

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
по химии
2025 -2026 учебный год
9 класс
Максимальный балл – 100 баллов

Задание 9-1

В предложенных схемах химических реакций в составе реагентов и продуктов есть элементы II периода Периодической системы Д.И. Менделеева, зашифрованные буквами **А – Е**. В каждой реакции по одному элементу.

- 1) $\text{H}_2 + \text{A}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{A}$
- 2) $\text{BH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BH}_3 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{В} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ВОН} + \text{H}_2$
- 4) $\text{ГО}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{ГО}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{Д} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HD} + \text{O}_2$
- 6) $\text{Е} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Е}_2\text{O}_3$

Вопросы

- 1) Напишите символы и названия зашифрованных элементов.
- 2) Напишите предложенные уравнения реакции, вставив вместо букв химический знак элемента (расставьте коэффициенты).
- 3) Дайте названия продуктам реакций, содержащих данные элементы.
- 4) Рассчитайте массовые доли элементов **Б** и **Г** в продуктах реакции.

Критерии оценивания

Содержание ответа	Баллы
1. Приведены названия и символы элементов А – кислород (O) Б – азот (N) В – литий (Li) Г – углерод (C) Д – фтор (F) Е – алюминий (Al)	6 баллов
2. Составлены уравнения реакций $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NH}_3 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{LiOH} + \text{H}_2$ $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$ $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$	6 баллов
3. Даны названия продуктов реакций H_2O – вода NH_3 – аммиак LiOH – гидроксид лития Na_2CO_3 – карбонат натрия HF – фтороводород Al_2O_3 – оксид алюминия	6 баллов
Вычислены массовые доли элементов Б и Г в продуктах реакции: $\omega(\text{N}) = 14/17 = 0,8235$, или 82,35% $\omega(\text{C}) = 12/106 = 0,1132$, или 11,32%	2 балла

Задание 9-3

После падения метеорита ученые нашли металлический сплав серебристого цвета. Сплав взвесили, его масса оказалась равна 61,6 г. С целью определения состава сплава был проведен ряд экспериментов.

1. Сплав обработали гидроксидом калия. Масса сплава уменьшилась на 28 г, и в результате реакции выделилось 13,44 л (н.у.) газа.

2. Затем остаток сплава обработали соляной кислотой, выделилось 11,2 л (н.у.) газа. Остаток высушили, взвесили, масса стала 21,6 г.

3. Данный остаток полностью растворился в концентрированной азотной кислоте, при этом выделился бурый газ объемом 4,48 л (н.у.).

Дальнейшие исследования показали, что сплав состоял из трех металлов.

Вопросы

1. Какие металлы входили в состав сплава? Доказать необходимыми расчетами.

2. Определить массовую долю каждого металла в сплаве.

3. Написать уравнения реакций, о которых идет речь в задаче.

Критерии оценивания

Содержание ответа	Балл
1. Предполагаем, что в первом и втором эксперименте выделившийся газ – водород В соответствии с электронным балансом $2\text{H}^+ + 2\tilde{\text{e}} \rightarrow \text{H}_2^0$ $\text{M} - x\tilde{\text{e}} \rightarrow \text{M}^{+x}$ количество моль водорода относится к количеству металла, как $x:2$ $n(\text{H}_2)/n(\text{M}) = x/2$, следовательно, $n(\text{M}) = 2n(\text{H}_2)/x$ Тогда молярную массу металла можно выразить: $M(\text{M}) = m(\text{M}) \cdot x / 2n(\text{H}_2)$ Так как в первом эксперименте $n(\text{H}_2) = 13,44/22,4 = 0,6$ моль, то $M(\text{M}_1) = 28x/1,2$ При $x=3$, $M(\text{M}) = 70$ г/моль Первый металл - Ga	6 баллов
2. Аналогично определяем второй металл Во втором эксперименте $n(\text{H}_2) = 11,2/22,4 = 0,5$ моль $M(\text{M}_2) = 12x/1,0$ При $x=2$, $M(\text{M}_2) = 24$ г/моль Второй металл - Mg	2 балла
3. Газ, который выделился при обработке остатка концентрированной азотной кислотой – NO_2 $\text{M} - x\tilde{\text{e}} \rightarrow \text{M}^{+x}$ $\text{N}^{+5} + \tilde{\text{e}} \rightarrow \text{N}^{+4}$ $n(\text{NO}_2)/n(\text{M}) = x/1$, следовательно, $n(\text{M}) = n(\text{NO}_2)/x$ $n(\text{NO}_2) = 4,48/22,4 = 0,2$ моль $M(\text{M}_3) = 21,6x/0,2$ При $x = 1$, $M(\text{M}_3) = 108$ г/моль Третий металл - Ag	3 балла
4. Определены массовые доли металлов $w(\text{Ga}) = 28/61,6 = 0,455$ (45,5%)	3 балла

$w(\text{Mg}) = 12/61,6 = 0,195 \text{ (19,5\%)}$ $w(\text{Ag}) = 100 - 45,5 - 19,5 = 35\%$	
5. Приведены уравнения реакций $2\text{Ga} + 2\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}[\text{Ga}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2\uparrow \text{ (1)}$ $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\uparrow \text{ (2)}$ $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O} \text{ (3)}$	6 баллов
ИТОГО	20 баллов

Внимание! Задача может быть решена разными способами. Не следует снижать оценку, если задача решена оригинальным способом.

Задание 9-4

На твердое вещество **А**, содержащее калий (24,7%), кислород (40,5%) и еще один элемент из 4 периода, действовали раствором концентрированной соляной кислоты, наблюдая при этом выделение газа **Б** (реакция 1). Газ **Б** пропустили через горячий крепкий раствор K_2CO_3 (реакция 2). В ходе реакции из раствора выделялся газ. При охлаждении реакционной смеси из нее выделились кристаллы вещества **В**, которые затем отфильтровали, высушили на воздухе и нагрели с красным фосфором (реакция 3). Продукт реакции **Г** растворили в воде и получили раствор вещества **Д**, имеющий кислую среду (реакция 4). При взаимодействии газа **Б** с горячим раствором гидроксида калия также образуется соединение **В**.

Вопросы

1. Определить соединения **А – Д**.
2. Состав соединения **А** доказать расчетами.
3. Написать все реакции, описанные в условии задачи.
4. Привести уравнения реакций взаимодействия газа **Б** с холодным и горячим раствором щелочи (реакции 5,6)

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Балл
1. Определены все соединения А – KMnO_4 Б – Cl_2 В – KClO_3 Г – P_2O_5 Д – H_3PO_4	5 баллов
2. Доказан состав соединения А (KMnO_4) $M(\text{KMnO}_4) = 39 + 55 + 16 \cdot 4 = 158 \text{ г/моль}$ $w(\text{K}) = 39/158 = 0,247$ $w(\text{O}) = 64/158 = 0,405$	3 балла
3. Приведены уравнения реакций $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightarrow 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O} \text{ (1)}$ $3\text{Cl}_2 + 3\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{KClO}_3 + 5\text{KCl} + 3\text{CO}_2 \text{ (2)}$ $5\text{KClO}_3 + 6\text{P} \rightarrow 3\text{P}_2\text{O}_5 + 5\text{KCl} \text{ (3)}$ $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ (4)}$	8 баллов
4. Приведены уравнения реакций газа Б с холодным и горячим раствором щелочи $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} = \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O} \text{ (5)}$ $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \text{ (6)}$	4 балла
ИТОГО	20 баллов

Задание 9-5 (мысленный эксперимент)

Вы – начинающий химик, который случайно попал в заброшенную лабораторию. На полках вы обнаружили пять пронумерованных склянок без этикеток. Предположительно, в склянках находятся (в случайном порядке) растворы следующих веществ:

1. Соляная кислота
2. Гидроксид натрия
3. Хлорид бария
4. Сульфат меди

В вашем распоряжении имеются:

- мел
- алюминиевая проволока
- спиртовка

Вопросы

1. Написать химические формулы веществ
2. Определить, какое вещество находится в каждой склянке и описать план проведения экспериментов для идентификации каждого вещества. В плане четко укажите, какие реактивы будете использовать для каждой склянки и какие наблюдаемые признаки ожидаете в случае положительной реакции. Оформите таблицу

	Соляная кислота	Гидроксид натрия	Хлорид бария	Сульфат меди
Мел				
Алюминиевая проволока				

3. Напишите уравнения реакций, в том числе, которые могут протекать между определяемыми веществами

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа					Балл
1. Определены формулы веществ Мел – CaCO_3 Соляная кислота - HCl Гидроксид натрия - NaOH Хлорид бария - BaCl_2 Сульфат меди - CuSO_4					5 баллов
2. Приведен план эксперимента					9 баллов (4 балла за таблицу, 5 баллов за объяснение)
	HCl	NaOH	BaCl_2	CuSO_4	
CaCO_3	↑	-	-	-	
Al	↑	↑	-	↓ (медь оседает на проволоке)	
- сульфат меди определяем по голубому цвету раствора; - соляная кислота реагирует и с мелом и алюминием с выделением газа; - гидроксид натрия реагирует с алюминием с выделением газа; - с хлоридом бария реакций нет - алюминий реагирует с сульфатом меди					

3. Приведены уравнения реакций $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O} \text{ (1)}$ $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow \text{ (2)}$ $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2\uparrow \text{ (3)}$ $2\text{Al} + 3\text{CuSO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Cu}\downarrow \text{ (4)}$ $\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{CuCl}_2 + \text{BaSO}_4\downarrow \text{ (5)}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	6 баллов
ИТОГО	20 баллов