

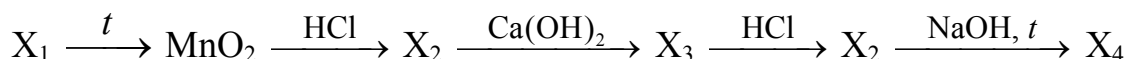
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ 2015–2016 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
10 класс

Решения и критерии оценивания

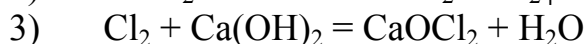
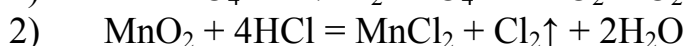
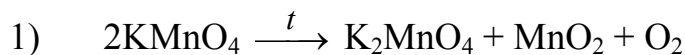
В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается.

1. Пять ОВР

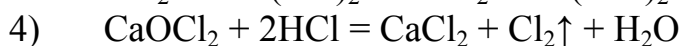
Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:



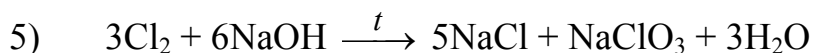
Ответ.



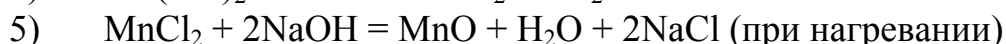
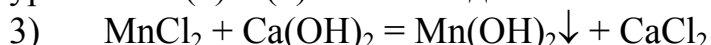
или



или



За правильный также принимается вариант решения, в котором $X_2 - \text{MnCl}_2$. Тогда уравнения (3) – (5) имеют вид:



За каждое уравнение – по 2 балла.

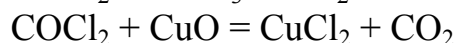
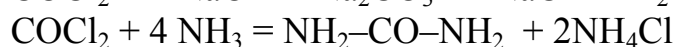
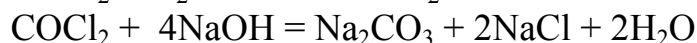
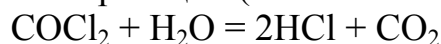
Всего за задачу – 10 баллов.

2. Угадайка

При взаимодействии 1 моль бинарного соединения металла с избытком соляной кислоты выделяется 22,4 л (н. у.) ядовитого газа **А** с неприятным запахом. Этот газ самовоспламеняется на воздухе, при этом образуются два оксида – **В** и **С**. Оксид **В** – твёрдое кристаллическое неядовитое вещество, оксид **С** – жидкость; оба оксида присутствуют на Земле в больших количествах. Такое же количество газа **А** активно реагирует с водным раствором гидроксида калия с образованием растворимой соли и выделением 4 моль водорода.

1. Определите вещества **А**, **В** и **С**, дайте по два названия каждому их них.
2. Напишите уравнения упомянутых реакций.
3. Определите массу вещества **В**.

Уравнения реакций (**по 2 балла** за каждое):



Всего за задачу – 10 баллов

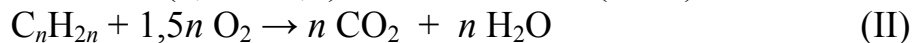
4. Смесь углеводородов

Эквимольная смесь газообразных алкана и алкена, в молекулах которых содержится одинаковое число атомов углерода, способна при обычных условиях полностью взаимодействовать с 80 г 20%-го раствора брома в четыреххлористом углероде. При сжигании такого же количества исходной смеси образуется 13,44 л (н. у.) оксида углерода(IV).

1. Определите, какие углеводороды входили в состав исходной смеси, и приведите их структурные формулы.
2. Вычислите массовые доли алкана и алкена в исходной смеси.
3. Вычислите плотность смеси (г/л) при нормальных условиях.

Ответ.

1. Алкан – $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$; алкен – C_nH_{2n} .



Только алкен взаимодействует с раствором брома:



2. Определение молекулярной формулы искомым углеводородов и количества вещества углеводородов:

$$\nu(\text{Br}_2) = \frac{80 \cdot 0,2}{160} = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{13,44}{22,4} = 0,6 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Br}_2) = \nu(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = \nu(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) - \text{по условию задачи}$$

Количество вещества углекислого газа, образовавшегося при сжигании, равно суммарному количеству вещества углерода в искомым углеводородах:

$$0,6 = 0,1n + 0,1n, \quad n = 3.$$

Алкан – это пропан C_3H_8 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$) а алкен – пропен C_3H_6 ($\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$).

$$m(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \cdot 0,1 = 4,4 \text{ г}; \quad m(\text{C}_3\text{H}_6) = 42 \cdot 0,1 = 4,2 \text{ г};$$

$$m(\text{газ. смеси}) = 8,6 \text{ г};$$

$$\omega(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{4,4}{8,6} \cdot 100 \% = 51,2 \% ; \quad \omega(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{4,2}{8,6} \cdot 100 \% = 48,8 \%$$

3. Вычисление плотности газовой смеси алкана и алкена при н. у.

$$\rho_{\text{н. у.}}(\text{газ. смеси}) = \frac{m(\text{смеси})}{V_{\text{н. у.}}(\text{смеси})}$$

Суммарное количество вещества газовой смеси равно 0,2 моль.

$$V_{\text{н. у.}}(\text{смеси}) = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ л.}$$

$$\rho_{\text{н. у.}}(\text{газ. смеси}) = \frac{8,6}{4,48} = 1,92 \text{ г/л.}$$

Система оценивания.

Уравнения реакций горения углеводородов и бромирования алкена с использованием общих формул **3 балла.**

Установление молекулярной и структурной формул искомым углеводородов **2 балла**

Определение количества вещества искомым углеводородов **1 балл**

Вычисление массовой доли алкана и алкена в исходной смеси **1 балл**

Вычисление плотности исходной смеси алкана и алкена **3 балла**

Всего за задачу – 10 баллов.

5. Свойства изомерных углеводородов

Три изомерных углеводорода (**A**, **B**, **C**), массовая доля углерода в которых составляет 85,7 % и относительная плотность паров которых по водороду равна 42, обесцвечивают бромную воду и легко окисляются водным раствором перманганата калия. При жёстком окислении (перманганатом калия в кислой среде) изомер **A** образует кетон и карбоновую кислоту, изомер **B** – смесь двух разных кислот, изомер **C** – только одну карбоновую кислоту. При гидратации изомеров **B** и **C** образуются вторичные спирты, а при гидратации изомера **A** – третичный спирт.

1. Определите молекулярную и структурные формулы изомеров **A**, **B** и **C** и назовите их, используя правила систематической номенклатуры.

2. Напишите уравнения следующих реакций:

а) взаимодействия изомера **A** с бромной водой;

б) взаимодействия изомера **B** с водным раствором перманганата калия;

в), г), д) окисления изомеров **A**, **B** и **C** подкисленным раствором перманганата калия;

е), ж), з) гидратации всех трёх изомеров.

Назовите продукты реакций и укажите условия их протекания.

3. Могут ли соединения **A**, **B** и **C** существовать в виде цис-транс-изомеров? Если да, то приведите соответствующие структурные формулы.

Ответ.

1. Определение молекулярной и структурных формул изомеров **A**, **B** и **C**.

Формула искомого углеводорода – C_xH_y .

Допустим, что $m(C_xH_y) = 100$ г, тогда $m(C) = 85,7$ г, $m(H) = 14,3$ г.

$$\nu(\text{C}) = 85,7 / 12 = 7,14 \text{ моль}; \nu(\text{H}) = 14,3 / 1 = 14,3 \text{ моль}.$$

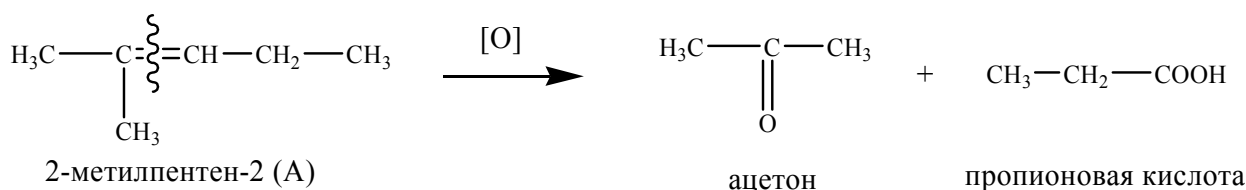
$$x : m = \nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 7,14 : 14,3 = 1 : 2.$$

Простейшая формула – CH_2 ; $M(\text{CH}_2) = 14 \text{ г/моль}$.

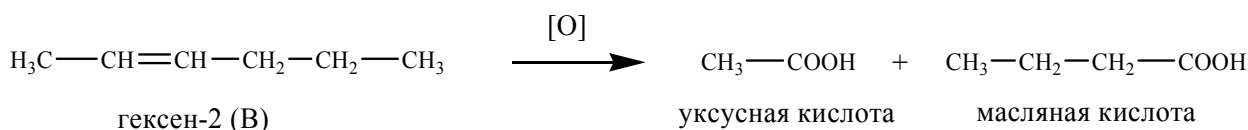
$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = 42 \cdot 2 = 84 \text{ г/моль}, \frac{M(\text{C}_x\text{H}_y)}{M(\text{CH}_2)} = \frac{84}{14} = 6, \text{ следовательно, } x = 6, m = 12$$

Молекулярная формула углеводородов – C_6H_{12} .

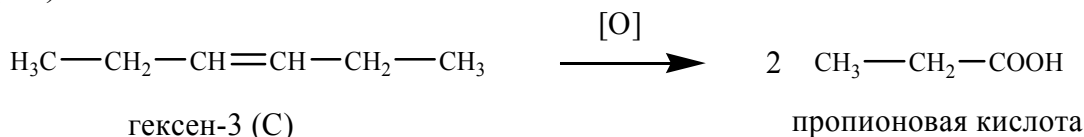
Исходя из описания химических свойств изомеров **A**, **B** и **C**, эти углеводороды относятся к алкенам. При жёстком окислении изомера **A** образуется кетон и карбоновая кислота. Следовательно, этим изомером является 2-метилпентен-2.



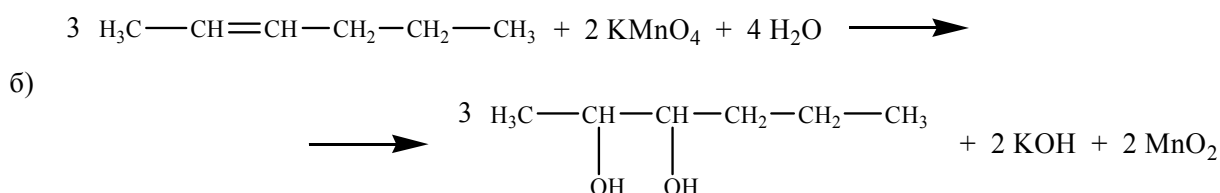
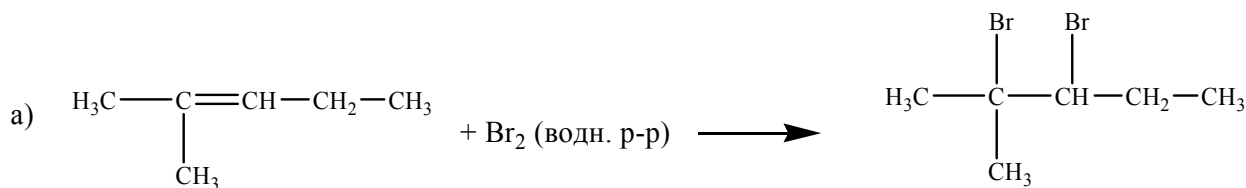
Жёсткое окисление изомера **B** приводит к образованию двух различных карбоновых кислот. Следовательно, **B** – гексен-2.

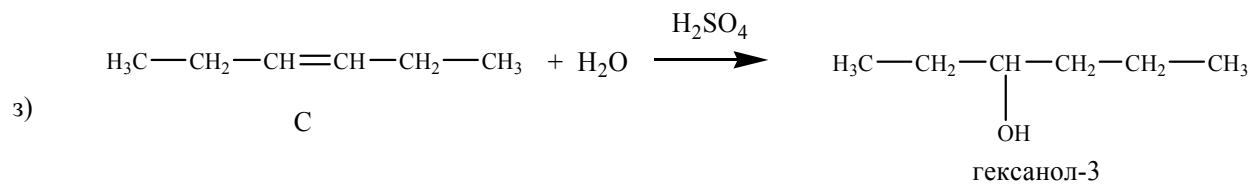
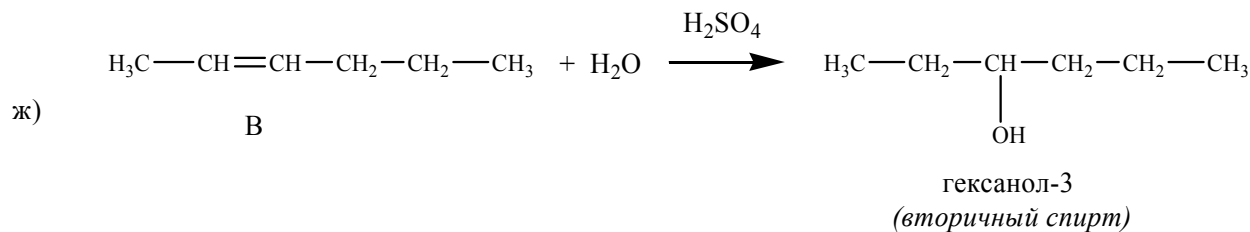
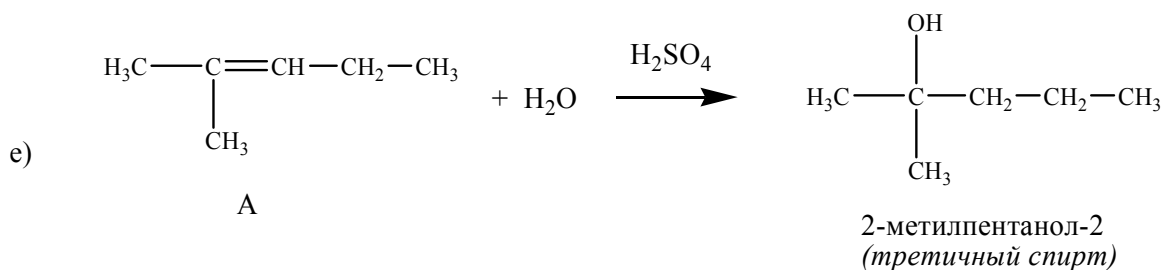
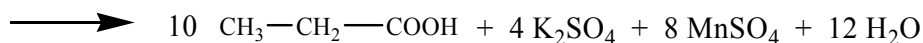
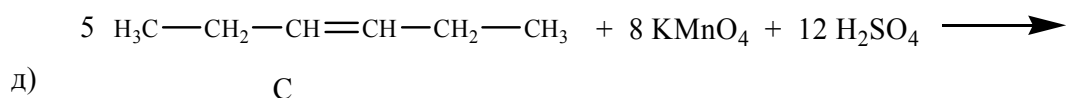
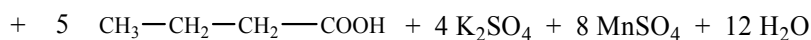
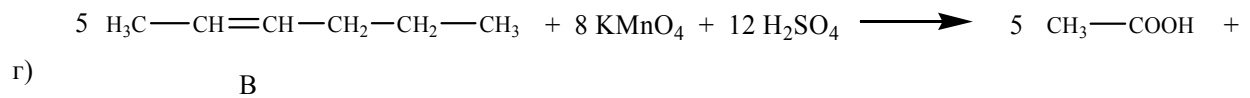
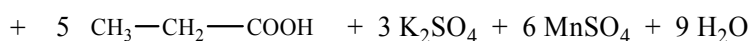
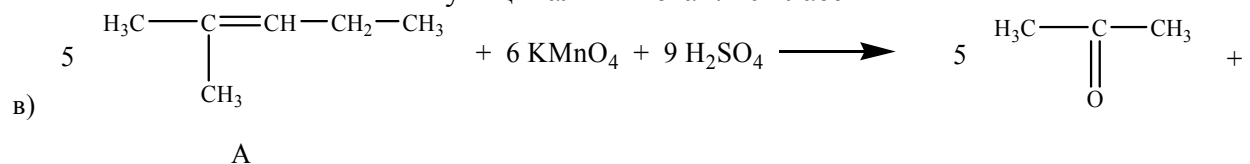


Только одна карбоновая кислота образуется при жёстком окислении гексена-3 (изомер **C**).

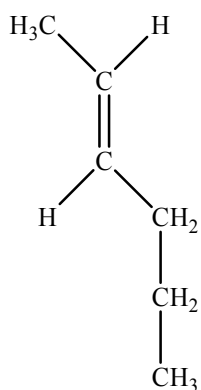


2.

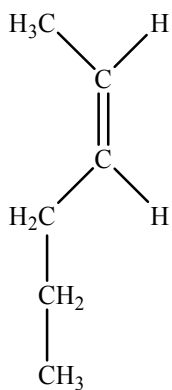




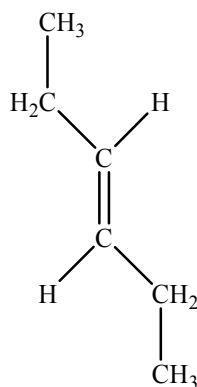
3. Изомеры **В** и **С** имеют геометрические изомеры, изомер **А** – не имеет.



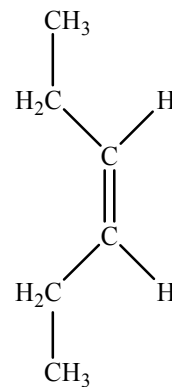
транс-гексен-2



цис-гексен-2



транс-гексен-3



цис-гексен-3

Система оценивания.

Определение молекулярной формулы изомеров **А**, **В**, **С**

1 балл

Определение структурных формул изомеров **А**, **В**, **С** и составление их названий

3 балла

Уравнения реакций (а)–(з) с использованием структурных формул изомеров

(по **0,5 балла** за уравнение реакции), всего **4 балла**

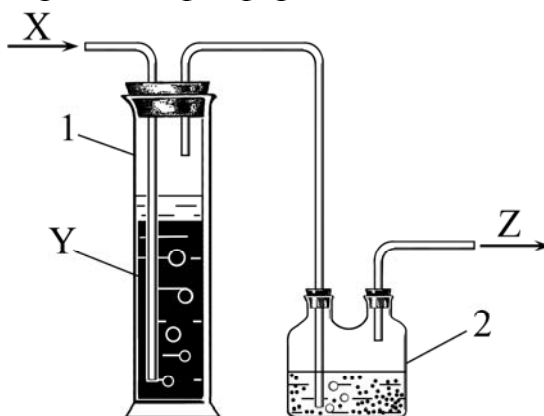
Структурные формулы геометрических изомеров

2 балла

Всего за задачу – 10 баллов.

6. Получение газа в лаборатории

Для получения газа **Z** в лаборатории собрали установку (см. рис.). В стеклянный цилиндр (1) налили тяжёлую жидкость красно-бурого цвета **Y**, добавили немного воды и пропустили газ **X**. Выделяющийся газ **Z** проходил через промывную склянку (2) с суспензией красного фосфора.



1. Определите вещества **X**, **Y** и **Z**, если известно, что **X** и **Z** — бесцветные газы с резким запахом. **Z** тяжелее **X** в 2,38 раза. **X** образуется при протухании яиц. **Y** — простое вещество.

2. Напишите уравнение реакции получения газа **Z** при взаимодействии **X** и **Y**.

3. С какой целью газ **Z** пропускают через водную суспензию красного фосфора?

4. Для данного опыта требуется газ **X**. Какими бы методами Вы воспользовались для его получения? Рассмотрите два варианта.
5. Какими ещё способами можно получить **Z** в лаборатории? Предложите три способа.

Ответ.

1. **X** — H_2S , **Y** — Br_2 , **Z** — HBr .

$$D_{\text{H}_2\text{S}}(\text{HBr}) = \frac{81}{34} = 2,38$$

По 1 баллу за каждое верно определённое вещество

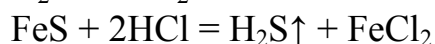
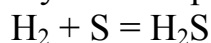
2. $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 = 2\text{HBr} + \text{S}$ **1 балл**

3. Суспензию красного фосфора используют для очистки бромоводорода от паров брома:



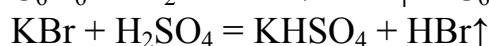
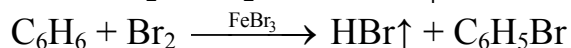
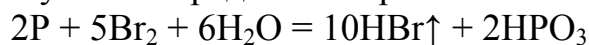
1 балл

4. Могут быть предложены различные методы, например:

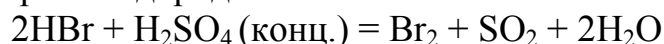


2 балла

5. Могут быть предложены различные способы, например:



Реакцию можно проводить на холоду или при лёгком нагревании. Использовать для опыта концентрированную серную кислоту нельзя, т. к. происходит окисление бромоводорода:



За любой разумный способ – по 1 баллу, всего – 3 балла

Всего за задачу – 10 баллов.

Максимальная оценка за всю работу – 50 баллов. Учитываются пять решений из шести, за которые участник набрал наибольшие баллы.