

**Авторские решения и критерии оценивания работ
заключительного этапа
Открытой химической олимпиады 2016/2017 учебного года**

Заключительный этап. 10 класс. Вариант 1. Решения и критерии оценивания.

Задание № 1. Решение.

Относительная молярная масса соединения X

$M = 13,18 \cdot 10^{-24} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 7,94$ г/моль. Это гидрид лития LiH. **1 балл**

Относительная молярная масса кислоты определяется из условия, что все хлорсодержащие неорганические кислоты содержат один атом хлора.

$M_{\text{кислота}} = 35,5 : 0,3532 = 100,5$ г/моль. Это хлорная кислота. HClO₄ **1 балл**

Реакция гидрида лития с хлорной кислотой.

$\text{LiH} + \text{HClO}_4 = \text{LiClO}_4 + \text{H}_2$ **1 балл**

1 1 1 1 $n(\text{H}_2) = 0,2$ моль. **1 балл**

0,2 0,2 0,2 0,2 $pH = 7$. Реакция по стехиометрии. **1 балл**

$M_{\text{кристаллов}} = 32,1 : 0,2 = 160,5$ г/моль. **1 балл**

$M_{\text{LiClO}_4} = 106,5$ г/моль. Следовательно, кристаллогидрат содержит 54 г воды, 3 молекулы воды.

$\text{LiClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ **1 балл**

Расчет массовой доли соли в растворе.

Масса раствора $200 + 32,1 = 232,1$ г. **1 балл**

Масса соли в растворе $106,5 \times 0,2 = 21,3$ г. **1 балл**

Массовая доля соли в растворе $\omega = 21,3 : 232,1 = 0,0918 = 9,18\%$. **1 балл**

Итого 10 баллов

Задание № 2. Решение.

Расчёт количества газов в реакторе:

$\Sigma n = pV/RT = 1,013 \times 10^6 \times 0,0224 / 8,314 \times 546 = 5,0$ моль. **1 балл**

Следовательно, количество каждого газа равно 1 моль. **1 балл**

Количество электронов в молекуле каждого вещества равно 10, так как заряд одного электрона - $1,6 \times 10^{-19}$ Кл. Такое суммарное количество электронов имеется в молекулах CH₄, NH₃, H₂O, HF, Ne.

1 балл

При охлаждении газовой смеси при 168 °C (не обязательно указание температуры) начнётся реакция соединения:

$\text{NH}_3 + \text{HF} = \text{NH}_4\text{F}_{\text{кр.}}$ **1 балл**

1 моль 1 моль 1 моль

При 100 °C начнётся конденсация воды. **1 балл**

При 20 °C в газовой фазе останутся два газа CH₄ и Ne в отношении 1:1. Плотность этой газовой смеси по водороду $D = (16 + 20,2) / (2 \times 2) = 9,05$. Это совпадает с данными в задании.

1 балл

Давление равно $p = \Sigma nRT/V = 2 \times 8,314 \times 293 / 0,0224 = 2,175 \times 10^5$ Па. **1 балл**

Количество фторида аммония 1 моль. Масса 37 г. В виде безводных кристаллов выпало 22,1 г. В водном растворе находится 14,9 г. **1 балл**

Количество воды 1 моль. Масса воды 18 г.

Масса насыщенного раствора фторида аммония $14,9 + 18 = 32,9$ г. **1 балл**

Массовая доля соли в растворе

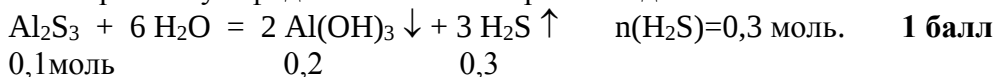
$\omega = 14,9 : 32,9 = 0,4529 = 45,29\%$. **1 балл**

Задание № 3. Решение.

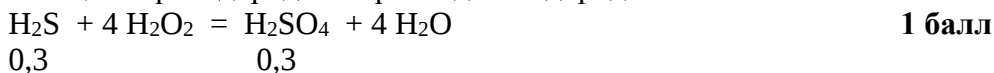
Безжизненными глубинами Чёрного моря делает сероводород H_2S . Следовательно, сера входит в состав бинарного соединения X. Второй элемент из того же периода металл алюминий. Сульфид алюминия X. Массовая доля алюминия в сульфиде равна 36,0 %.

1 балл

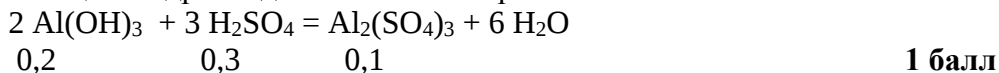
Растворение сульфида алюминия в горячей воде:



Реакция сероводорода с пероксидом водорода.



Реакция гидроксида алюминия с серной кислотой.



Молярная масса выпавших кристаллов

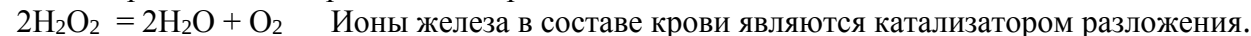
$$M = 66,6 : 0,1 = 666 \text{ г/моль.} \quad 1 \text{ балл}$$

Молярная масса сульфата алюминия $M = 342 \text{ г/моль.}$ 1 балл

$$\text{Масса воды в кристаллах } 666 - 342 = 324 \text{ г. } n(\text{H}_2\text{O}) = 18 \quad 1 \text{ балл}$$

Формула кристаллогидрата $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$

Реакция разложения пероксида водорода:



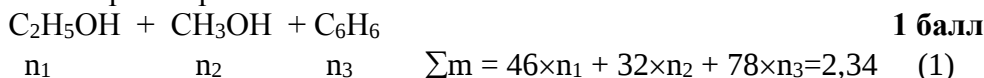
1 балл

При прокаливании кристаллогидратов полностью удаляются молекулы воды. Масса безводного сульфата алюминия $342 \times 0,1 = 34,2 \text{ г.}$ 1 балл

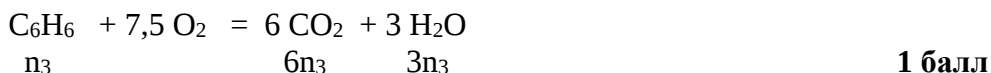
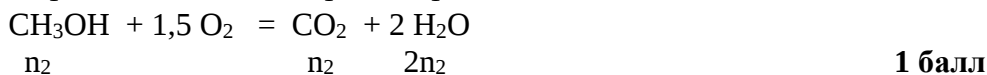
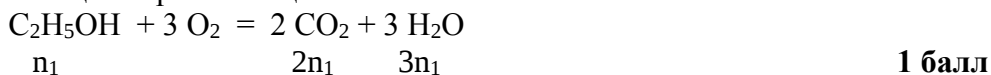
Итого 10 баллов

Задание № 4. Решение.

Масса раствора смеси



Реакция горения веществ смеси:



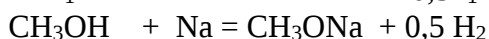
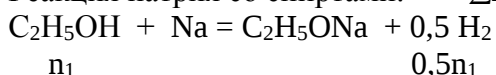
Масса воды в продуктах горения:

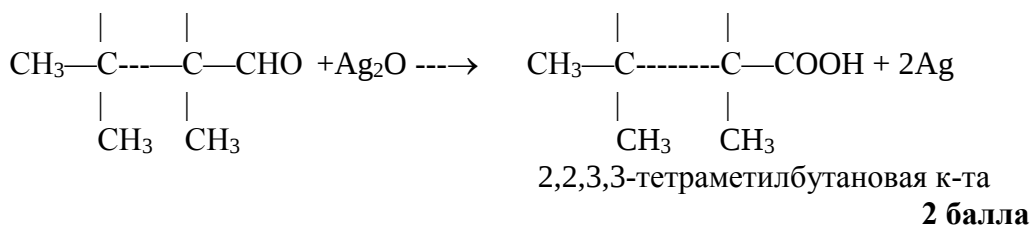
$$(3n_1 + 2n_2 + 3n_3) \times 18 = 1,98 \quad (2) \quad 1 \text{ балл}$$

Объём газа в продуктах горения:

$$(2n_1 + n_2 + 6n_3) \times 22,4 = 3,36 \quad (3) \quad 1 \text{ балл}$$

Реакция натрия со спиртами. $\Sigma n(\text{H}_2) = 0,01 \text{ моль}$





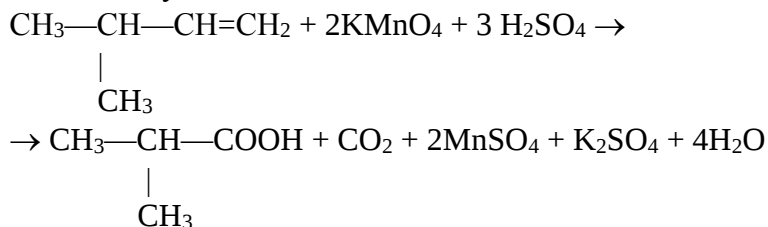
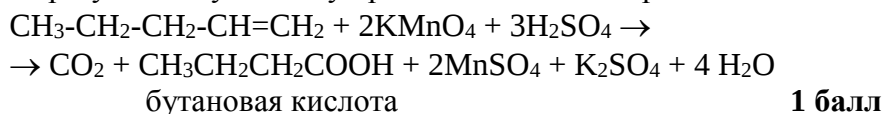
Итого 10 баллов

Задание № 6. Решение.

Пентен-1
 Цис-пентен-2
 Транс-пентен-2
 2-метилбутен-2
 3-метилбутен-1
 Циклопентан
 Метилциклобутан
 Этилциклопропан
 1,1-диметилциклопропан
 цис-1,2-диметилциклопропан
 транс-1,2-диметилциклопропан
 За структуру изомера 0,25 балла.
 За название изомера 0,25 балла.
 Всего по этому заданию максимум

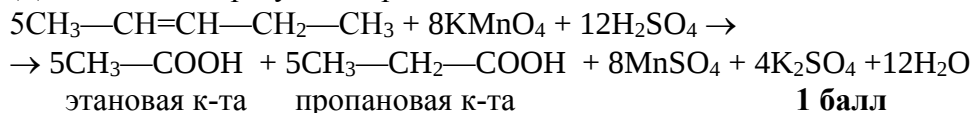
5 баллов

Образуют одну кислоту при окислении изомеры:

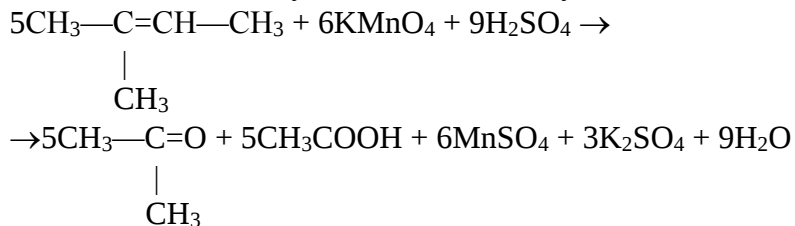


Метилпропановая кислота (изобутановая) 1 балл

Две кислоты образуются при окислении пентена-2



Окисление 2-метилбутена-2 даёт кислоту и кетон:



Пропанон Этановая к-та 1 балл

Если коэффициенты не указаны за реакцию давать 0,5 балла.

Не обесцвечивает бромную воду циклопентан. 1 балл

Итого 10 баллов

Заключительный этап. 10 класс. Вариант 2. Решения и критерии оценивания.

Задание № 1. Решение.

Относительная молярная масса соединения X

$M = 39,84 \cdot 10^{-24} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 24,0$ г/моль. Это гидрид натрия NaH. **1 балл**

Относительная молярная масса кислоты определяется из условия, что в одноосновной кислоте один атом водорода.

$M_{\text{кислота}} = 1,0 : 0,00995 = 100,5$ г/моль. Это хлорная кислота. HClO₄ **1 балл**

Реакция гидрида натрия с хлорной кислотой.

$\text{NaH} + \text{HClO}_4 = \text{NaClO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ **1 балл**

1 1 1 1 $n(\text{H}_2) = 0,2$ моль. **1 балл**

0,2 0,2 0,2 0,2 $pH = 7$. Реакция по стехиометрии. **1 балл**

$M_{\text{кристаллов}} = 28,1 : 0,2 = 140,5$ г/моль. **1 балл**

$M_{\text{NaClO}_4} = 122,5$ г/моль. Следовательно, кристаллогидрат содержит 18 г воды, 1 молекула воды.

$\text{NaClO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ **1 балл**

Расчет массовой доли соли в растворе.

Масса раствора $200 + 28,1 = 228,1$ г. **1 балл**

Масса соли в растворе $122,5 \times 0,2 = 24,5$ г. **1 балл**

Массовая доля соли в растворе $\omega = 24,5 : 228,1 = 0,1074 = 10,74$ %. **1 балл**

Итого 10 баллов

Задание № 2. Решение.

Расчёт количества электронов в молекулах.

$28,8 \cdot 10^{-19} : 1,6 \cdot 10^{-19} = 18$ электронов. **1 балл**

Газы : H₂S, SiH₄, PH₃, Ar, HCl. $n = 0,1$ моль. **1 балл**

Жидкость Ж – H₂O₂. **1 балл**

Реакции газов с перекисью водорода.

Газ 1. Реагирует. Раствор даёт осадок с хлоридом бария. Небольшой белый осадок с нитратом серебра. А – сероводород.

$\text{H}_2\text{S} + 4 \text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$ $n = 0,1$ mol. Количество серной кислоты.

Концентрация серной кислоты $\omega = 9,8 : 103,4 = 0,0948 = 9,48$ %. **1 балл**

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2 \text{HCl}$

$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{SO}_4 \downarrow + 2 \text{HNO}_3$ **1 балл**

Газ 2. Реагирует. Выпадает осадок. Газ В – SiH₄

$\text{SiH}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}_2 = \text{SiO}_2 \downarrow + 6 \text{H}_2\text{O}$ **1 балл**

Газ 3. Реагирует. Раствор даёт осадок с хлоридом бария. С нитратом серебра осадок жёлтого цвета.

Газ С – PH₃.

$\text{PH}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_3\text{PO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$ $0,1$ моль H₃PO₄. $\omega = 9,48$ %. **1 балл**

$2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{BaCl}_2 = \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6 \text{HCl}$

белый

$\text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{AgNO}_3 = \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow + 3 \text{HNO}_3$

Жёлтый

1 балл

Газ 4. Не реагирует. Газ Д – Ar. **1 балл**

Газ 5. Растворяется в водном растворе. Соляная кислота. Среда кислая. С

хлоридом бария не реагирует. Газ Е – HCl. **1 балл**

Итого 10 баллов

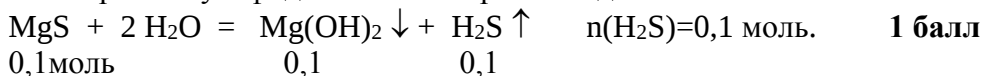
Задание № 3. Решение.

При разложении белков куриного яйца выделяется сероводород H_2S . Следовательно, сера входит в состав бинарного соединения X.

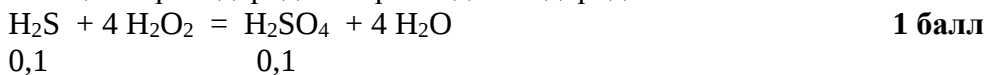
Второй элемент из того же периода металл магний. Сульфид магния X. Массовая доля магния в сульфиде равна 43,16 %.

1 балл

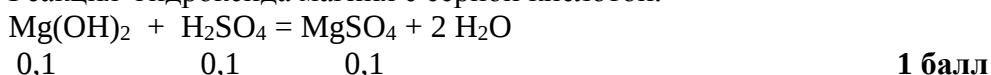
Растворение сульфида магния в горячей воде:



Реакция сероводорода с пероксидом водорода.



Реакция гидроксида магния с серной кислотой.



Молярная масса выпавших кристаллов

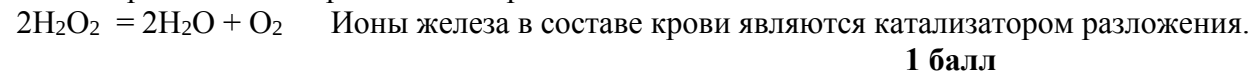
$$M = 24,65 : 0,1 = 246,5 \text{ г/моль.} \quad \text{1 балл}$$

Молярная масса сульфата магния $M = 120,4 \text{ г/моль.}$ **1 балл**

Масса воды в кристаллах $246,5 - 120,4 = 126,1 \text{ г.}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 7.$ **1 балл**

Формула кристаллогидрата $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

Реакция разложения пероксида водорода:



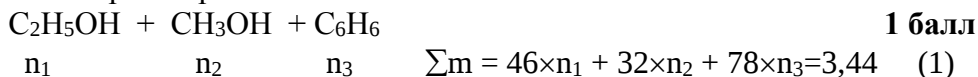
1 балл

При прокаливании кристаллогидратов полностью удаляются молекулы воды. Масса безводного сульфата магния $120,4 \times 0,1 = 12,04 \text{ г.}$ **1 балл**

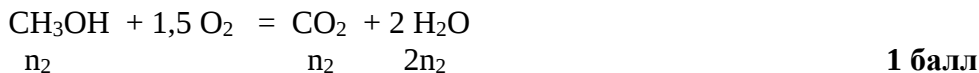
Итого 10 баллов

Задание № 4. Решение.

Масса раствора смеси



Реакция горения веществ смеси:



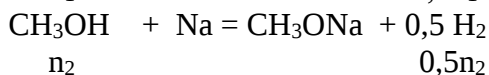
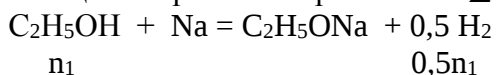
Масса воды в продуктах горения:

$$(3n_1 + 2n_2 + 3n_3) \times 18 = 2,88 \quad (2) \text{ 1 балл}$$

Объём газа в продуктах горения:

$$(2n_1 + n_2 + 6n_3) \times 22,4 = 4,928 \quad (3) \text{ 1 балл}$$

Реакция натрия со спиртами. $\Sigma n(\text{H}_2) = 0,015 \text{ моль}$



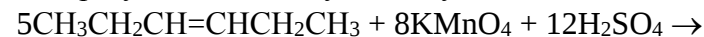
$$0,5n_1 + 0,5n_2 = 0,015 \quad (4) \text{ 1 балл}$$

Решая систему уравнений (2), (3), (4), определяем

$$n_1 = 0,01 \text{ моль.} \quad m = 0,46 \text{ г} \quad \omega = 13,37 \%$$

Задание № 6. Решение.

1. Образует только одну кислоту гексен-3.



пропановая

1 балл

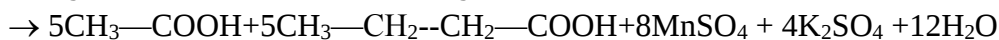
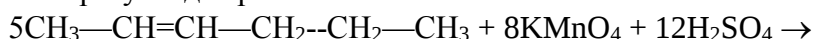
2. Образуют одну кислоту при окислении изомеры алкен-1:



пентановая кислота

1 балл

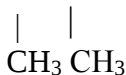
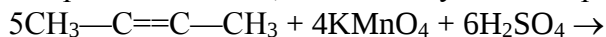
3. Образуют две разных кислоты алкен-2



этановая к-та бутановая к-та

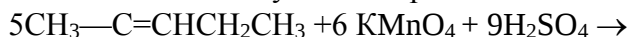
1 балл

4. При окислении 2,3-диметилбутена-2 образуется пропанон (ацетон).



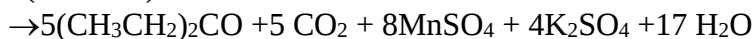
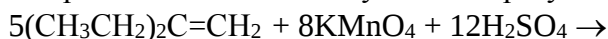
1 балл

5. Кетон и кислота получаются при окислении 2-метилпентена-2.



Пропанон Пропановая к-та

1 балл

6. При окислении 2-этилбутена-1 образуется пентанон-3 и CO₂.

1 балл

Могут быть и другие изомеры с такими же продуктами реакции. За каждый тип реакции 1 балл, всего 6 баллов. Если коэффициенты не указаны за реакцию – давать по 0,5 балла.

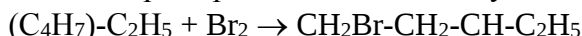
Не обесцвечивают бромную воду метилциклопентан, циклогексан

1 балл

Обесцвечивают бромную воду этилциклобутан, диметилциклобутан, пропилциклопропан, метилэтилциклопропан, триметилциклопропан.

1 балл

Реакция бромирования этилциклобутана



1 балл

Реакция бромирования пропилциклопропана



1 балл

Принимаются и другие варианты раскрытия циклов и другие изомеры.