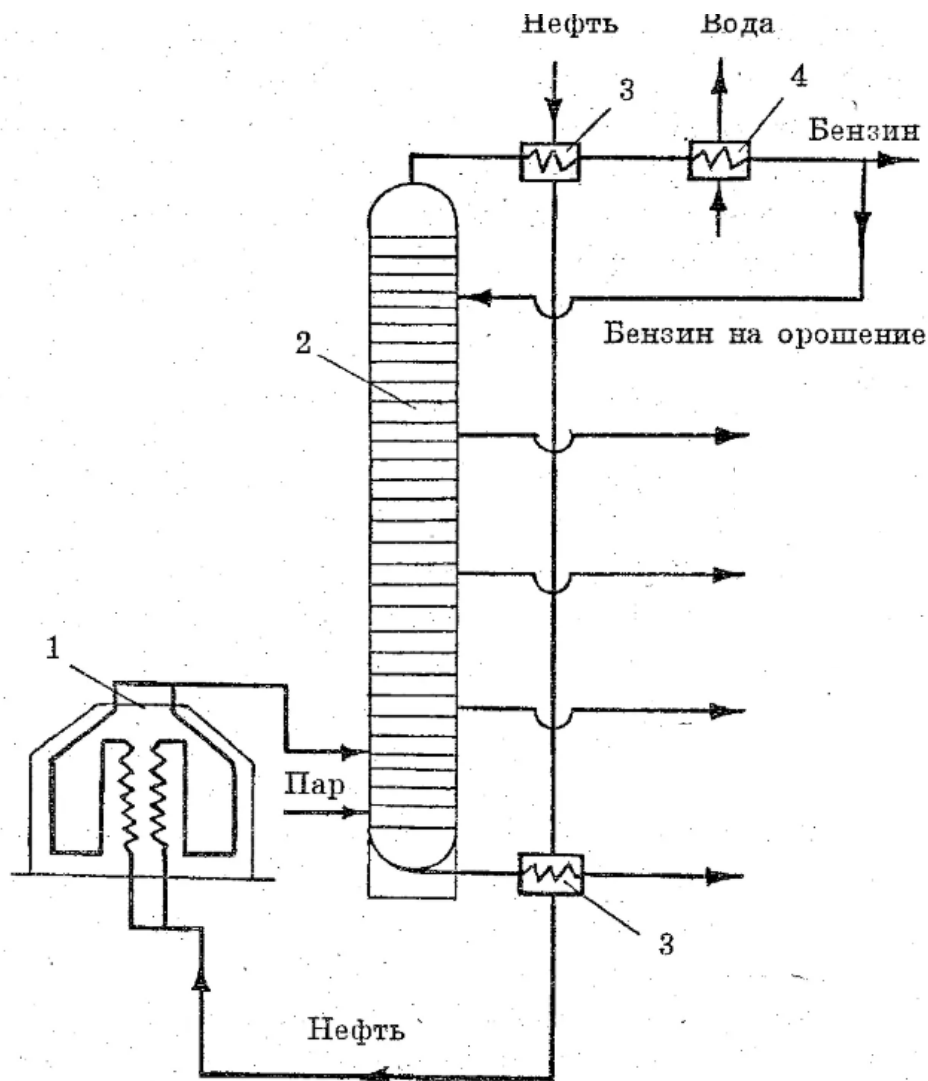
1.	Георг Виттиг	$R^1 \diagdown C=O + (C_6H_5)_3P^+ - \overset{\ominus}{C}H - R^3 \xrightarrow[\text{или ТГФ}]{\text{эфир}} R^1 \diagdown C=C \begin{matrix} R^3 \\ \diagup \\ H \end{matrix} +$ 4 балла.
2.	Михаил Григорьевич Кучеров	$CH \equiv CH + H_2O \xrightarrow{H^+, Hg^{2+}} CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C}H$ 4 балла.
3.	Адольф Фильтгельм Герман Кольбе	$2RCOONa + 2H_2O \xrightarrow{\text{эл.ток}} 2CO_2 + R-R + 2NaOH + H_2$ $2CH_3COONa + 2H_2O \xrightarrow{\text{эл.ток}} 2CO_2 + C_2H_6 + 2NaOH + H_2$ 4 балла.
4.	Шарль Адольф Вюрц	$2 RHal + 2 Na \longrightarrow R-R + 2 NaHal$ 4 балла.
5.	Александр Михайлович Бутлеров	$CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C}H + CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C}H \xrightarrow{NaOH} CH_3 - \overset{\overset{OH}{\mid}}{CH} - CH_2 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C}H$ 4 балла.

Максимально – 20 баллов.

Задача 5.

На сегодняшний день широко распространена перегонка нефти. Опишите работу ректификационной колонны, изображенной на рисунке. Какие фракции выделяются? Как применяются данные фракции в промышленности?

Напишите 2 метода переработки нефти.



Максимально – 20 баллов.

1) Работа ректификационной колонны:

Ректификационная колонна разделяет жидкие смеси на компоненты, используя разницу в их температурах кипения. Процесс начинается с нагрева смеси, которая испаряется в кубе и поднимается вверх по колонне в виде пара. В колонне поддерживается парожидкостное равновесие, где пары более легкокипящих компонентов поднимаются, а высококипящие конденсируются и возвращаются вниз в виде флегмы. Флегма обогащается менее летучими компонентами, снова конденсируется и повторяет цикл, улучшая разделение. Пар, достигший верха колонны, конденсируется в дефлегматоре, образуя дистиллят. Для достижения нужной степени разделения и качества продуктов процесс

регулируется изменением температуры, скорости подачи смеси и других параметров, а также возможен последовательный отбор фракций с различным содержанием компонентов.

4 балла. Допустима иная формулировка, похожая по смыслу.

2) Фракции и их значение:

Бензин — используется как топливо для двигателей внутреннего сгорания в автомобилях и других транспортных средствах.

Лигроин — применяется как компонент бензина, а также в качестве растворителя в химической промышленности и при производстве лакокрасочных материалов.

Керосин — используется как реактивное топливо для самолётов, а также в бытовых целях (например, в керосиновых лампах) и как растворитель в некоторых промышленных процессах.

Дизельное топливо — применяется в дизельных двигателях для грузовых автомобилей, спецтехники и других транспортных средств.

Мазут — используется в качестве топлива для котельных установок и промышленных печей, а также как сырьё для производства битумов и других нефтепродуктов.

Гудрон — применяется в дорожном строительстве для производства асфальта, а также в производстве кровельных и гидроизоляционных материалов.

1 балл за фракцию. 1 балл за значение фракции.

3) 2 метода переработки нефти:

1. Первичная переработка (фракционная перегонка) — процесс разделения нефти на фракции с разными температурами кипения, такие как бензин, лигроин, керосин, дизельное топливо и мазут.

2. Вторичная переработка — процессы, такие как крекинг и риформинг, которые изменяют структуру молекул углеводородов для получения более ценных продуктов, например, более качественных бензинов или сырья для химической промышленности.

2 балла за каждый метод.