

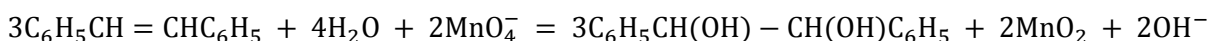
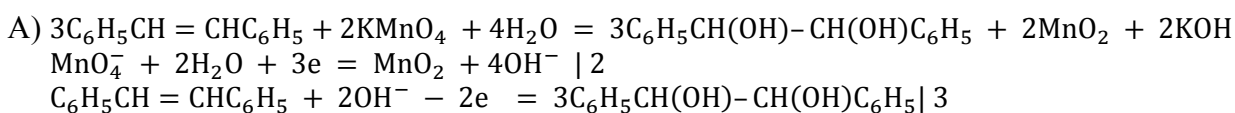
**ВСОШ по химии, муниципальный этап**  
**Иркутск, 2020-2021 учебный год**  
**Решения задач**  
**10 класс**

**Задача 10.1 (10 баллов)**

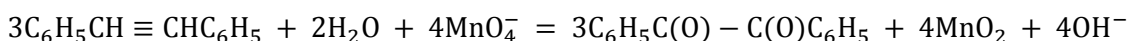
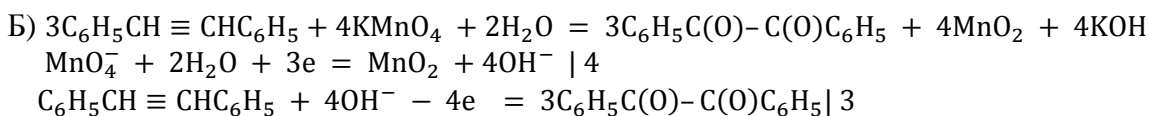
В четырех пронумерованных пробирках находятся: гексан, толуол, 1,2-дифенилэтен и дифенилэтин.

Установите, какое вещество содержится в той или иной пробирке. В качестве реагентов имеются: бром, водный раствор перманганата калия, железные стружки, сульфат меди, раствор гидроксида меди, индикатор – лакмус. Представьте всю **оптимальную** последовательность проведения эксперимента. Напишите **все необходимые** реакции в виде структурных формул и условия их проведения.

1) Действуем раствором перманганата калия (в нейтральной среде будут взаимодействовать только 1,2-дифенилэтен и дифенилэтин): **0,5 балла**

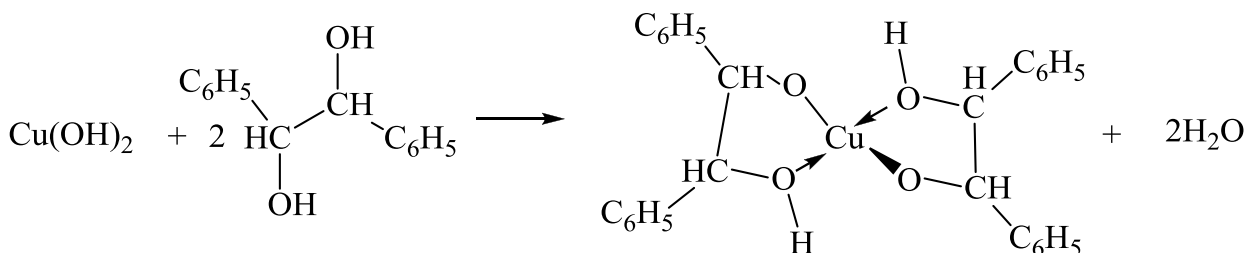
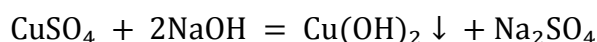


**2 балла**



**2 балла**

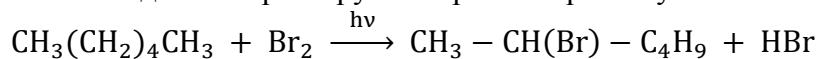
2) Из двух полученных соединений только дифенилэтанediол дает комплексное соединение со свежеприготовленным гидроксидом двухвалентной меди:



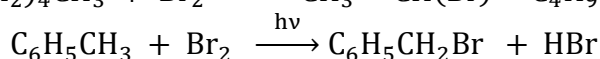
**1 балл**

Определены 1,2-дифенил-этен и дифенил-этин.

3) Оба оставшихся соединения реагируют с бромом при облучении светом:



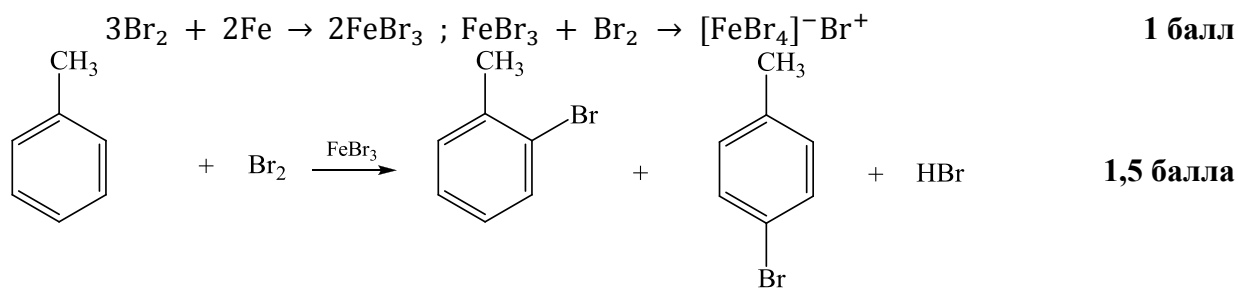
**0,5 балла**



**1 балл**

Это подтверждает наличие алкильных фрагментов в этих соединениях.

4) Только толуол реагирует с бромом в присутствии металлического железа при нагревании:



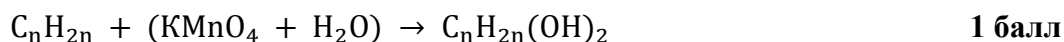
Протекание реакции фиксируется индикатором – лакмусом (красное окрашивание) **0,5 балла**  
Определены гексан и толуол.

**Итого: 10 баллов**

**Задача 10-2 (10 баллов)**

При окислении алкена перманганатом калия в нейтральной среде вес полученного продукта увеличивается на 60,7%. Установите структурную формулу исходного алкена, если известно, что при взаимодействии со смесью перманганата калия с серной кислотой образуется две молекулы одного и того же вещества. Приведите все необходимые расчеты. Напишите все реакции.

Брутто-реакция окисления алкенов перманганатом калия в нейтральной среде:



Как видно из реакции, масса 1 моля продукта увеличивается на массу двух гидроксильных групп, то есть 34 г. Это соответствует 60,7%. Тогда масса алкена составит:

$$M_{\text{алкена}} = \frac{34 \cdot 100\%}{60.7\%} = 56 \quad \mathbf{2 \text{ балла}}$$

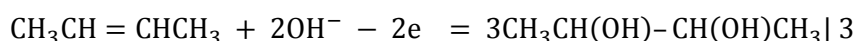
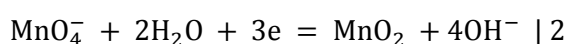
Исходя из брутто-формулы гомологического ряда алкенов  $C_nH_{2n}$  можно определить состав алкена:

$$\begin{aligned} 12n + 2n &= 56 \\ n &= 4 \end{aligned} \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

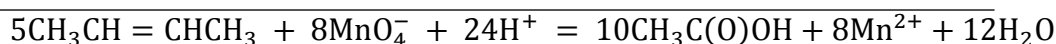
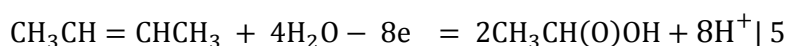
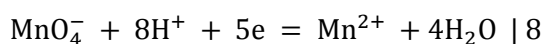
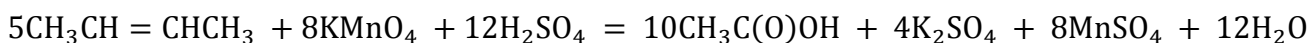
Формула алкена –  $C_4H_8$ .

При окислении перманганатом в кислой среде образуются две молекулы одного и того же вещества, что позволяет установить структурную формулу этого алкена. Поскольку окисление в этих условиях приводит к разрыву двойной связи и образованию двух карбоновых кислот, то очевидно, что это бутен-2 ( $CH_3-CH=CH-CH_3$ ).  $\mathbf{2 \text{ балла}}$

Химические реакции:



$\mathbf{2 \text{ балла}}$



$\mathbf{2 \text{ балла}}$

**Итого: 10 баллов**

**Задача 10-3 (10 баллов)**

В 1839 г американский ювелир Исаак Бэббитт изобрел антифрикционный сплав с температурой плавления от 300 до 440°C. Этот сплав на основе металла **А** либо на основе металла **Б** используется в виде слоя, залитого или напыленного по корпусу вкладыша подшипника скольжения.

На сегодняшний день известно большое множество марок того сплава с различными легирующими добавками, однако наиболее распространенные варианты химического состава (в масс %) представлены ниже в таблице:

Состав № 1	90% <b>А</b>	10% <b>В</b>	—
Состав № 2	89% <b>А</b>	7% <b>Г</b>	4% <b>В</b>
Состав № 3	80% <b>Б</b>	15% <b>Г</b>	5% <b>Г</b>

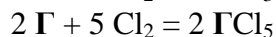
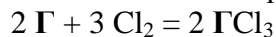
Определите простые вещества **А-Г** и назовите этот сплав, если известно:

а) Простое вещество **Г** в зависимости от температуры по-разному взаимодействует с хлором, образуя при низких температурах хлорид трехвалентного элемента **Г**, а при повышенных — пятивалентного. Так при взаимодействии 6,1 г вещества **Г** с хлором при 80°C образуется на 3,55 г соли больше, чем при 20°C.

б) Простое вещество **В** не вытесняет водород при взаимодействии с разбавленными растворами кислот. В 127 г Составе №1 содержится 0,2 моль вещества **В**.

в) Известно, что мольная доля металла **А** в Составе № 2 равна 86,17 %, а в Составе №3 равна 7,6%.

1) Запишем уравнения реакции вещества **Г** с хлором:



**0,5 балла**

2) Рассчитаем количество образовавшейся соли и определим **Г**. Обозначим массу  $\text{ГCl}_3$  как  $x$ , молярную массу элемента **Г** как  $y$ . Тогда

$$v_{\text{ГCl}_3} = \frac{m_{\text{ГCl}_3}}{M_{\text{ГCl}_3}} = \frac{x}{y + 3 \cdot 35,5}$$

$$v_{\text{ГCl}_5} = \frac{m_{\text{ГCl}_5}}{M_{\text{ГCl}_5}} = \frac{x + 3,55}{y + 5 \cdot 35,5}$$

Так как  $v_{\text{ГCl}_3} = v_{\text{ГCl}_5} = v_{\text{Г}} = \frac{6,1}{y}$ , тогда

$$\begin{cases} \frac{x}{y + 3 \cdot 35,5} = \frac{6,1}{y} \\ \frac{x + 3,55}{y + 5 \cdot 35,5} = \frac{6,1}{y} \end{cases}$$

**2 балла**

Решая систему этих уравнений, получаем:

$$\begin{cases} x \cdot y = 6,1 \cdot (y + 3 \cdot 35,5) \\ (x + 3,55) \cdot y = 6,1 \cdot (y + 5 \cdot 35,5) \end{cases}$$

$$\Rightarrow x \cdot y = 6,1 \cdot (y + 5 \cdot 35,5) - 3,55y$$

$$6,1 \cdot (y + 5 \cdot 35,5) - 6,1 \cdot (y + 3 \cdot 35,5) = 3,55y$$

$y = 122$  г/моль, следовательно, элемент **Г** – сурьма.

**1 балл**

3) Определим **В**:

$$\omega_B = \frac{100\% \cdot m_B}{m_1} = 10\%$$

Известно, что масса состава №1  $m_1 = 127$  г. Тогда

$$m_B = \frac{m_1 \cdot \omega_B}{100\%} = 12,7 \text{ г}$$

с учетом  $\nu(\mathbf{B}) = 0,2$  моль, получаем

$$M_B = \frac{12,7}{0,2} = 63,5 \text{ г/моль}$$

Следовательно, **В** – медь.

**2 балла**

4) Найдем **А**. Для этого запишем выражение для мольной доли **А** в составе №2:

$$\chi_{A(2)} = \frac{\nu_A}{\nu_A + \nu_\Gamma + \nu_B} = 0,8617$$

$$\chi_{A(2)} = \frac{\frac{m_A}{M_A}}{\frac{m_A}{M_A} + \frac{m_\Gamma}{M_\Gamma} + \frac{m_B}{M_B}} = 0,8617$$

Возьмем 100 г сплава Составы №2, тогда

$$\frac{\frac{89}{M_A}}{\frac{89}{M_A} + \frac{7}{122} + \frac{4}{63,5}} = 0,8617$$

Отсюда  $M(\mathbf{A}) = 119$ , следовательно, **А** – олово.

**2 балла**

5) Найдем **Б**, записав мольную долю **А** в составе №3:

$$\chi_{A(3)} = \frac{\nu_A}{\nu_B + \nu_\Gamma + \nu_A} = 0,0762$$

$$\chi_{A(3)} = \frac{\frac{m_A}{M_A}}{\frac{m_B}{M_B} + \frac{m_\Gamma}{M_\Gamma} + \frac{m_A}{M_A}} = 0,0762$$

Аналогично находим  $M(\mathbf{B}) = 207$ , следовательно, **Б** – свинец.

**2 балла**

6) Сплав получил название баббит по имени его изобретателя

**0,5 балла**

**Итого: 10 баллов**

**Задача 10-4 (10 баллов)**

Три элемента принадлежат к одной группе периодической системы. Сумма атомных номеров двух крайних из них равна 76. Нитрат среднего элемента является компонентом пиротехнических составов для сигнальных, осветительных и зажигательных ракет, окрашивая пламя в карминово-красный цвет. Назовите эти элементы и объясните свой выбор. Что происходит с нитратом среднего элемента при нагревании (написать уравнение реакции).

Средний элемент образует нитрат (соль), значит, этот элемент-металл. Так как в группе металлические свойства увеличиваются сверху вниз, значит, третий элемент тоже металл. Сумма атомных номеров крайних элементов 76, подходят только  $^{20}\text{Ca}$ ,  $^{38}\text{Sr}$ ,  $^{56}\text{Ba}$  (сумма атомных номеров кальция и бария = 76)

Обоснование оценивается в **2 балла**.

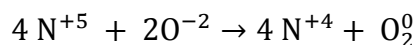
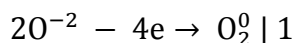
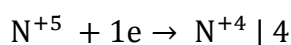
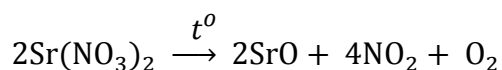
За каждый названный элемент выставляется **по 0,5 балла**.

Нитрат среднего элемента -  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$

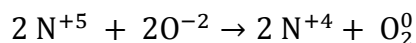
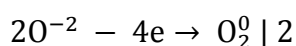
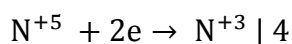
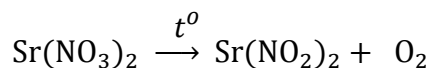
**0,5 балла**

Полная реакция разложения нитрата стронция

**6 баллов**



Если реакция написана только до образования нитрита, то **4 балла**

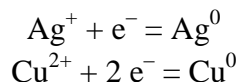


**Итого: 10 баллов**

**Задача 10-5 (10 баллов)**

При пропускании тока силой 1,122 А в течение 3 ч через 240 мл раствора, содержащего  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , на катоде выделилось 4,22 г смеси двух металлов (Ag и Cu). Определите молярную концентрацию обеих солей в исходном растворе, если известно, что раствор, полученный по окончании опыта, не содержит ни ионов меди, ни ионов серебра.

1). На катоде протекают реакции:



**1 балл**

2). Рассчитаем количество электричества, необходимое для превращения 1 моль металла:

для 1 моль Ag необходимо

$$1 \cdot F = 1 \cdot 96500 \text{ Кл}$$

для 1 моль Cu необходимо

$$2 \cdot F = 1 \cdot 96500 = 193000 \text{ Кл}$$

**2 балла**

3). Поскольку по условию задачи  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Cu}^{2+}$  восстановились полностью, то:

$$\begin{aligned}v_{\text{Ag}^+} &= v_{\text{AgNO}_3} = v_{\text{Ag}^0} = \frac{m_{\text{Ag}}}{M_{\text{Ag}}} \\ v_{\text{Cu}^{2+}} &= v_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = v_{\text{Cu}^0} = \frac{m_{\text{Cu}}}{M_{\text{Cu}}}\end{aligned}$$

Зная, что  $m_{\text{Ag}} + m_{\text{Cu}} = 4,22$  г, получаем

$$v_{\text{Ag}} \cdot M_{\text{Ag}} + v_{\text{Cu}} \cdot M_{\text{Cu}} = 4,22$$

Или

$$108x + 63,5y = 4,22$$

**2 балла**

4). С другой стороны, количество электричества, пошедшее для выделения металлов:

$$Q = 96500x + 19300y$$

По условию задачи

$$Q = I \cdot t = 1,122 \text{ А} \cdot 3 \cdot 3600 \text{ с} = 12117,6 \text{ Кл}$$

Тогда получаем:

$$96500x + 19300y = 12117,6$$

$$x + 2y = 0,1256$$

**2 балла**

5). Решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 108x + 63,5y = 4,22 \\ x + 2y = 0,1256 \end{cases}$$

Получаем, что  $x = 0,003$ ,  $y = 0,061$

Таким образом,  $v_{\text{AgNO}_3} = 0,003$  моль,  $v_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = 0,061$  моль

**2 балла**

6). Находим концентрацию:

$$\begin{aligned}C_{\text{AgNO}_3} &= \frac{v_{\text{AgNO}_3}}{V_{\text{раствора}}} = \frac{0,003 \text{ моль}}{0,24 \text{ л}} = 0,0125 \text{ моль/л} \\ C_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} &= \frac{v_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2}}{V_{\text{раствора}}} = \frac{0,061 \text{ моль}}{0,24 \text{ л}} = 0,2542 \text{ моль/л}\end{aligned}$$

**1 балл**

**Итого: 10 баллов**