

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»**

---

**Учебно-методические материалы для председателей и членов  
региональных предметных комиссий  
по проверке выполнения заданий с развернутым ответом  
экзаменационных работ ЕГЭ 2014 года**

# **Х И М И Я**

## **ЧАСТЬ 3**

### **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА**

**Москва**

**2014**



Часть 3. Материалы для проведения зачета. Химия./ Каверина А.А., Добротин Д.Ю., Снастина М.Г.

©. Каверина А.А., Добротин Д.Ю., Снастина М.Г., 2014.

©. Федеральный институт педагогических измерений, 2014.



# Материал для проведения зачетной работы №1.

## Вариант 102

### Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

**C1** Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель.

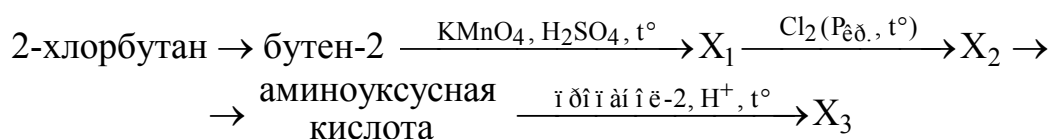
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{l} 2 \quad \text{Cr}^{+6} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Cr}^{+3} \\ 3 \quad 2\text{Cl}^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0 \end{array}$ <p>2) Указано, что хлор в степени окисления <math>-1</math> (или <math>\text{HCl}</math>) является восстановителем, а хром в степени окисления <math>+6</math> (или хромат калия) – окислителем</p> <p>3) Определены недостающие вещества, и расставлены коэффициенты в уравнении реакции:</p> $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 16\text{HCl} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 4\text{KCl}$	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
В ответе допущена ошибка только в одном из элементов	2
В ответе допущены ошибки в двух элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**C2** Газ, полученный при обработке нитрида кальция водой, пропустили над раскалённым порошком оксида меди(II). Полученное при этом твёрдое вещество растворили в концентрированной азотной кислоте, раствор выпарили, а полученный твёрдый остаток прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Ответ включает в себя четыре уравнения возможных реакций, соответствующих описанным превращениям:</p> <p>1) <math>\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3</math></p> <p>2) <math>2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \xrightarrow{t^\circ} 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2</math></p> <p>3) <math>\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{к.к.}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>4) <math>2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2</math></p>	

Правильно записаны 4 уравнения реакций	4
Правильно записаны 3 уравнения реакций	3
Правильно записаны 2 уравнения реакций	2
Правильно записано 1 уравнение реакции	1
Все уравнения реакций записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>4</i>

**С3** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Ответ включает в себя пять уравнений реакций, соответствующих схеме превращений:</p> <p>1) <math>\text{CH}_3\text{—CHCl—CH}_2\text{CH}_3 + \text{NaOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow</math>  <math>\rightarrow \text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>2) <math>5\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^\circ}</math>  <math>\xrightarrow{t^\circ} 10\text{CH}_3\text{COOH} + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>3) <math>\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P}_{\text{кр.}}, t^\circ} \text{ClCH}_2\text{COOH} + \text{HCl}</math></p> <p>4) <math>\text{ClCH}_2\text{COOH} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}</math></p> <p>5) <math>\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH} + \text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_3 \xrightleftharpoons{t^\circ, \text{H}^+}</math>  <math>\xrightleftharpoons{t^\circ, \text{H}^+} \text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COO—CH(CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}</math></p>	
Правильно записаны 5 уравнений реакций	5
Правильно записаны 4 уравнения реакций	4
Правильно записаны 3 уравнения реакций	3
Правильно записаны 2 уравнения реакций	2
Правильно записано 1 уравнение реакции	1
Все уравнения реакций записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>5</i>

**С4** Смесь алюминиевых и железных опилок обработали избытком разбавленной соляной кислоты, при этом выделилось 8,96 л (н.у.) водорода. Если такую же массу смеси обработать избытком раствора гидроксида натрия, то выделится 6,72 л (н.у.) водорода. Рассчитайте массовую долю железа в исходной смеси.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) Составлены уравнения химических реакций:</p> <p>а) <math>\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow</math></p> <p>б) <math>2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow</math></p> <p>в) <math>2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2\uparrow</math></p> <p>2) Рассчитаны количество вещества и масса алюминия в смеси:</p> $n(\text{Al}) = 2 / 3n(\text{H}_2) = 2 / 3 \cdot (6,72 / 22,4) = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{Al}) = 0,2 \cdot 27 = 5,4 \text{ г}$ <p>3) Рассчитано количество вещества железа в исходной смеси: объём водорода, выделяемый в реакции а) железом, равен</p> $V(\text{H}_2) = 8,96 - 6,72 = 2,24 \text{ л}$ $n(\text{Fe}) = n(\text{H}_2) = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ моль}$ $m(\text{Fe}) = 0,1 \cdot 56 = 5,6 \text{ г}$ <p>4) Рассчитана массовая доля железа в исходной смеси:</p> $\omega(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{смеси})} = \frac{5,6}{5,6 + 5,4} = 0,509, \text{ или } 50,9\%$	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	3
В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов	2
В ответе допущены ошибки в трёх из названных выше элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>4</i>

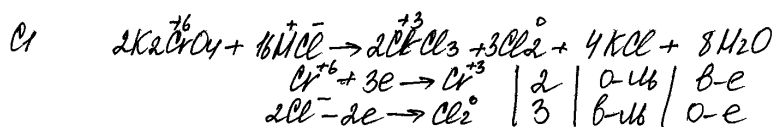
*\*Примечание.* В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях в одном из трёх элементов (втором, третьем или четвёртом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

**С5** При взаимодействии 23 г предельного одноатомного спирта с избытком металлического натрия выделилось 5,6 л (н.у.) газа. Определите молекулярную формулу спирта.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа.</p> <p>1) Составлено уравнение реакции в общем виде, и вычислено количество вещества водорода:  <math>2C_nH_{2n+1}OH + 2Na = 2C_nH_{2n+1}ONa + H_2</math>  <math>n(H_2) = 5,6 / 22,4 = 0,25</math> моль</p> <p>2) Рассчитана молярная масса спирта:  <math>n(C_nH_{2n+1}OH) = 2n(H_2) = 0,5</math> моль  <math>M(C_nH_{2n+1}OH) = 23 / 0,5 = 46</math> г/моль</p> <p>3) Установлена молекулярная формула спирта:  <math>M(C_nH_{2n+1}OH) = 12n + 2n + 1 + 17 = 46</math>  <math>14n + 18 = 46</math>  <math>14n = 28</math>  <math>n = 2</math>          Молекулярная формула спирта – <math>C_2H_5OH</math></p>	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Правильно записаны первый и второй элементы ответа	2
Правильно записан первый или второй элементы ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	3



**Работы экзаменуемых**  
**Работа 1**

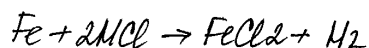
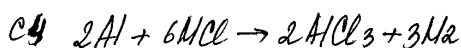
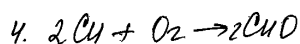
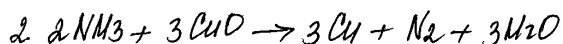
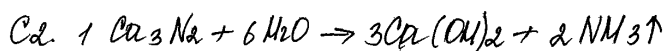
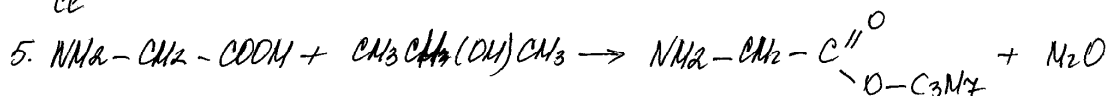
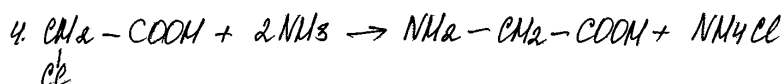
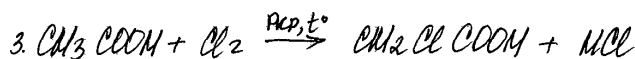
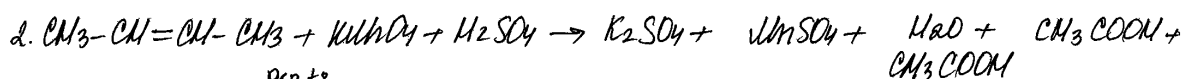
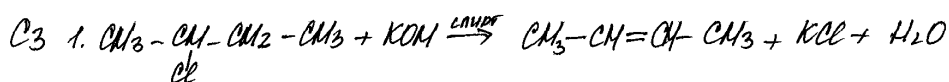


$$n(H_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ моль}$$

$$M(C_nH_{2n+1}OH) = \frac{m}{n} = \frac{23}{0,25} = 92 \text{ г/моль}$$

$$\begin{aligned} 12n + 2n + 1 + 16 + 1 &= 92 \\ 14n &= 79 \\ n &= 5,64 \end{aligned}$$

Ответ:  $C_6H_{13}OH$  - гексанол



$$n(H_2) = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ моль}$$

В реакции с азотной кислотой выделилось  $H_2$  кол-во 0,3 моль, а в реакции с железом 0,1 моль

Найдем массу алюминия и железа, вступившего в реакцию с соляной кислотой

$$x = n(\text{Al}) = 0,9 \text{ моль}$$

$$\begin{array}{l} 3 - 1 \\ x - 0,3 \text{ моль} \end{array}$$

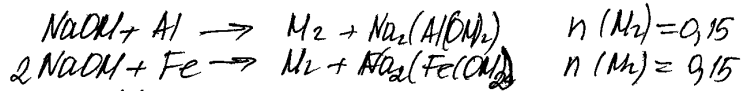
$$m(\text{Al}) = M \cdot n = 27 \cdot 0,9 = 24,3 \text{ г}$$

$$m(\text{соедин}) = 5,6 + 24,3 = 29,9 \text{ г}$$

$$y = n(\text{Fe}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$\begin{array}{l} 1 - 1 \\ y - 0,4 \text{ моль} \end{array}$$

$$m(\text{Fe}) = M \cdot n = 56 \cdot 0,4 = 22,4 \text{ г}$$



$$n_2(\text{H}_2) = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}) = 0,15 \cdot 27 = 4,05 \text{ г}$$

$$m(\text{соедин}) = 12,45 \text{ г}$$

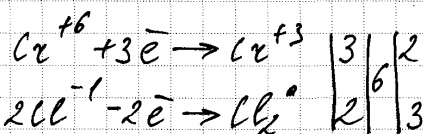
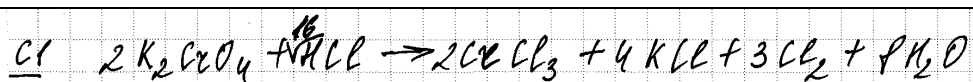
$$m(\text{Fe}) = 0,15 \cdot 56 = 8,4 \text{ г}$$

$$m(\text{соедин})_{\text{вс}} = 12,45 + 29,9 = 42,35 \text{ г}$$

$$\omega = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{соедин})} = \frac{5,6 + 8,4}{42,35} = 0,33 \approx 33\%$$

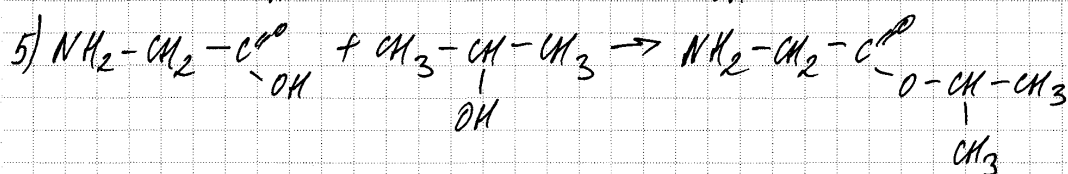
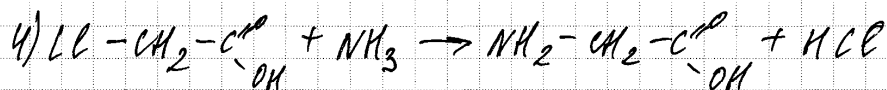
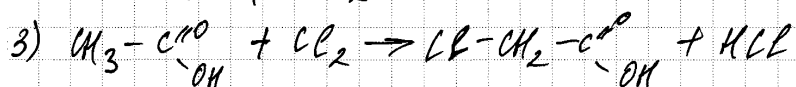
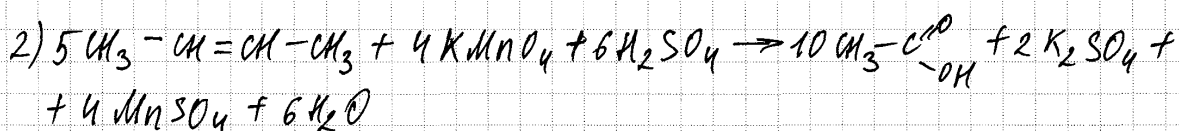
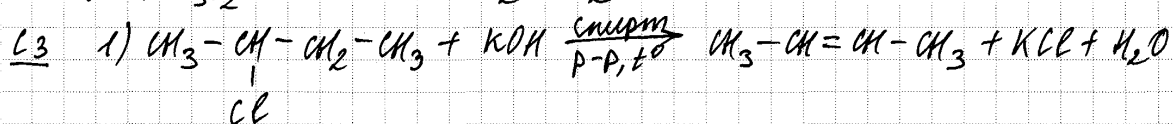
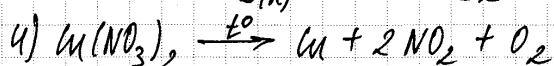
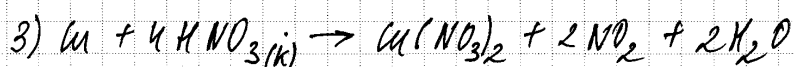
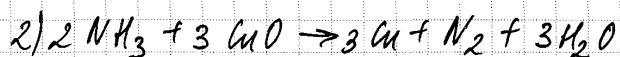
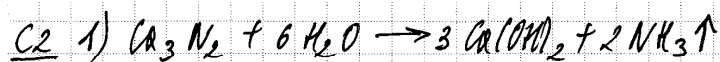
Отв. 33 %

## Работа 2



$Cr^{+6}$  - окислитель

$Cl^{-1}$  - восстановитель



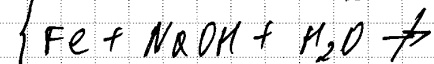
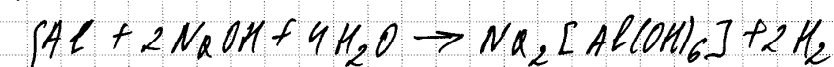
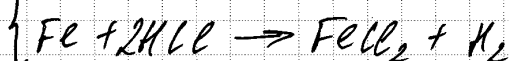
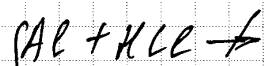
с4 дано

$$V_1(H_2) = 8,96 \text{ л}$$

$$V_2(H_2) = 6,72 \text{ л}$$

$\omega(Fe) = ?$

Решение



$$n_1(H_2) = \frac{V_1(H_2)}{V_m} = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ (моль)}$$

$$n_2(H_2) = \frac{V_2(H_2)}{V_m} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ (моль)}$$

$$n(Fe) = n_1(H_2) = 0,4 \text{ (моль)}$$

$$n(Al) = n_2(H_2)/2 = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$m_{\text{см.}} = m(Fe) + m(Al)$$

$$m(Fe) = n(Fe) \cdot M(Fe) = 0,4 \cdot 56 = 22,4 \text{ (г)}$$

$$m(Al) = n(Al) \cdot M(Al) = 0,15 \cdot 27 = 4,05 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{см.}} = 22,4 + 4,05 = 26,45 \text{ (г)}$$

$$\omega(Fe) = \frac{m(Fe)}{m_{\text{см.}}} \cdot 100\%$$

$$\omega(Fe) = \frac{22,4}{26,45} \cdot 100\% = 84,7\%$$

Ответ:  $\omega(Fe) = 84,7\%$

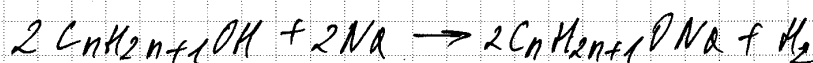
с5 дано

$$m(C_nH_{2n+1}OH) = 232$$

$$V(H_2) = 5,6 \text{ л}$$

$M_{\text{г-м}}(C_nH_{2n+1}OH) = ?$

Решение



$$m(C_nH_{2n+1}OH) = n(C_nH_{2n+1}OH) \cdot M(C_nH_{2n+1}OH)$$

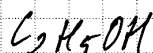
$$n(H_2) = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ (моль)}$$

$$n(C_nH_{2n+1}OH) = 2 n(H_2) = 0,5 \text{ (моль)}$$

$$23 = 0,5(14n + 17)$$

$$n = 2$$

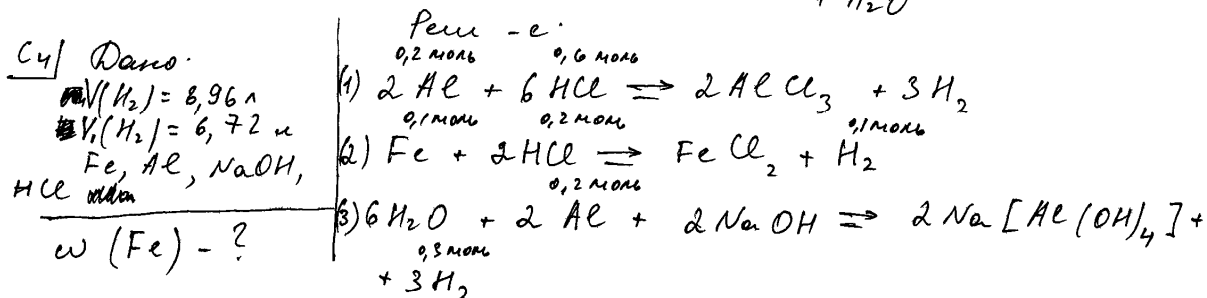
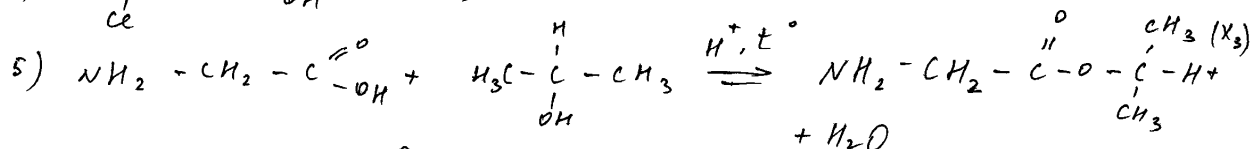
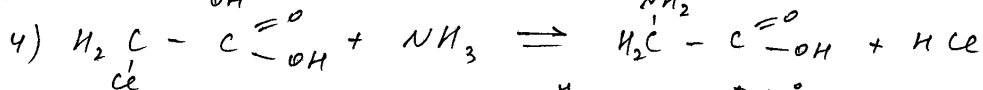
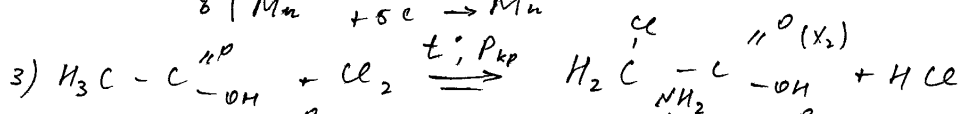
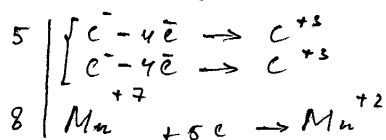
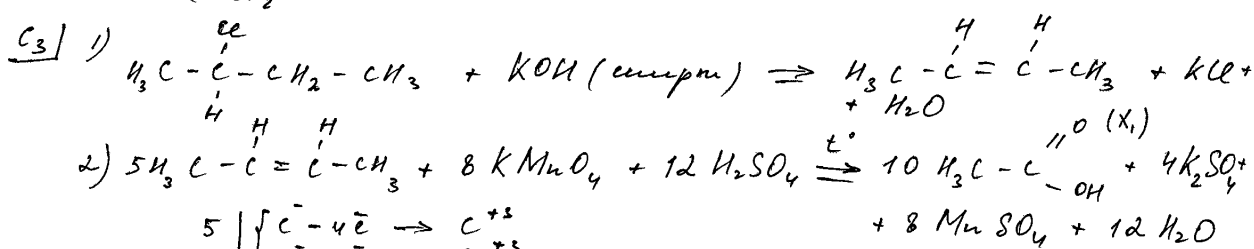
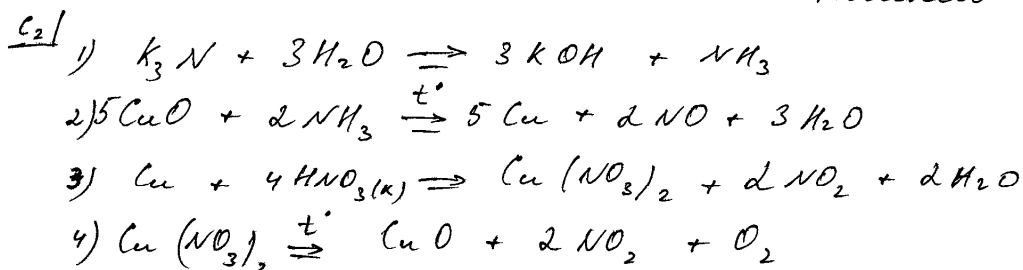
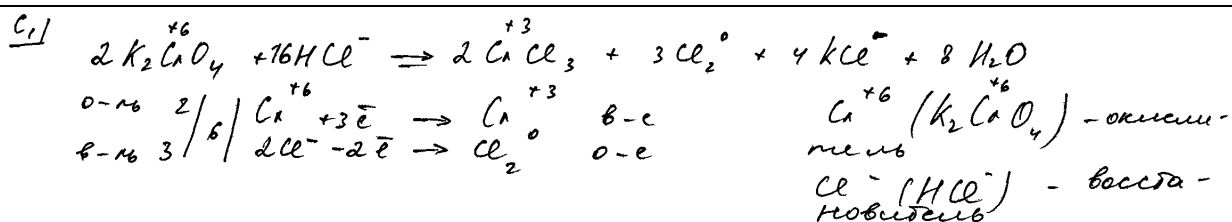
$$23 = 7n + 9$$



$$7n = 14; 7$$

Ответ:  $C_2H_5OH$

### Работа 3



$$n = m/M; \quad n = V/V_m; \quad V_m = 22,4 \text{ л/моль}; \quad \omega = \frac{m_{\text{ра-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

$$\text{по (3)} \quad n_{\text{H}_2} = \frac{V_1}{V_m} = \frac{6,72 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,3 \text{ моль}$$

$$\text{по (4)} \quad n(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{8,96 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

по (3) в 2 моль Al — 3 моль H<sub>2</sub>

в x моль Al — 0,3 моль H<sub>2</sub>

$$x = 0,2 = n_2(\text{Al}) = 0,2 \text{ моль}$$

n<sub>2</sub>(Al) в (3) равно n<sub>1</sub>(Al) в (1)

$$n_1(\text{Al}) = 0,2 \text{ моль}$$

по (4) в 2 моль Al — 3 моль H<sub>2</sub>

в 0,2 моль Al — x моль H<sub>2</sub>

$$x = 0,3 = n'_1(\text{H}_2)$$

$$n'_2(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) - n'_1(\text{H}_2) = 0,4 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$$

по (2) в 1 моль H<sub>2</sub> — 1 моль Fe

в 0,1 моль H<sub>2</sub> — x моль Fe

$$n(\text{Fe}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}; \quad M(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль}; \quad M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{0,1 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} + 0,2 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} + 0,4 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль}}{0,2 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} + 0,4 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} + 0,1 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} + 0,2 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль}} \cdot 100\%$$

m раствора

$$\cdot 100\% = 10,3\%$$

Ответ:  $\omega(\text{Fe}) = 10,3\%$

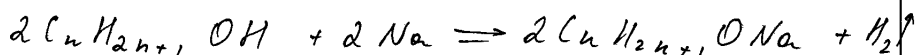
C5/ Дано:

$$m_{\text{сирта}} = 23 \text{ г}$$

$$V_{\text{газа}} = 5,6 \text{ л}$$

формула сирта  
— ?

Реш — с:



$$n = \frac{V}{V_m} \quad V_m = 22,4 \text{ л/моль} \quad n = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{5,6 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

в 2 моль сирта — 1 моль H<sub>2</sub>

в x моль сирта — 0,25 моль H<sub>2</sub>

$$n_{\text{сирта}} = 2 \cdot 0,25 \text{ моль} = 0,5 \text{ моль}$$

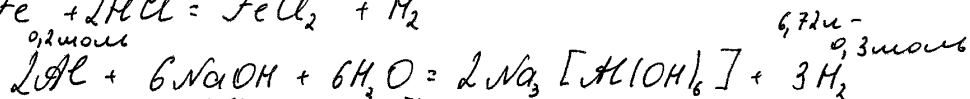
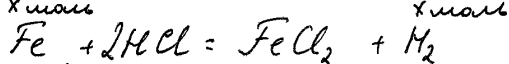
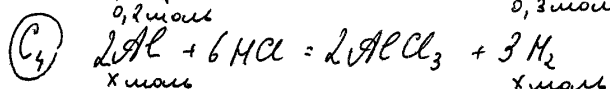
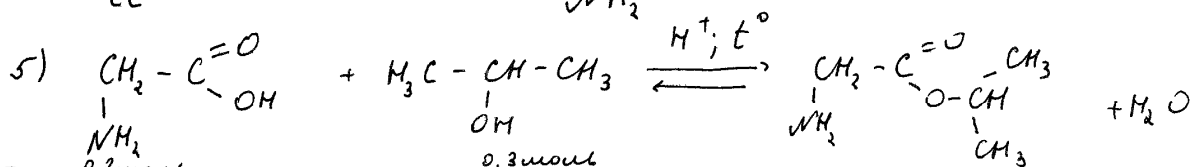
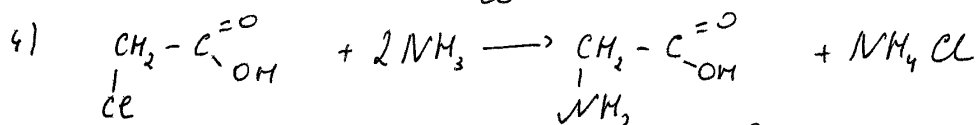
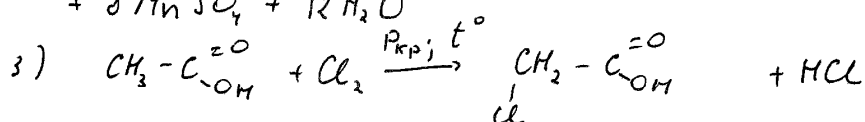
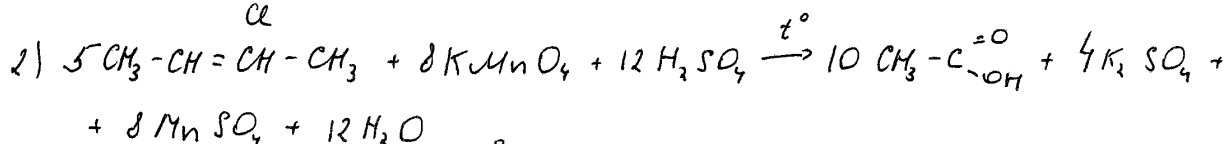
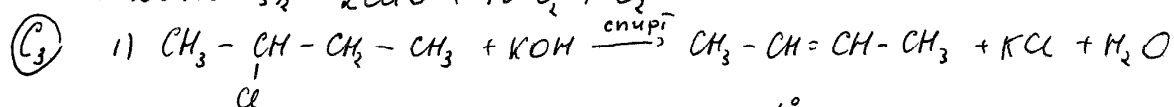
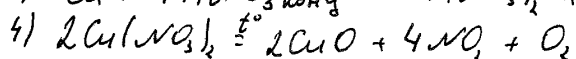
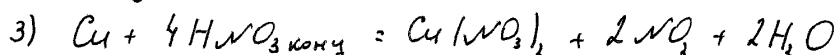
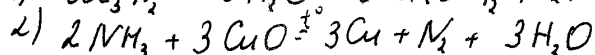
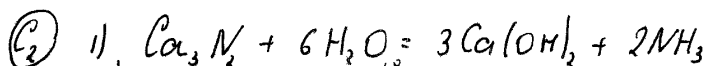
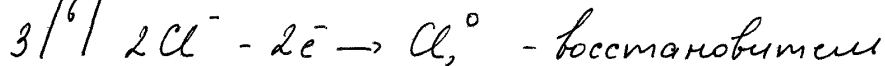
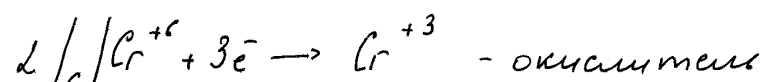
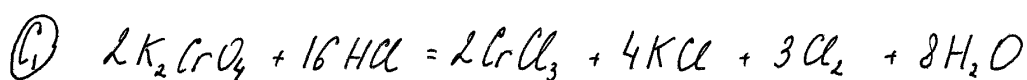
$$0,5 = \frac{23}{14n + 18}$$

$$5,74n = 15,62$$

$$n = 3$$

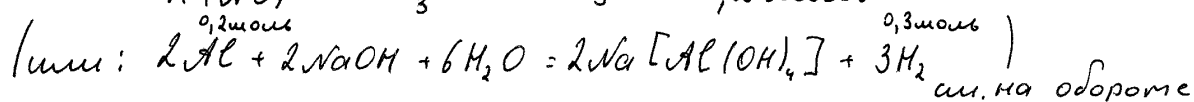
Ответ: C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH.

# Работа 4



$n_1(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{6,72 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,3 \text{ моль}$

$n(Al) = \frac{n_1(H_2) \cdot 2}{3} = \frac{0,3 \cdot 2}{3} = 0,2 \text{ моль}$



$$n_{\text{одн}}(H_2) = \frac{8,96 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n_2(H_2) = \frac{n(Al) \cdot 3}{2} = \frac{0,2 \text{ моль} \cdot 3}{2} = 0,3 \text{ моль}$$

Пусть  $n(Fe) = x \text{ моль}$ , тогда

$$x + 0,3 = 0,4$$

$$x = 0,1$$

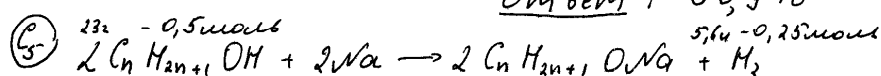
$$n(Fe) = 0,1 \text{ моль}; m(Fe) = n(Fe) \cdot M = 0,1 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 5,6 \text{ г}$$

$$m(Al) = 0,2 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 5,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{смеси}} = m(Fe) + m(Al) = 5,6 \text{ г} + 5,4 \text{ г} = 11 \text{ г}$$

$$\omega(Fe) = \frac{m(Fe)}{m_{\text{смеси}}} = \frac{5,6}{11} = 0,509 \text{ - это } 50,9\%$$

Ответ: 50,9%



$$n(H_2) = \frac{5,6 \text{ г}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

$$n(C_n H_{2n+1} OH) = 2 n(H_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(C_n H_{2n+1} OH) = \frac{232}{0,5 \text{ моль}} = 464 \text{ г/моль}$$

$$M(C_n H_{2n+1} OH) = 12n + 2n + 1 + 16 + 1 = 14n + 18$$

$$14n + 18 = 46$$

$$14n = 28$$

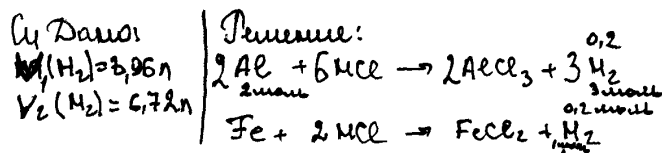
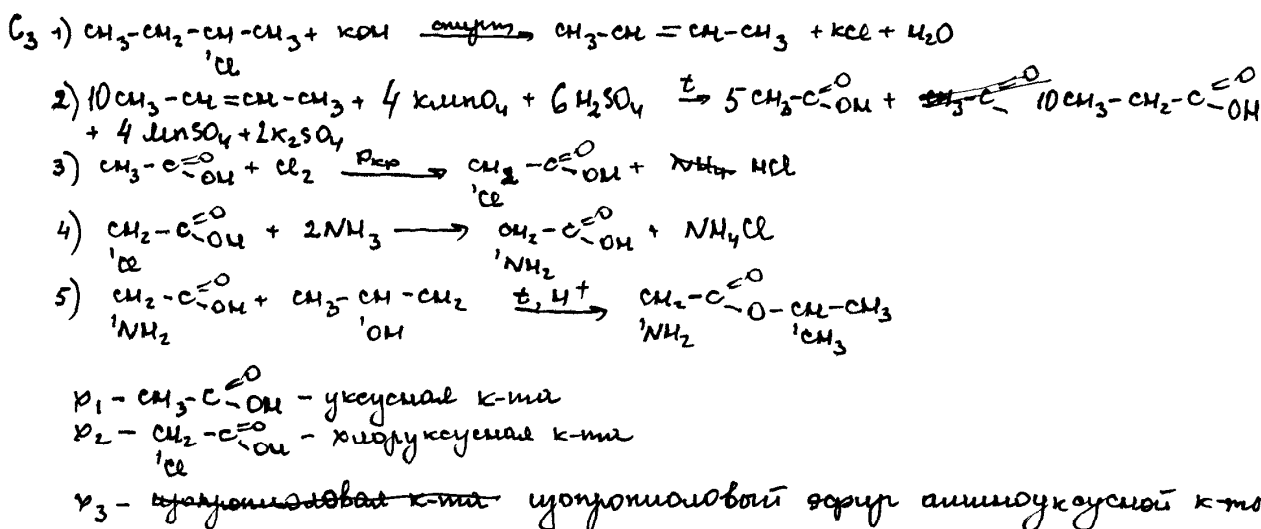
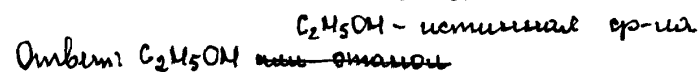
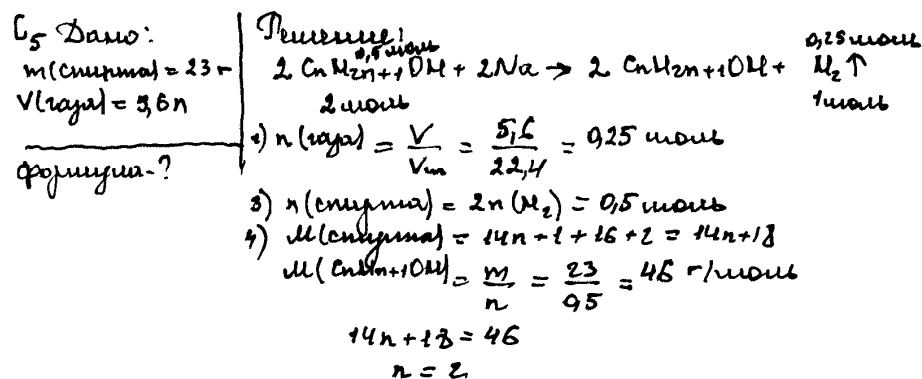
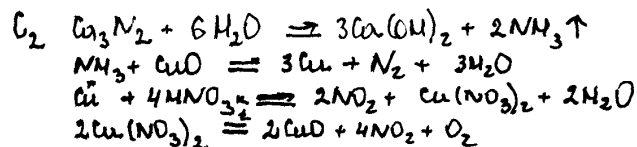
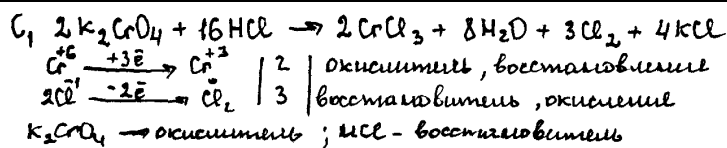
$$n = 2$$

$C_2 H_5 OH$  - формула спирта

Ответ:  $C_2 H_5 OH$  (этанол)



# Работа 5





$$1) n_1(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ моль} \quad n(\text{Al}) = \frac{2}{3} n_1(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}) = 0,2 \cdot 27 = 4,6 \text{ г}$$

$$2) n_2(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{H}_2) = n_1(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост}}(\text{H}_2) = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ моль}$$

$$3) n(\text{Fe}) = n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$4) m(\text{Fe}) = n \cdot M = 0,2 \cdot 56 = 11,2 \text{ г} \quad m(\text{Al}) = 0,2 \cdot 27 = 4,6$$

$$5) w(\text{алг}) = \frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Fe}} + m_{\text{Al}}} = \frac{11,2}{11,2 + 4,6} = 0,71 \text{ или } 71\% \quad 36\%$$

$$\text{Ответ: } w(\text{алг}) = 71\% \quad 36\%$$

$$5) w(\text{алг}) = \frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Fe}} + m_{\text{Al}}} = \frac{5,6}{5,6 + 4,6} = 0,549 \text{ или } 54,9\%$$

$$\text{Ответ: } w(\text{алг}) = 54,9\%$$

## Материал для проведения зачетной работы №2.

### Вариант 101

#### Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

**C1** Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель.

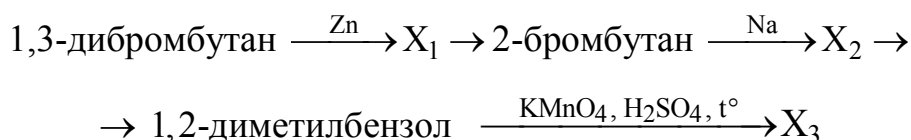
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{l} 6 \quad   \quad \text{Cr}^{+2} - 1\bar{e} \rightarrow \text{Cr}^{+3} \\ 1 \quad   \quad 2\text{Cr}^{+6} + 6\bar{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{+3} \end{array}$ <p>2) Указано, что хлорид хрома(II) является восстановителем за счёт хрома в степени окисления +2, а дихромат калия – окислителем за счёт хрома в степени окисления +6</p> <p>3) Определены недостающие вещества, и расставлены коэффициенты в уравнении реакции:</p> $6\text{CrCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} = 8\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
В ответе допущена ошибка только в одном из элементов	2
В ответе допущены ошибки в двух элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>

**C2** Кремний сожгли в атмосфере хлора. Полученный хлорид обработали водой. Выделившийся при этом осадок прокалили. Затем сплавляли с фосфатом кальция и углём. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Ответ включает в себя четыре уравнения возможных реакций, соответствующих описанным превращениям:</p> <p>1) <math>\text{Si} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{SiCl}_4</math></p> <p>2) <math>\text{SiCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 4\text{HCl}</math></p> <p>3) <math>\text{H}_2\text{SiO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>4) <math>3\text{SiO}_2 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 5\text{C} = 3\text{NaSiO}_3 + 2\text{P} + 5\text{CO}</math></p>	

Правильно записаны 4 уравнения реакций	4
Правильно записаны 3 уравнения реакций	3
Правильно записаны 2 уравнения реакций	2
Правильно записано 1 уравнение реакции	1
Все уравнения реакций записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>4</i>

**С3** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Ответ включает в себя пять уравнений реакций, соответствующих схеме превращений*:</p> <p>1) <math>\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{-CH}_2\text{Br} + \text{Zn} \rightarrow \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} \\   \\ \text{H}_2\text{C} \end{array} \text{CH-CH}_3 + \text{ZnBr}_2</math></p> <p>2) <math>\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} \\   \\ \text{H}_2\text{C} \end{array} \text{CH-CH}_3 + \text{HBr} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{-CH(Br)-CH}_2\text{-CH}_3</math></p> <p>3) <math>2\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{-CH}_3 + 2\text{Na} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{-CH(CH}_3\text{)-CH(CH}_3\text{)-C}_2\text{H}_5 + 2\text{NaBr}</math></p> <p>4) <math>\text{C}_2\text{H}_5\text{-CH(CH}_3\text{)-CH(CH}_3\text{)-C}_2\text{H}_5 \xrightarrow{\text{кат., } t^\circ} 4\text{H}_2 + \text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2</math></p> <p>5) <math>5\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{MnSO}_4 + 28\text{H}_2\text{O}</math></p>	
Правильно записаны 5 уравнений реакций	5
Правильно записаны 4 уравнения реакций	4
Правильно записаны 3 уравнения реакций	3
Правильно записаны 2 уравнения реакций	2
Правильно записано 1 уравнение реакции	1
Все уравнения реакций записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>5</i>

\* *Примечание.* В записи уравнения реакции 5) допустимо использование молекулярных формул.

- С4** В избытке кислорода сожгли 8 г серы. Полученный газ пропустили через 200 г 8%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовые доли солей в полученном растворе.

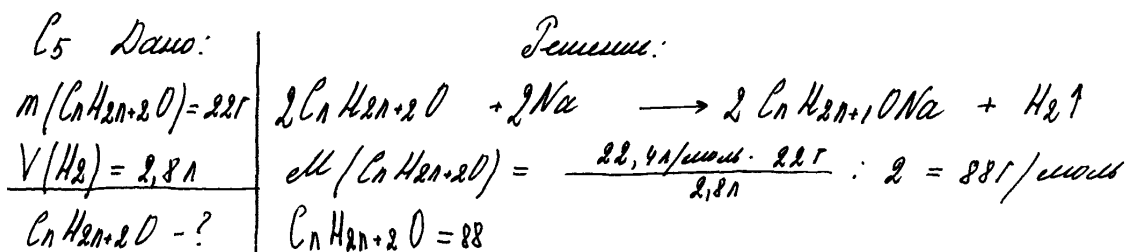
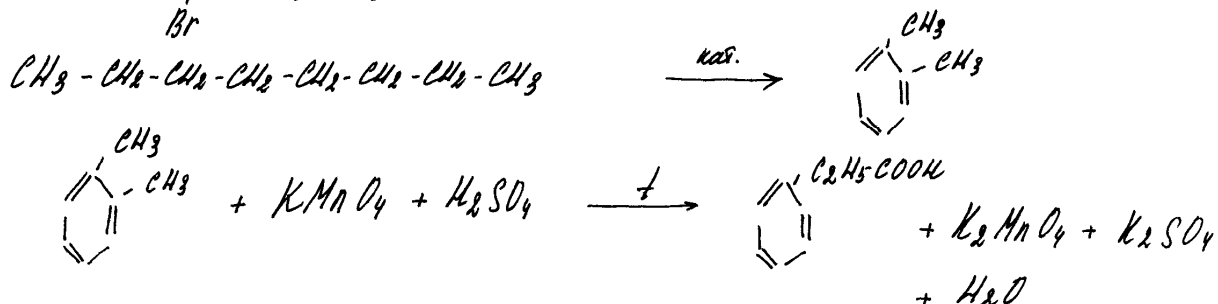
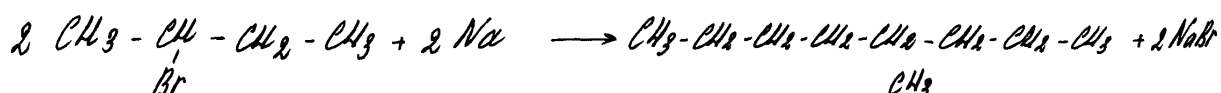
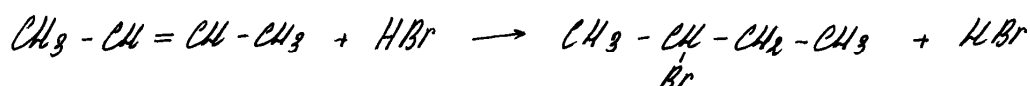
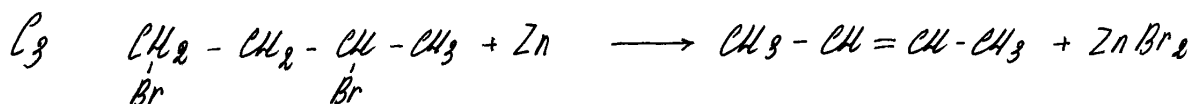
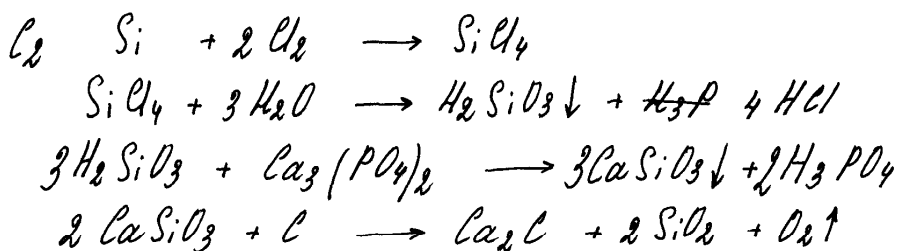
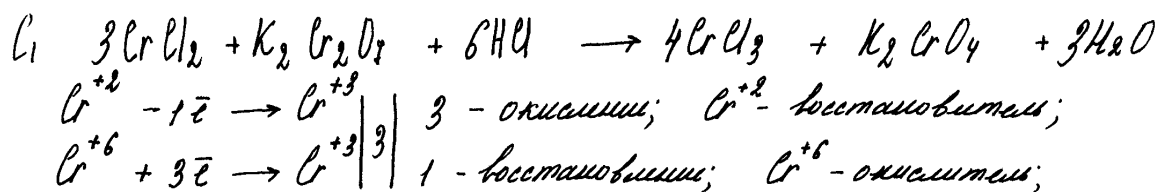
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) Составлено уравнение горения серы, и определено количество вещества образовавшегося оксида серы(IV):  <math>S + O_2 = SO_2</math>  <math>\nu(S) = m : M = 8 : 32 = 0,25 \text{ моль}</math>    <math>\nu(SO_2) = \nu(S) = 0,25 \text{ моль}</math></p> <p>2) Определены масса и количество вещества гидроксида натрия в растворе:  <math>m(NaOH) = 200 \cdot 0,08 = 16 \text{ г}</math>    <math>\nu(NaOH) = 16 : 40 = 0,4 \text{ моль}</math></p> <p>3) Рассчитаны массы образовавшихся солей:  <math>SO_2 + NaOH = NaHSO_3</math>  <math>NaHSO_3 + NaOH = Na_2SO_3 + H_2O</math>  <math>\nu(NaHSO_3) = \nu(SO_2) = 0,25 \text{ моль}</math>  <math>\nu(NaOH)_{\text{прор.}} = \nu(SO_2) = 0,25</math> <span style="float: right;">моль</span>  <math>\nu(NaOH)_{\text{ост.}} = 0,4 - 0,25 = 0,15 \text{ моль}</math>  <math>\nu(NaHSO_3)_{\text{прор.}} = \nu(NaOH) = 0,15 \text{ моль}</math>  <math>\nu(NaHSO_3)_{\text{ост.}} = 0,25 - 0,15 = 0,1 \text{ моль}</math>  <math>\nu(Na_2SO_3)_{\text{обр.}} = \nu(NaOH) = 0,15 \text{ моль}</math>  <math>m(NaHSO_3) = 0,1 \cdot 104 = 10,4 \text{ г}</math>    <math>m(Na_2SO_3) = 0,15 \cdot 126 = 18,9 \text{ г}</math></p> <p>4) Рассчитаны масса раствора и массовые доли гидросульфита и сульфита натрия в растворе:  <math>m(\text{р-ра}) = 200 + 0,25 \cdot 64 = 216 \text{ г}</math>  <math>\omega(NaHSO_3) = \frac{10,4}{216} = 0,048 = 4,8\%</math>  <math>\omega(Na_2SO_3) = \frac{18,9}{216} = 0,0875 = 8,75\%</math></p>	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	3
В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов	2
В ответе допущены ошибки в трёх из названных выше элементов	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>4</i>

*Примечание.* В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях в одном из трёх элементов (втором, третьем или четвёртом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

**C5** При взаимодействии 22 г предельного одноатомного спирта с избытком металлического натрия выделилось 2,8 л (н.у.) газа. Определите молекулярную формулу спирта.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа.</p> <p>1) Составлено уравнение реакции в общем виде, и вычислено количество вещества водорода:</p> $2C_nH_{2n+1}OH + 2Na = 2C_nH_{2n+1}ONa + H_2$ $n(H_2) = 2,8 / 22,4 = 0,125 \text{ моль}$ <p>2) Рассчитана молярная масса спирта:</p> $n(C_nH_{2n+1}OH) = 2n(H_2) = 0,25 \text{ моль}$ $M(C_nH_{2n+1}OH) = 22 / 0,25 = 88 \text{ г/моль}$ <p>3) Установлена молекулярная формула спирта:</p> $M(C_nH_{2n+1}OH) = 12n + 2n + 1 + 17 = 88$ $14n + 18 = 88$ $14n = 70$ $n = 5$ <p>Молекулярная формула спирта – <math>C_5H_{11}OH</math></p>	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Правильно записаны первый и второй элементы ответа	2
Правильно записан первый или второй элементы ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**Работы экзаменуемых**  
**Работа 1.**



$$C_n H_{2n+2} = 72$$

$$C_n H_{2n} = 70$$

$$14n = 70$$

$$n = 5$$

$C_5 H_{12} O$  - предельная группа.

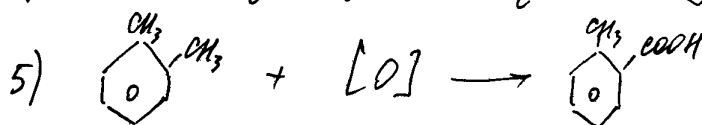
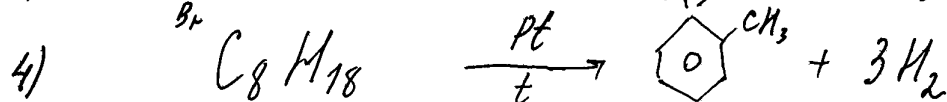
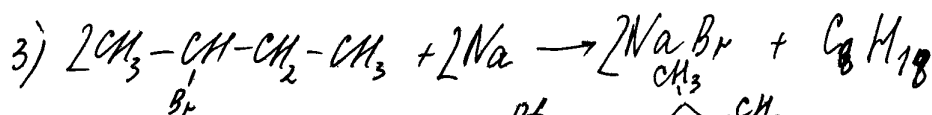
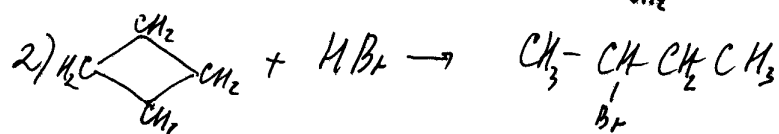
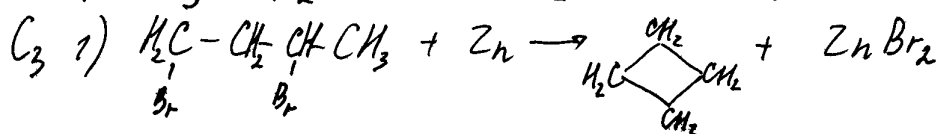
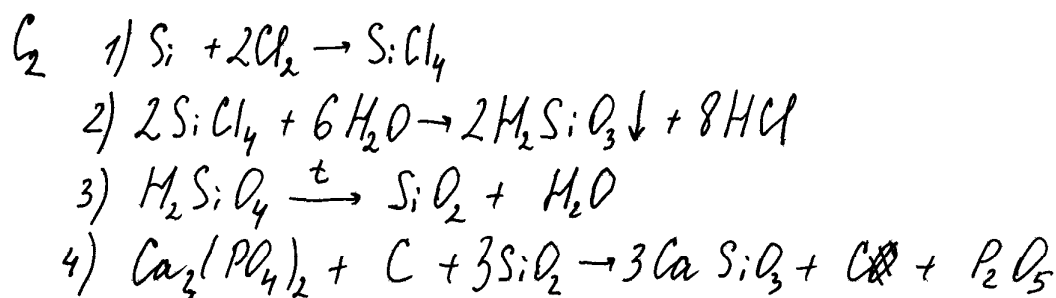
$$M(C_5 H_{12} O) = 12 \cdot 5 + 12 + 16 = 88 \text{ г/моль}$$

Значит,  $C_5 H_{12} O$  - ветвистая группа.

Ответ:  $C_5 H_{11} OH$



## Работа 2



$C_4$  Дано:

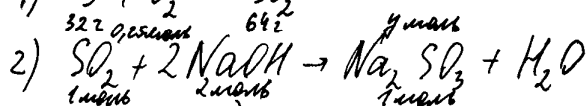
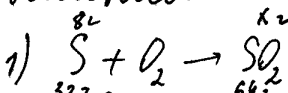
$m(S) = 8g$

$m_{\text{раств}}(NaOH) = 200g$

$w(NaOH) = 8\%$

$w(Na_2SO_3) = ?$

Решение:



1)  $x = m(SO_2) = \frac{8 \cdot 64}{32} = 16g$

$n(SO_2) = \frac{m}{M} = \frac{16}{80} = 0,25 \text{ (моль)}$

2)  $m(NaOH) = 200 \cdot 0,08 = 16g$

$n(NaOH) = \frac{16}{40} = 0,4 \text{ (моль)}$

NaOH в избытке, решаем по  $SO_2$   
 $y = 0,25 \text{ (моль)}$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_3) = M \cdot n = 0,25 \cdot 126 = 31,5 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{пра}} = m(\text{SO}_2) + m_{\text{пра}}(\text{NaOH})$$

$$m_{\text{пра}} = 16 + 200 = 216 \text{ (г)}$$

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_3)}{m_{\text{пра}}} \cdot 100\%$$

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_3) = \frac{31,5}{216} \cdot 100\% = 14,6\%$$

Ответ: 14,6%.

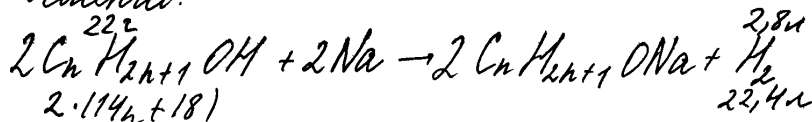
C<sub>5</sub> Дано:

$$m(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = 22,2$$

$$V(\text{H}_2) = 2,8 \text{ л}$$

C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>OH - ?

Решение:



$$2 \cdot (14n + 18)$$

$$22 \cdot 22,4 = 2,8 \cdot 2(14n + 18)$$

$$492,8 = 5,6(14n + 18)$$

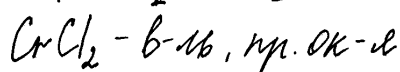
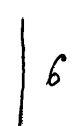
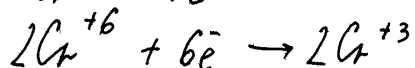
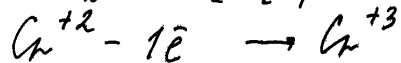
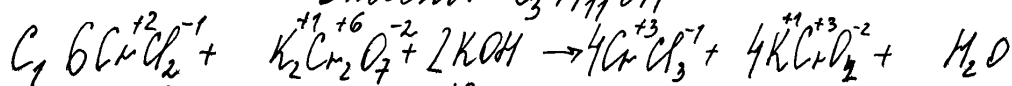
$$14n + 18 = 88$$

$$14n = 70$$

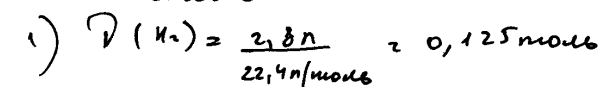
$$n = 5$$

Молекулярная формула спирта - C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>OH

Ответ: C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>OH



## 25



$$2) \quad x = 0,25 \text{ моль}$$

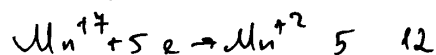
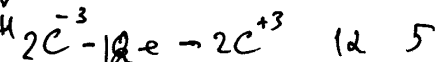
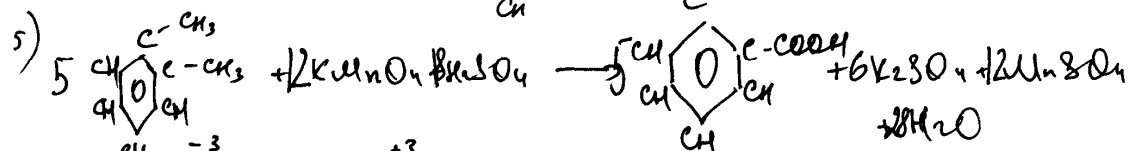
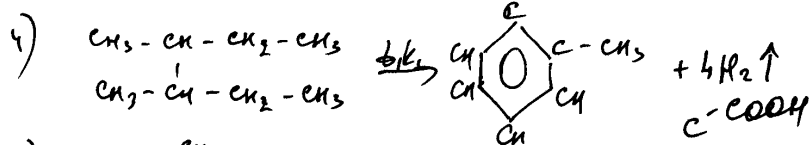
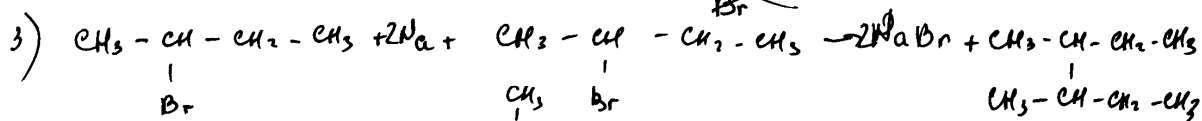
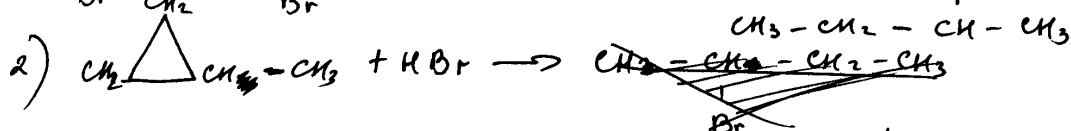
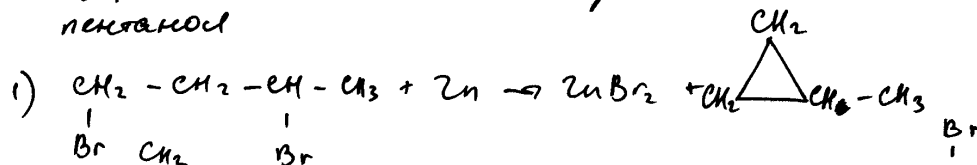
3)  $M(CuH_2O_2 \cdot OH) = \frac{225}{0,25 \text{ моль}} = 88 \text{ г/моль}$

$$4) 2n + 2n + 1 + 16 + 1 = 88$$

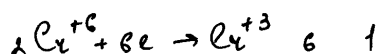
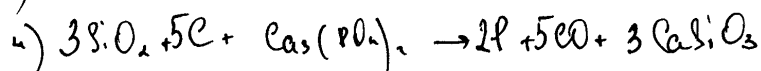
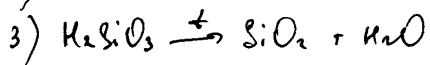
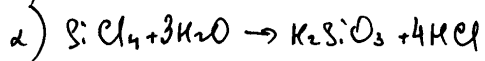
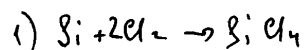
$$14n = 70$$

$$n = 5$$

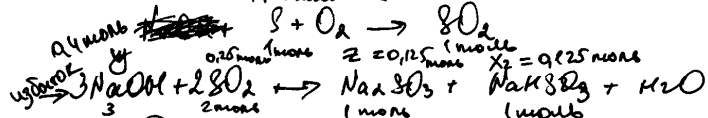
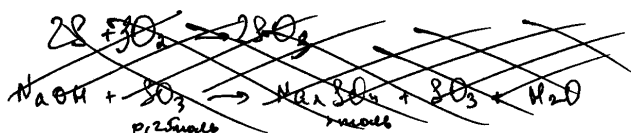
С5 Н11 ОМ - искомой сигнатура  
пентаграм



C2

 $\text{Cr}^{+6}$  - окислитель $\text{Cr}^{+2}$  - восстановитель

C4



1)  $\nu(\text{S}) = \frac{8\text{r}}{32\text{r/mole}} = 0,25\text{mole}$

2)  $x\text{mole} = 0,25\text{mole}$

3)  $y = \frac{0,25 \cdot 3}{2} = 0,375\text{mole}$  по уравнению

6)  $0,4\text{mole} - 0,375\text{mole} - 0,025\text{mole} (\text{NaOH})_{\text{ост}}$

7)  $m(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,025\text{mole} \cdot 40\text{r/mole} = 1\text{r.}$

8)  $m_{\text{пра}} = m(\text{NaOH})_{\text{вс}} + m(\text{SO}_2) = 200\text{r} + m(\text{SO}_2) = 200 + 16 = 216\text{r.}$   
 $m(\text{SO}_2) = 0,25\text{mole} \cdot 64 = 16\text{r}$

9)  $m(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,125\text{mole} \cdot 126\text{r} = 15,75\text{r}$

10)  $m(\text{NaHSO}_3) = 0,125\text{mole} \cdot 104\text{r} = 13\text{r.}$

11)  $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_3) = \frac{15,75\text{r}}{216\text{r}} = 0,072 = 7,2\%$

12)  $\omega(\text{NaHSO}_3) = \frac{13\text{r}}{216\text{r}} = 0,06 = 6\%$

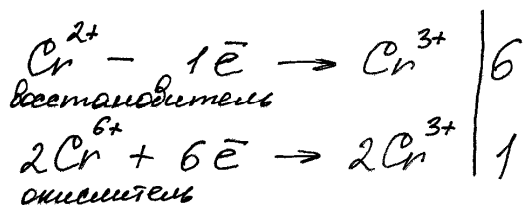
Отв.: 7,2%; 6%.

4)  $m(\text{NaOH})_{\text{вс}} = 200\text{r} \cdot 0,02 = 16\text{r}$

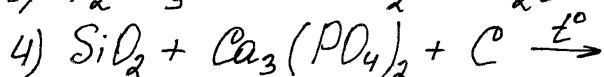
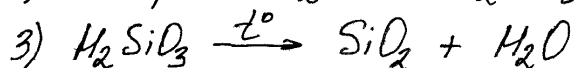
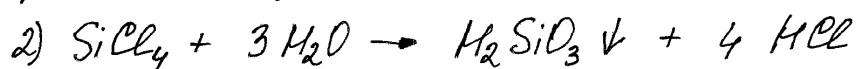
5)  $\nu(\text{NaOH})_{\text{вс}} = \frac{16\text{r}}{40\text{r/mole}} = 0,4\text{mole}$

# Работа 4

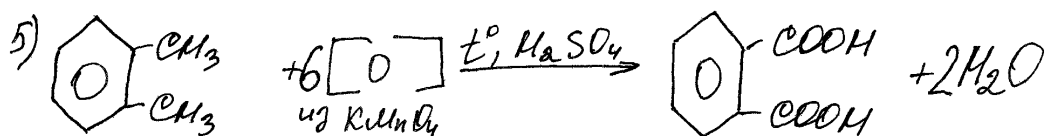
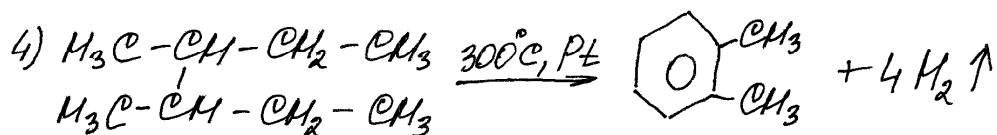
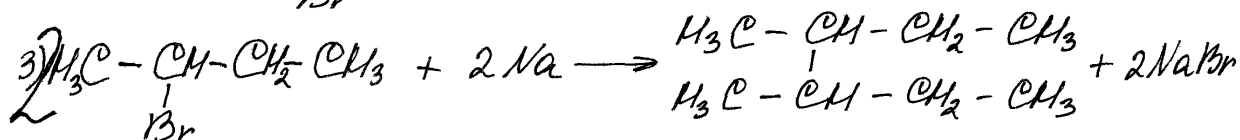
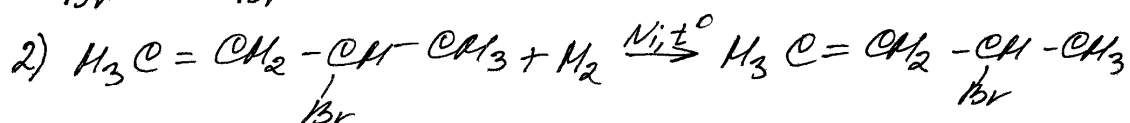
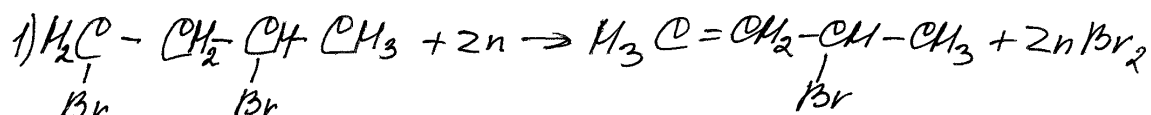
С 1.



С 2.



С 3



Дано:

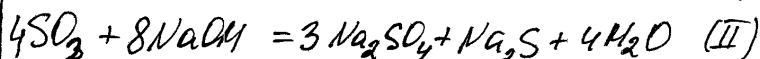
$$m(S) = 8 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра NaOH}) = 200 \text{ г}$$

$$W(\text{NaOH}) = 8\% = 0,08$$

$W(\text{соед.}) - ?$

Решение



$$1) \nu(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{8 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

$$2) \nu(SO_3) = \nu(S) = 0,25 \text{ моль}$$

$$3) m(\text{р.р. NaOH}) = W(\text{NaOH}) \cdot m(\text{р-ра NaOH}) = 0,08 \cdot 200 \text{ г} = 16 \text{ г}$$

$$4) M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$5) \nu(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{16 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

Решаем задачу по в-ву, которого меньше, т.е. по

С 5.

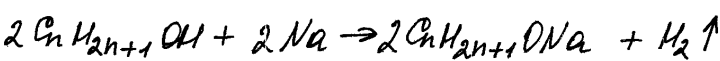
Дано:

$$m(C_nH_{2n+1}OH) = 22 \text{ г}$$

$$V(\text{газа}) = 2,8 \text{ л}$$

$C_nH_{2n+1}OH - ?$

Решение



$$1) \nu(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{2,8 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,125 \text{ (моль)}$$

$$2) \nu(C_nH_{2n+1}OH) = 2 \nu(H_2) = 2 \cdot 0,125 \text{ моль} = 0,25 \text{ моль}$$

$$3) M(C_nH_{2n+1}OH) = \frac{m(C_nH_{2n+1}OH)}{\nu(C_nH_{2n+1}OH)} = \frac{22 \text{ г}}{0,25 \text{ моль}} = 88 \text{ г/моль}$$

$$M(C_nH_{2n+1}OH) = 88 \text{ г/моль}$$

$$n \cdot 12 + 1 \cdot (2n+1) + 16 + 1 = 88$$

$$12n + 2n + 1 + 16 + 1 = 88$$

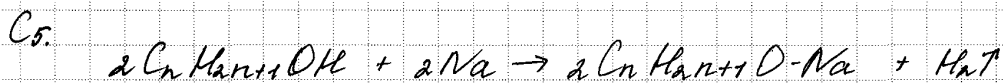
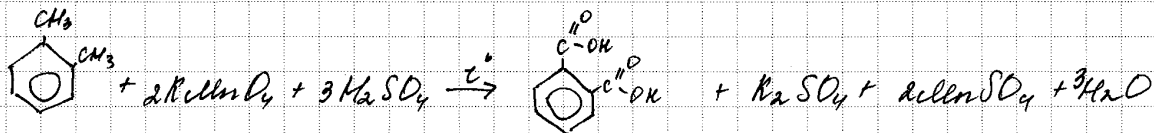
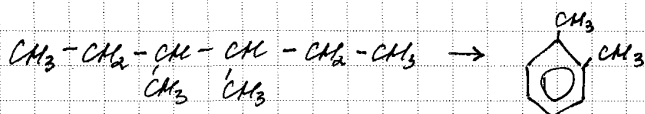
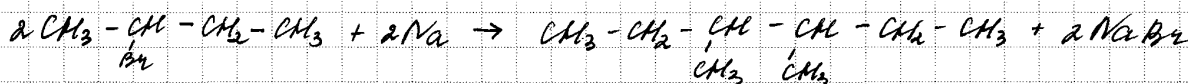
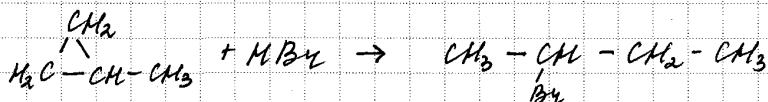
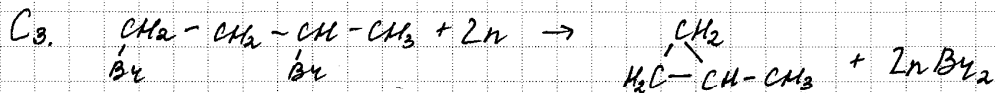
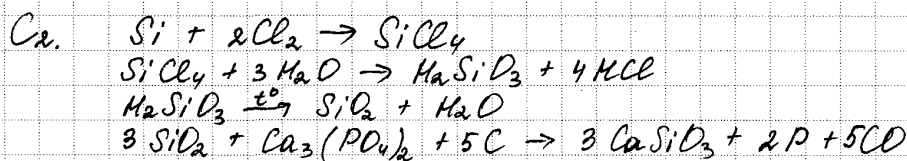
$$14n = 70$$

$$n = 5$$

$C_5H_{11}OH$  - амилвый (пентильный) спирт.

Ответ:  $C_5H_{11}OH$ .

## Работа 5



$$V(\text{H}_2) = d, \text{Si} : 22,4 = 0,125 \text{ моль}$$

$$V(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) : V(\text{H}_2) = \frac{8}{7} \cdot 0,125 \text{ моль} = 0,25 \text{ моль}$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = 222 : 0,25 \text{ моль} = 888 \text{ г/моль}$$

$$14n + 18 = 88$$

$$14n = 70$$

$$n = 5$$

формула спирта:  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$

Ответ:  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$

C1.

