

### *Задания 10 класса*

*Представлен один из возможных вариантов решения заданий*

#### **Задача №10-1**

Определим массу кислоты, содержащейся в 80 г раствора.

$$m(\text{кислоты}) = \frac{\omega \cdot m(\text{р-ра})}{100\%} = 12(\text{г}) .$$

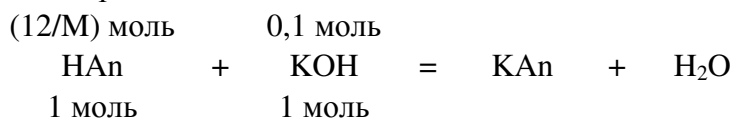
Определим количество вещества KOH:

$$m(\text{р-ра KOH}) = \rho_{\text{р-ра}} \cdot V_{\text{р-ра}} = 1,09 \text{ г / мл} \cdot 51,4 \text{ мл} = 56,0 \text{ г} ;$$

$$m(\text{KOH}) = \frac{\omega \cdot m(\text{p-ра})}{100\%} = 5,6(\text{г}) .$$

$$\nu(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = 0,1(\text{моль})$$

Определим молярную массу кислоты, учитывая ее основность и уравнение реакции взаимодействия с гидроксидом калия:



Исходя из стехиометрии взаимодействия между указанными веществами, запишем соотношение:

$$\frac{12}{M} = 0,1; \text{ откуда } M = 120 \text{ г/моль.}$$

Определим формулу кислоты, учитывая ее молярную массу и место кислотообразующего элемента в периодической системе. Проверим вначале возможность принадлежности кислоты к бескислородным кислотам. Будем иметь в виду, что бескислородные кислоты образуют только атомы типичных неметаллов, находящихся в главных подгруппах. Общая формула кислоты, образованной неметаллом VII группы, **HЭ**, откуда следует:

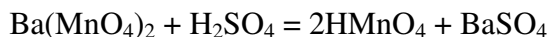
$$M_r(\text{Э}) = 120 - 1 = 119 \text{ г/моль}$$

Ни один из атомов галогенов не имеет такой молекулярной массы. Следовательно, определяемая кислота может быть только кислородсодержащей. Представим формулу кислоты в общем виде: **HЭO<sub>n</sub>**. Варьируя значения коэффициента n, будем рассчитывать по молекулярной массе кислоты молекулярные массы элементов. Подходящими значениями будут те, которые наиболее близки к молекулярным массам элементов VII группы периодической системы. Заметим, что кислородсодержащие кислоты могут быть образованы и атомами переходных металлов в высокой степени окисления. Результаты расчета приведены в таблице:

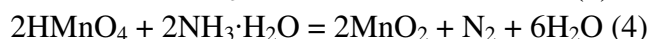
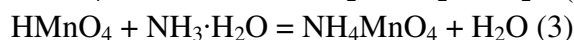
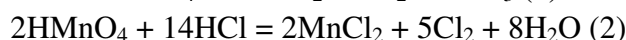
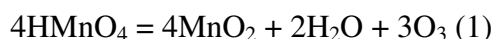
n	1	2	3	4	5	6	7
M <sub>r</sub> (Э)	103	87	71	55	39	23	7

Видно, что только в случае, когда в состав кислоты входят четыре атома кислорода, наблюдается хорошее соответствие с атомной массой элемента Mn. Формула кислоты **HMnO<sub>4</sub>** – марганцевая кислота.

Способы получения марганцевой кислоты:



Уравнения химических реакций, характеризующих химические свойства марганцевой кислоты:



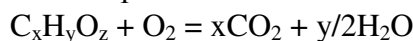
#### Разбалловка

Определение формулы кислоты А, подтвержденное расчетами без подтверждения расчетами – 0,5 б.	4 б.
---	------

Написание уравнений реакций, отвечающих двум способам получения марганцевой кислоты	2x1 б. = 2 б.
Написание уравнений (1) – (4)	4x1 б. = 4 б.
ИТОГО	10 б.

### Задача №10-2

Газ **Y** – **CO<sub>2</sub>**, следовательно, в банке скорее всего находится органическое вещество:



Найдем соотношение углерода и водорода:

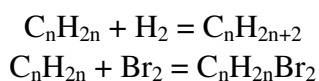
$$n(CO_2) = 5,6/22,4 = 0,25 \text{ моль, то } n(C) = 0,25 \text{ моль}$$

$$n(H_2O) = 4,5/18 = 0,25 \text{ моль, то } n(H) = 0,25*2 = 0,5 \text{ моль}$$

$$x : y = 1:2$$

Химические свойства **X** (обесцвечивание бромной воды и перманганата, гидрирование, присоединение HCl) позволяют предположить, что неизвестное вещество **X** – алкен **C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>** (или содержит хотя бы одну двойную связь)

Тогда реакции 3 и 4 будут иметь вид:



По условию,  $n(C_nH_{2n+2}) = n(C_nH_{2n}Br_2)$

$$n(C_nH_{2n+2}) = 3,6/(14n+2)$$

С учетом выхода дибромида  $m(C_nH_{2n}Br_2) = 9,2/0,8 = 11,5 \text{ г}$

$$n(C_nH_{2n}Br_2) = 11,5/(14n+160)$$

Тогда получим уравнение

$$3,6/(14n+2) = 11,5/(14n+160)$$

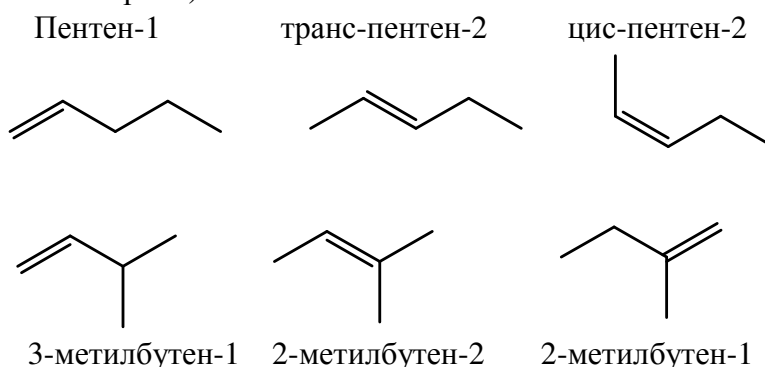
$$n = 5,$$

Тогда, формула вещества **X** = **C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>** (отсутствие кислорода можно проверить).

Количество этого алкена  $n(C_5H_{10}) = 0,25/5 = 0,05 \text{ моль}$

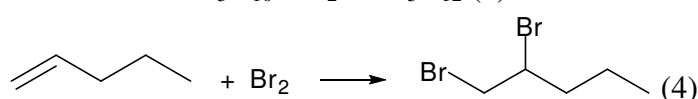
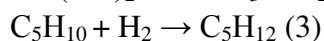
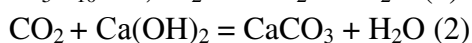
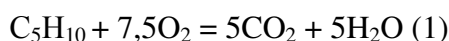
Масса алкена (каждой навески)  $m(C_5H_{10}) = 0,05*70 = 3,5 \text{ г}$

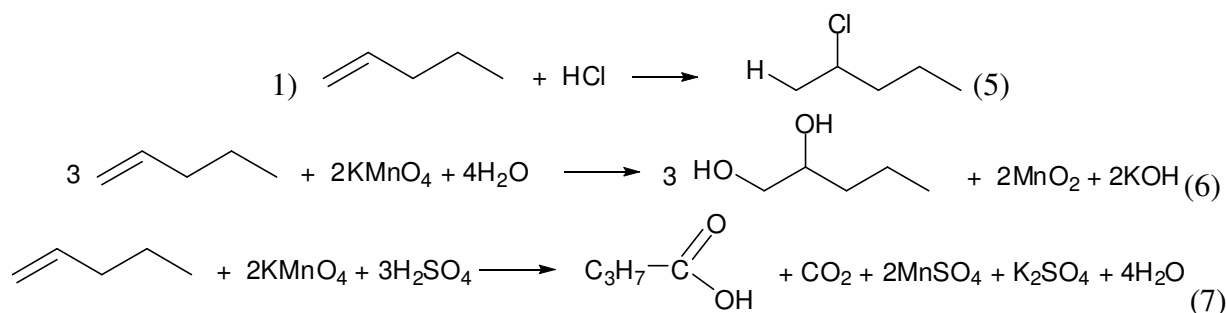
Для алкена формулы **C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>** существует 6 изомеров (5 обычных изомеров, кроме того, пентен-2 обладает цис-транс изомерией):



Так как при окислении **X** образуется бутановая кислота, то **X** – это пентен-1

Уравнения реакций:





### Разбалловка

Вывод брутто-формулы вещества X	2 б.
Указание газа Y	0,5 б.
Определение истинной формулы X	1 б.
Написание изомеров X	6x0,5 б. = 3 б.
Написание уравнений реакций (1) – (7)	7x0,5 б. = 3,5 б.
ИТОГО	10 б.

### Задача №10-3

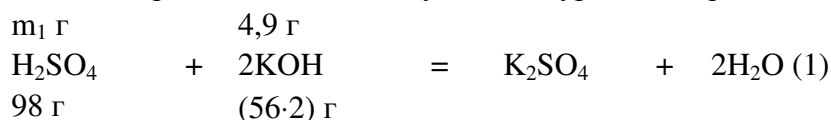
Рассчитаем массу серной кислоты ( $m$ ), содержащейся в 33,3 мл раствора:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{\omega \cdot m(\text{p} - \text{ра})}{100\%} = \frac{20\% \cdot 33,3 \cdot 1,2}{100\%} = 8 \text{ г.}$$

Рассчитаем массу гидроксида калия, содержащегося в 41,7 мл раствора:

$$m(\text{KOH}) = \frac{\omega \cdot m(\text{p} - \text{ра})}{100\%} = \frac{9,8\% \cdot 41,7 \cdot 1,2}{100\%} = 4,9 \text{ г.}$$

Определим массу избытка серной кислоты ( $m_1$ ), учитывая уравнение реакции нейтрализации:

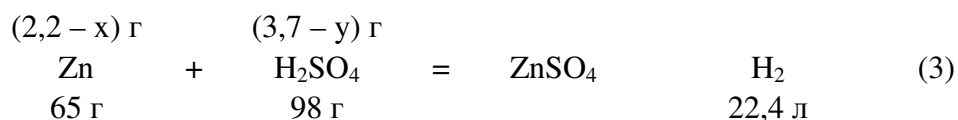
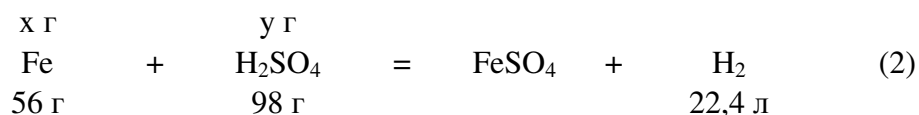


$$m_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{98 \cdot 4,9}{112} = 4,3 \text{ г.}$$

Масса серной кислоты ( $m_2$ ), прореагировавшая с металлами, равна:

$$m_2 = m - m_1 = 8 - 4,3 = 3,7 \text{ г.}$$

Вспользуемся алгебраическим способом решения. Пусть  $x$  г – масса железа, тогда  $(2,2 - x)$  г – масса цинка. Пусть  $y$  г – масса серной кислоты, вступившей во взаимодействие с железом, тогда  $(3,7 - y)$  г – масса кислоты, вступившей во взаимодействие с цинком. Учитывая уравнения взаимодействия металлов с серной кислотой, определим массы металлов в исходной смеси:



$$\begin{cases} 98 \cdot x = 56 \cdot y \\ (2,2 - x) \cdot 98 = 65 \cdot (3,7 - y); \\ x = 1,6 \text{ г}; y = 2,8 \text{ г}. \end{cases}$$

Масса железа 1,6 г, масса цинка 0,6 г.

Массовая доля железа равна  $\frac{1,6}{2,2} \cdot 100\% = 72,7\%$ .

Массовая доля цинка  $100\% - 72,7\% = 27,3\%$ .

Рассчитаем объем водорода, выделившегося в реакциях (2, 3):

$$V_1 = \frac{22,4 \text{ л} \cdot 1,6 \text{ г}}{56 \text{ г}} = 0,64 \text{ л}, \quad V_2 = \frac{22,4 \text{ л} \cdot 0,6 \text{ г}}{65 \text{ г}} = 0,21 \text{ л}.$$

Суммарный объем водорода равен:

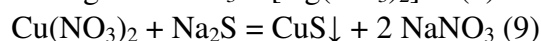
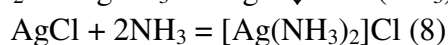
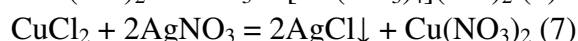
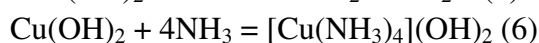
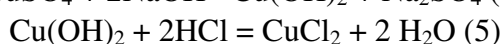
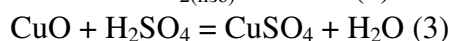
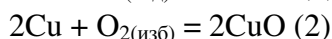
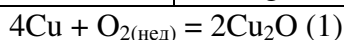
$$V = V_1 + V_2 = 0,85 \text{ л}.$$

#### Разбалловка

Написание уравнений (1)–(3)	3x1 б. = 3 б.
Расчет массы серной кислоты, вступившей в реакцию	2 б.
Расчет массовых долей цинка и железа в смеси	3 б.
Расчет объема водорода	2 б.
ИТОГО	10 б.

#### Задача №10-4

A – Cu	D – CuSO <sub>4</sub>	G – [Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ](OH) <sub>2</sub>	J – CuS
B – Cu <sub>2</sub> O	E – Cu(OH) <sub>2</sub>	H – AgCl	
C – CuO	F – CuCl <sub>2</sub>	I – [Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ](OH)	



#### Разбалловка

Определение вещества А	1 б.
Определение веществ В–J	9x0,5 б. = 4,5 б.
Написание уравнений реакций (1)–(9)	9x0,5 б. = 4,5 б.
ИТОГО	10 б.

#### Задача №10-5

Рассчитаем фактор Пиллинга–Бэдвордса для оксида никеля и магния.

Для NiO:

$$A_{\text{Me}} = 59 \text{ г/моль}, \quad M_{\text{ок}} = 59 + 16 = 75 \text{ г/моль}, \quad n = 1$$

$$\rho_{\text{Me}} = 8,9 \text{ г/см}^3, \quad \rho_{\text{ок}} = 6,7 \text{ г/см}^3$$

$$\alpha = \frac{75 \cdot 8,9}{1 \cdot 59 \cdot 6,7} = 1,7$$

$\alpha$  лежит в интервале  $2,5 > \alpha > 1$ , то есть оксидная пленка является сплошной и обладает защитными свойствами.

Для MgO:

$A_{Me} = 24$  г/моль,  $M_{ок} = 24 + 16 = 40$  г/моль,  $n = 1$

$\rho_{Me} = 1,74$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho_{ок} = 3,6$  г/см<sup>3</sup>

$$\alpha = \frac{40 \cdot 1,74}{1 \cdot 24 \cdot 3,6} = 0,81$$

$\alpha$  не лежит в интервале  $2,5 > \alpha > 1$ , т.е. оксидная пленка не получается сплошной и не обладает защитными свойствами.

Рассчитаем скорость коррозии для никеля, для чего скорость коррозии в г/(м<sup>2</sup>·сутки) разделим на плотность никеля г/м<sup>3</sup>:

$$v_k(Ni) = \frac{1,45}{8,9 \cdot 10^6 \text{ м}^2 \cdot \text{сутки}} \frac{\text{г}}{\text{г}} \frac{\text{м}^3}{\text{г}} = 1,63 \cdot 10^{-7} \frac{\text{м}}{\text{сутки}}$$

Примем, что 1м=1000 мм, 1 сутки=1/365 дней в году =  $2,74 \cdot 10^{-3}$  года, тогда

$$v_k(Ni) = \frac{1,63 \cdot 10^{-7} \cdot 1000}{2,74 \cdot 10^{-3}} = 5,95 \cdot 10^{-2} \text{ мм/год.}$$

Аналогично для магния, скорость коррозии в г/(м<sup>2</sup>·сутки) разделим на плотность магния г/м<sup>3</sup>:

$$v_k(Mg) = \frac{1,45}{1,74 \cdot 10^6 \text{ м}^2 \cdot \text{сутки}} \frac{\text{г}}{\text{г}} \frac{\text{м}^3}{\text{г}} = 8,33 \cdot 10^{-7} \frac{\text{м}}{\text{сутки}}$$

$$v_k(Mg) = \frac{8,33 \cdot 10^{-7} \cdot 1000}{2,74 \cdot 10^{-3}} = 30,40 \cdot 10^{-2} \text{ мм/год.}$$

#### Разбалловка

Расчет $\alpha$ и вывод о защитных свойствах пленки для MgO и NiO	2x2 б. = 4 б.
Расчет скорости коррозии магния и никеля	2x3 б. = 6 б.
ИТОГО	10 б.