

**Решение заданий Всероссийской олимпиады школьников по химии
(муниципальный этап)**

10 класс

2024-2025 учебный год

Задача 10-1. При взаимодействии гидрата нитрата бария с раствором серной кислоты образовался раствор азотной кислоты, на титрование 3,250 г которого было израсходовано 6,2 мл 1 моль/л NaOH. Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

Решение и система оценивания:

№п/п	Этапы решения	Кол-во баллов
1	Находим массовую долю HNO_3 в образовавшемся растворе по данным кислотно-основного титрования. В начале вычислим массу прореагировавшей HNO_3 ; $n(\text{NaOH}) = 6,2 \text{ мл} \times 1 \text{ моль/л} = 6,2 \times 10^{-3} \text{ моль}$. По реакции нейтрализации $n(\text{HNO}_3) = n(\text{NaOH}) = 6,2 \times 10^{-3} \text{ моль}$. $m(\text{HNO}_3) = n \times M(\text{HNO}_3) = 6,2 \times 10^{-3} \text{ моль} \times 63,0 \text{ г/моль} = 0,3906 \text{ г}$. Массовая доля азотной кислоты: $\omega(\text{HNO}_3) = m(\text{HNO}_3) / m_1 = 0,3906 \text{ г} / 3,25 \text{ г} = 0,1202$.	5
2	Предположим, в реакцию с серной кислотой вступил 1 моль $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Тогда согласно реакции $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{HNO}_3 + \text{BaSO}_4$ если прореагировал 1 моль H_2SO_4 , то образовалось 2 моль HNO_3 .	4
3	Обозначим массу воды в растворе H_2SO_4 , через x . Тогда масса раствора $m_2 = m_M(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}) + m_M(\text{H}_2\text{SO}_4) + x - m_M(\text{BaSO}_4) =$ $= 289,3 + 98,06 x - 233,4 = (x + 154) \text{ г}$.	6
4	Находим массу воды через массовую долю азотной кислоты $m(\text{HNO}_3) = 2 \times 63,0 = 126,0 \text{ г}$. $m(\text{HNO}_3) / m_2 = 126 / (x + 154) = \omega(\text{HNO}_3) = 0,12$, $x = 896 \text{ г}$.	5
5	Массовая доля серной кислоты в исходном растворе. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_M(\text{H}_2\text{SO}_4) / (x + m_M(\text{H}_2\text{SO}_4)) = 98 / (896 + 98) =$ $0,0986$ или $9,86 \%$.	5
Итого: 20 баллов		

Задача 10-2. Приведите десять существенно различающихся уравнений реакций с указанием класса веществ, в результате которых образуется NiCl_2 .

Решение и система оценивания:

№п/п	Этапы решения		Кол-во баллов
1	Металл + неметалл	$\text{Ni} + \text{Cl}_2 =$	2
2	Металл + кислота	$\text{Ni} + \text{HCl} =$	2
3	Оксид + кислота	$\text{NiO} + \text{HCl} =$	2
4	Гидроксид + HCl	$\text{Ni(OH)}_2 + \text{HCl} =$	2
5	Соль + металл	$\text{Ni} + \text{HgCl}_2 =$	2
6	Соль + неметалл	$\text{NiBr}_2 + \text{Cl}_2 =$	2
7	Соль + кислота	$\text{NiCO}_3 + \text{HCl} =$	2
8	Соль + соль	$\text{NiSO}_4 + \text{BaCl}_2 =$	2
9	Основная соль + кислота	$\text{Ni(OH)Cl} + \text{HCl} =$	2
10	Восстановление Ni(III)	$\text{Ni}_2\text{O}_3 + \text{HCl} =$	2
Итого: 20 баллов			

Задача 10-3. При сгорании 4,48 л (н.у.) газообразного органического вещества получили 35,2 г углекислого газа и 10,8 мл воды. Плотность этого вещества составляет 2,41 г/л (н.у.). Известно также, что это вещество не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, а при реакции его с избытком бромной воды происходит присоединение атомов брома только ко вторичным атомам углерода.

1. Произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества.
2. Запишите молекулярную формулу органического вещества.
3. Составьте структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле.
4. Напишите уравнение реакции этого вещества с избытком бромной воды.

Решение и система оценивания:

№ п/п	Этапы решения	Кол-во баллов
1	Общая формула вещества – $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ Найдены количества вещества углекислого газа, воды и органического вещества: $n(\text{CO}_2) = \frac{35,2\text{г}}{44\text{г/моль}} = 0,8\text{моль}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10,8\text{г}}{18\text{г/моль}} = 0,6\text{моль}$ $M(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 2,41\text{г/л} \cdot 22,4\text{л/моль} = 54\text{ г/моль}$	8

	$n(C_xH_yO_z) = \frac{4,48\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,2\text{моль}$	
2	Определена молекулярная масса вещества: $n(C) = n(CO_2) = 0,8\text{ моль}$ $n(H) = 2n(H_2O) = 1,2\text{ моль}$ $x = \frac{n(C)}{n(C_xH_yO_z)} = \frac{0,8\text{моль}}{0,2\text{моль}} = 4$ $y = \frac{n(H)}{n(C_xH_yO_z)} = \frac{1,2\text{моль}}{0,2\text{моль}} = 6$ $4 \cdot 12 + 6 + z \cdot 16 = 54$ $z = 0$ Молекулярная формула вещества – C_4H_6	6
3	Составлена структурная формула вещества $H_3C-C \equiv C-CH_3$	2
4	Составлено уравнение реакции этого вещества с избытком бромной воды $H_3C-C \equiv C-CH_3 + 2 Br_2 \longrightarrow \begin{array}{c} Br \quad Br \\ \quad \\ H_3C-C-C-CH_3 \\ \quad \\ Br \quad Br \end{array}$	4
Итого: 20 баллов		

Задача 10-4. Напишите уравнения реакции, условия их протекания, чтобы получить этан из минералов арагонита, кальцита, фатерита, угля и воды. Напишите три уравнения реакций, одну из них с выделением газа, которые являются качественными реакциями на промежуточное органическое вещество.

Решение и система оценивания:

№п/п	Этапы решения	Кол-во баллов
1	Все три минерала имеют одинаковую химическую формулу $CaCO_3$.	2
2	Получение CaO при прокаливании минералов: $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$	2
3	Получение карбида кальция – сплавление в электропечи с углем: $CaO + 3C = CaC_2 + CO$	3
4	Получение ацетилена $CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2$	2
5	Получение водорода из воды электролизом: $2H_2O = 2H_2 + O_2$	3
6	Получение этана гидрированием ацетилена в присутствии катализатора никеля (платины) и высокой температуры: $C_2H_2 + 2H_2 = C_2H_6$	3

7	Качественная реакция на ацетилен с выделением газа: $5\text{C}_2\text{H}_4 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10\text{CO}_2 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{MnSO}_4 + 28\text{H}_2\text{O}$	3
8	Качественные реакции на ацетилен без выделения газа: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$ $3\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{KOH} + 2\text{MnO}_2\downarrow + 3\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}_2(\text{OH})$	2
Итого: 20 баллов		

Задача 10-5. (мысленный эксперимент) Предложите один из способов получения этана из известняка, угля и воды. Напишите уравнения реакции, условия их протекания.

Решение и система оценивания:

№ п/п	Этапы решения	Кол-во баллов
1	Получение CaO при прокаливании известняка: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	4
2	Получение карбида кальция – сплавление в электропечи с углем: $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$	4
3	Получение ацетилена $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$	4
4	Получение водорода из воды электролизом: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$	4
5	Получение этана гидрированием ацетилена в присутствии катализатора никеля (платины) и высокой температуры: $\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_6$	4
Итого: 20 баллов		