

## ХИМИЯ. 10 класс

### Задача 1. (20 баллов)

Перманганат калия прокалили. Газообразный продукт реакции количественно прореагировал с 0,6 моль угарного газа, а выделившийся при этом газ был поглощен 200 мл раствора известковой воды ( $w=10\%$ ,  $\rho=1,11\text{ г/см}^3$ ). Так получили раствор 1.

Твердый продукт прокаливания обработали необходимым объемом 37,5%-ного раствора соляной кислоты ( $\rho=1,8\text{ г/см}^3$ ), получив раствор 2.

Определить:

1. массовые доли солей в первом и втором растворах;
2. объем введенной в реакцию соляной кислоты.

### Решение и критерии оценивания

Решение и критерии оценивания	Баллы
Приведены правильные уравнения протекающих реакций: $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ (1) $\text{O}_2 + 2\text{CO} = 2\text{CO}_2$ (2) $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (3); $2\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ или $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (4) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + 8\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 2\text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ (5) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (6)	6
Проведен расчет количества выделившегося кислорода и прокаленного перманганата калия: $n(\text{O}_2) = 1/2n(\text{CO}) = \mathbf{0,3\text{ моль}}$ ; $n(\text{KMnO}_4) = 2n(\text{O}_2) = \mathbf{0,6\text{ моль}}$ ; Установлен состав соли, образующейся при поглощении $\text{CO}_2$ : $n(\text{CO}) = n(\text{CO}_2) = 0,6\text{ моль}$ , $m(\text{CO}_2) = 0,6\text{ моль} \cdot 44\text{ г/моль} = 26,4\text{ г}$ $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 200\text{ мл} \cdot 1,11\text{ г/мл} \cdot 0,1 = 22,2\text{ г}$ ; $n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 22,2/74 = \mathbf{0,3\text{ моль}}$ . Независимо от использованных уравнений (4) или (3) и (4) показано, что образуется кислая соль, определена ее масса и массовая доля в растворе: $n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,3\text{ моль}$ , $m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 0,3\text{ моль} \cdot 162\text{ г/моль} = \mathbf{48,6\text{ г}}$ $w(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 48,6 / (200 \cdot 1,11 + 0,6 \cdot 44) = \mathbf{0,196\text{ или }19,6\%}$	5
Проведен расчет количества твердых продуктов прокаливания и количества соляной кислоты, прореагировавшей с ними: $n(\text{MnO}_2) = n(\text{K}_2\text{MnO}_4) = n(\text{O}_2) = \mathbf{0,3\text{ моль}}$ $n(\text{HCl})_{\text{реак (5)}} = 8n(\text{MnO}_2) = 0,3 \cdot 8 = 2,4\text{ моль}$ $n(\text{HCl})_{\text{реак (6)}} = 4n(\text{K}_2\text{MnO}_4) = 0,3 \cdot 4 = 1,2\text{ моль}$ , $n(\text{HCl})_{\text{общ}} = 2,4 + 1,2 = 3,6\text{ моль}$ масса раствора и объем соляной кислоты: $m = 3,6 \cdot 36,5 / 0,375 = \mathbf{350,4\text{ г}}$ и $V = 350,4\text{ г} / 1,8\text{ г/мл} = \mathbf{194,7\text{ мл}}$	5
Определены количества хлоридов калия и марганца, хлора: $n(\text{MnCl}_2) = n(\text{K}_2\text{MnO}_4) + n(\text{MnO}_2) = 0,6\text{ моль}$ ; $m(\text{MnCl}_2) = 0,6 \cdot 126 = 75,6\text{ г}$ $n(\text{Cl}_2)_{(6)} = 0,3\text{ моль}$ $n(\text{Cl}_2)_{(5)} = n(\text{KCl}) = 2n(\text{K}_2\text{MnO}_4) = 0,6\text{ моль}$ ; $m(\text{KCl}) = 0,6 \cdot 74,5 = 44,7\text{ г}$ , общее количество хлора : $n(\text{Cl}_2) = 0,3 + 0,6 = 0,9\text{ моль}$ ; Определена масса раствора: $m_{\text{р-ра}} = m(\text{K}_2\text{MnO}_4) + m(\text{MnO}_2) + m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) - m(\text{Cl}_2) = 0,3 \cdot (197 + 87) + 350,4 - 0,9 \cdot 71 = 371,7\text{ г}$ $w(\text{MnCl}_2) = 75,6 / 371,7 = \mathbf{0,203\text{ или }20,3\%}$ , $w(\text{KCl}) = 44,7 / 371,7 = \mathbf{0,12\text{ или }12\%}$	4
Итого:	20

### Задача 2. (20 баллов)

Смесь, содержащую одинаковое количество сульфата, нитрата и карбоната неизвестного двухвалентного металла (массовая доля металла в смеси 38,73%), прокалили при температуре 600°C. После прокаливания твердые продукты реакции остудили до комнатной температуры и взвесили. Масса смеси уменьшилась на 76 г. Газообразные продукты реакции пропустили через 500 мл 4М раствора гидроксида калия.

Определить:

1. Формулы солей и их массовые доли в исходной смеси;
2. Объем выделившихся газов при температуре прокаливания;
3. Состав раствора после пропускания газовой смеси.

#### Решение и критерии оценивания.

Решение и критерии оценивания	Баллы
<p>Приведены правильные уравнения протекающих реакций:  <math>XCO_3 = XO + CO_2</math> (1)  <math>2X(NO_3)_2 = 2XO + 4NO_2 + O_2</math> (2)  <math>XSO_4 \neq</math>  <math>KOH + CO_2 = KHCO_3</math> (3)  <math>KHCO_3 + KOH = K_2CO_3 + H_2O</math> (4)  <math>4KOH + 4NO_2 + O_2 = 3KNO_3 + KNO_2 + 2H_2O</math> (5)</p>	5 баллов
<p>Проведен расчет молярной массы металла, установлены формулы солей в исходной смеси и их массовые доли:  <math>w(X) = 3M(X) / (3M(X) + M(SO_4^{2-}) + M(CO_3^{2-}) + 2M(NO_3^-))</math>  <math>0,3873 = 3M(X) / (3M(X) + 96 + 60 + 2 \cdot 62)</math>  <math>M(X) = 59</math>; <math>X = Ni</math>  <math>NiCO_3 = NiO + CO_2</math> (1); <math>2Ni(NO_3)_2 = 2NiO + 4NO_2 + O_2</math> (2); <math>NiSO_4</math>                      Пусть <math>x</math> - количество каждой соли в смеси, тогда <math>n(CO_2) = x</math> моль;  <math>n(NO_2) = 2x</math>;  <math>n(O_2) = 0,5x</math> моль, а их массы соответственно: <math>44x</math>; <math>2x \cdot 46</math>; <math>16x</math>.  <math>44x + 92x + 16x = 76</math>; <math>x = 0,5</math> моль  <math>m(NiCO_3) = 0,5 \cdot 119 = 59,5</math>г  <math>m(NiSO_4) = 0,5 \cdot 155 = 77,5</math>г  <math>m(Ni(NO_3)_2) = 0,5 \cdot 183 = 91,5</math>г  <math>w(NiCO_3) = 59,5 \cdot 100 / (59,5 + 77,5 + 91,5) = 26\%</math>  <math>w(NiSO_4) = 77,5 \cdot 100 / (59,5 + 77,5 + 91,5) = 34\%</math>  <math>w(Ni(NO_3)_2) = 91,5 \cdot 100 / (59,5 + 77,5 + 91,5) = 40\%</math></p>	5 баллов
<p>Определены количества газов и объем при температуре прокаливания:  <math>n(CO_2) = 0,5</math> моль, <math>n(NO_2) = 1</math> моль; <math>n(O_2) = 0,25</math> моль.                      Суммарное количество молей: <math>1 + 0,5 + 0,25 = 1,75</math> моль  <math>V = nRT/P = 1,75 \cdot 8,3 \cdot (273 + 600) / 101,3 \text{кПа} = 125,2</math>л</p>	5 баллов
<p>Определено какие соли и в каком количестве находятся в растворе:  <math>n(KOH) = C \cdot V = 0,5 \text{л} \cdot 4 \text{моль/л} = 2,0</math> моль.                      В (5) вступает <math>0,25</math> моль <math>O_2</math>; <math>1</math> моль <math>NO_2</math> и <math>1</math> моль <math>KOH</math>, количество образовавшихся <math>KNO_3</math> – <math>0,75</math> моль, <math>0,25</math> моль <math>KNO_2</math>.                      Для образования <math>K_2CO_3</math> по реакциям (3) и (4) необходимо <math>0,5 \cdot 2 = 1</math> моль <math>KOH</math>; количество соли <b>0,5 моль</b>  <b>В растворе: 0,75 моль <math>KNO_3</math> ; 0,5 моль <math>K_2CO_3</math> и 0,25 моль <math>KNO_2</math>.</b></p>	5 баллов
Итого:	20

### Задача 3 (20 баллов)

Непредельный углеводород А является единственным изомером предельного углеводорода Б. Углеводород В является ближайшим гомологом А и не имеет изомеров. Углеводороды Г и Д изомерны друг другу и являются ближайшими гомологами Б. Изомер Д имеет более низкую температуру кипения, чем Г.

1. Назовите углеводороды А-Д и напишите их структурные формулы.
2. Напишите 5 уравнений реакций названных углеводородов с бромоводородом.
3. Дайте определения понятиям гомологи и изомеры.

#### Критерии оценивания и решение

Указаны названия веществ: А- $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ пропен, Б – $(\text{CH}_2)_3$ –циклопропан. В – $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ этен, Г- $(\text{CH}_2)_4$ –циклобутан, Д – $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_2)_2$ –метилциклопропан	за каждую формулу и название по 1 баллу = 10 баллов.
Написаны уравнения и расставлены коэффициенты: <ul style="list-style-type: none"><li>• Пропен + <math>\text{HBr} \rightarrow 2</math>-бромпропан</li><li>• Пропен + <math>\text{HBr} (\text{H}_2\text{O}_2) \rightarrow 1</math>-бромпропан</li><li>• Циклопропан + <math>\text{HBr} \rightarrow 1</math>-бромпропан</li><li>• Метилциклопропан + <math>\text{HBr} \rightarrow 2</math>-бромбутан</li><li>• Метилциклопропан + <math>\text{HBr} \rightarrow 1</math>-бром-2-метилпропан</li></ul>	5 уравнений реакций: (пропен по Марковникову (1балл) и против (2балла); циклопропан - присоединение (1 балл); метилциклопропан – 2 реакции = 4 балла) Итого 8 баллов
Даны определения: <i>Изомеры</i> – вещества имеющие одинаковый качественный и количественный состав, но отличающиеся строением и свойствами. <i>Гомологи</i> – вещества, молекулы которых отличаются на одну или несколько групп $\text{CH}_2$ и принадлежащие к одному классу, имеющие сходного строение и сходные свойства	1 балл  1 балл
<b>Итого</b>	<b>20 баллов</b>

### Задача 4 ( 20 баллов)

В закрытом сосуде, в избытке кислорода сожгли смесь газов этана и хлорэтана, продукты сгорания охладили до комнатной температуры. При этом получили соляную кислоту с массовой долей хлороводорода 12,65%.

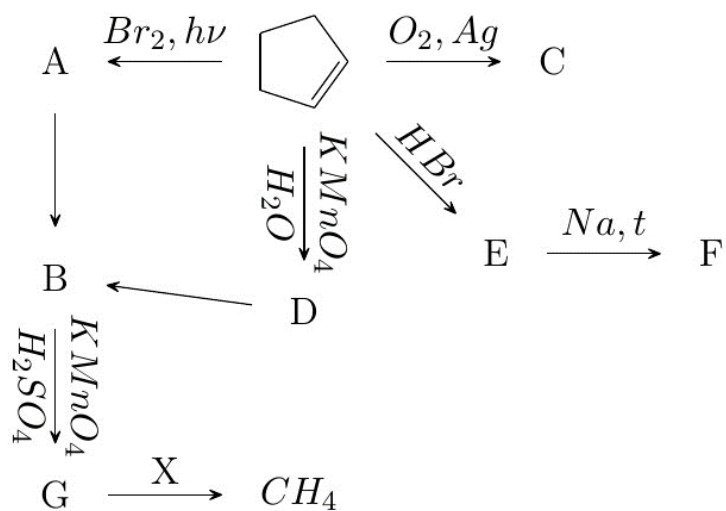
- 1) Рассчитайте мольную долю этана в исходной смеси
- 2) Рассчитайте молярную массу исходной газовой смеси этана и хлорэтана
- 3) Рассчитайте массу полученного раствора соляной кислоты, если этана в исходной смеси содержалось 44,8 л (н.у.)

<b>Решение:</b>	
<b>Вопрос 1</b>	
1-я реакция $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 1-я реакция $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$	<b>3 балла</b> (по 2 балла за уравнение, при неверных коэффициентах – по 1 баллу за схему превращения; допускаются

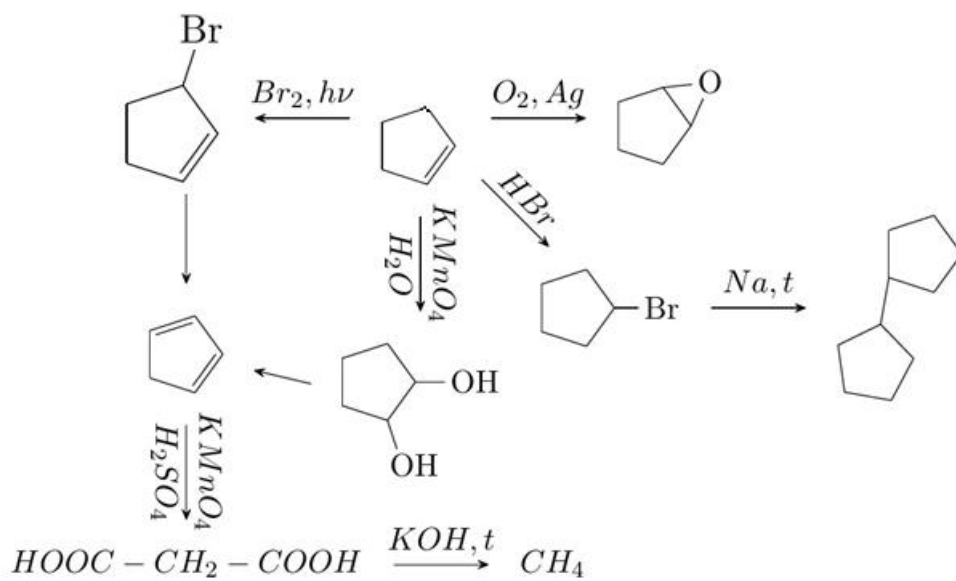
	дробные коэффициенты в уравнении: $C_2H_6 + 3,5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$
Для расчета мольной доли этана в исходной смеси обозначим $x$ -моль этана; $y$ -моль хлорэтана. Следовательно, в результате горения образуются: $n(H_2O)_{1\text{-я реакция}} = 3x$ моль; $n(H_2O)_{2\text{-я реакция}} = 2y$ моль; $n(HCl)_{2\text{-я реакция}} = y$ моль;	<b>3 балла</b>
Тогда массовую долю соляной кислоты выражаем уравнением: $\omega(HCl) = \frac{m(HCl)}{m(HCl) + m(H_2O)} = \frac{36,5y}{36,5y + 18(3x + 2y)}$ Пусть образовалось 1 моль HCl, т.е. $y=1$ . Тогда $0,1265 = \frac{36,5}{36,5 + 2 \cdot 18 + 3x \cdot 18}$ Откуда $x=4$ при $y=1$	<b>3 балла</b>
Мольная доля этана $\chi(C_2H_6) = \frac{n(C_2H_6)}{n(C_2H_6) + n(C_2H_5Cl)} = \frac{x}{x+y} = \frac{4}{5} = 0,8$ или 80%	<b>2 балл</b>
<b>Вопрос 2</b>	
$M(\text{смеси}) = \chi(C_2H_6) \cdot M(C_2H_6) + \chi(C_2H_5Cl) \cdot M(C_2H_5Cl) = 0,8 \cdot 30 + 0,2 \cdot 64,5 = 24 + 12,9 = 36,9$ г/моль	<b>2 балла</b>
<b>Вопрос 3</b>	
$n(C_2H_6) = \frac{44,8}{22,4} = 2$ моль; Тогда $n(H_2O)_{1\text{-я реакция}} = 6$ моль;  $n(C_2H_5Cl) = 0,5$ моль (исходя из мольной доли) $n(H_2O)_{2\text{-я реакция}} = 1$ моль; $n(HCl)_{2\text{-я реакция}} = 0,5$ моль; $n(HCl)_{2\text{-я реакция}} = \frac{44,8}{22,4} = 2$ моль $m(HCl) = 36,5 \cdot 0,5 = 18,25$ г $\omega(HCl) = \frac{m(HCl)}{m(\text{раствора})}$ $0,1265 = \frac{18,25}{m(\text{раствора})}$ $m(\text{раствора}) = \frac{18,25}{0,1265} = 144,3$ г	<b>6 баллов</b>

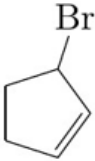

### Задача 5 (20 баллов)

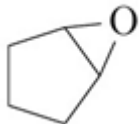
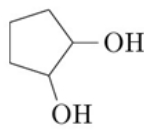
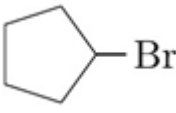

Осуществите превращения по схеме, напишите структурные формулы соединений А – G, X; уравнения реакций соответствующие превращениям.

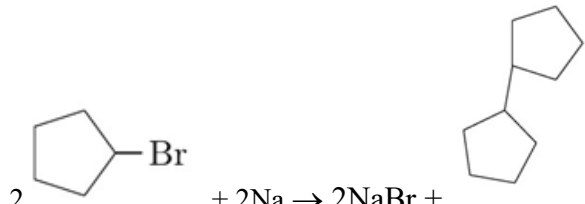
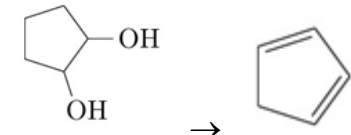
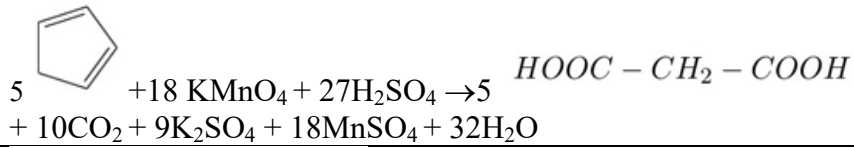


**Решение**



Структурные формулы	<p>A-</p> 	1 балл
	<p>B-</p> 	1 балл

	<p>C - </p>	1 балл
	<p>D - </p>	1 балл
	<p>E - </p>	1 балл
	<p>F - </p>	1 балл
	<p>G - <math>HOOC - CH_2 - COOH</math></p>	1 балл
	X – KOH или NaOH, или другое сильное основание	1 балл
Уравнения реакций		
1	$2 \text{  + O_2 \rightarrow 2 \text{ $	1 балл
2	$\text{  + Br_2 \rightarrow \text{  + HBr}$ (при освещении или при нагревании больше $350^\circ C$ )	1 балл
3	$\text{  + KOH(\text{спирт}) \rightarrow \text{  + KBr + H_2O}$	1 балл
4	$3 \text{  + 2KMnO_4 + 4H_2O \xrightarrow{0^\circ C} 3HO - \text{  + 2MnO_2 + 2KOH}$	2 балла
5	$\text{  + HBr \rightarrow \text{ $	1 балл

6	 $2 \text{C}_5\text{H}_9\text{Br} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{NaBr} + \text{C}_{10}\text{H}_{18}$	1 балл
7	 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2 \rightarrow \text{C}_5\text{H}_8 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>(в присутствии конц. серной кислоты и нагревании больше 140 °С)</p>	2 балл
8	 $5 \text{C}_5\text{H}_8 + 18 \text{KMnO}_4 + 27 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5 \text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{COOH} + 10 \text{CO}_2 + 9 \text{K}_2\text{SO}_4 + 18 \text{MnSO}_4 + 32 \text{H}_2\text{O}$	2 балла
9	$\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{COOH} + 4\text{KOH} \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
	Итого	20 баллов