

**Областной этап олимпиады школьников  
по химии  
2021 -2022 учебный год  
8 класс  
Максимальный балл - 66**

**Задание 8.1 (максимум 10 баллов)**

Вам предложены задания с выбором ответа (в каждом задании только один правильный ответ). Выберите верный ответ и внесите в таблицу

1. Наименьший радиус имеет атом  
1) S                      2) Cl                      3) Al                      4) P
2. Одинаковое число электронов во внешнем электронном слое имеют атомы  
1) S и Cr  
2) Si и S  
3) Se и Te  
4) Cl и N
3. В каком ряду химических элементов усиливаются металлические свойства соответствующих им простых веществ?  
1) барий → стронций → кальций  
2) хром → марганец → железо  
3) рубидий → цезий → франций  
4) рубидий → калий → натрий
4. Наибольшую степень окисления хлор имеет в соединении  
1)  $\text{HClO}_3$               2)  $\text{NaClO}_4$               3)  $\text{NaClO}$               4)  $\text{NaClO}_2$
5. Какой из оксидов на практике можно восстановить водородом?  
1)  $\text{Na}_2\text{O}$               2)  $\text{BaO}$               3)  $\text{SO}_3$               4)  $\text{CuO}$
6. Сумма коэффициентов в уравнении реакции, схема которой  
 $\text{PCl}_5 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{K}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , равна  
1) 19                      2) 18                      3) 17                      4) 15
7. В какой цвет окрасится индикатор лакмус в растворе, полученном при взаимодействии 8 г  $\text{HCl}$  и 5 г  $\text{NaOH}$ ?  
1) синий  
2) красный  
3) фиолетовый  
4) бесцветный
8. Оксид углерода (IV) может взаимодействовать с  
1) оксид серы (VI)  
2) азотная кислота  
3) оксид углерода (II)  
4) гидроксид лития
9. Выберите химический процесс, который при стандартных условиях на воздухе

не сопровождается выделением тепла и света.

- 1)  $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$
- 2)  $4P + 5Cl_2 = 4PCl_5$
- 3)  $2K + 2H_2O = 2KOH + H_2$
- 4)  $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$

- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

**10.** Масса осадка, образовавшегося при взаимодействии избытка раствора нитрата бария со 100 г 17,75%-ного раствора сульфата натрия, равна

- 1) 58,25 г                      2) 29,125 г                      3) 14,56 г                      4) 7,28 г

### Задание 8.1 (максимум 10 баллов)

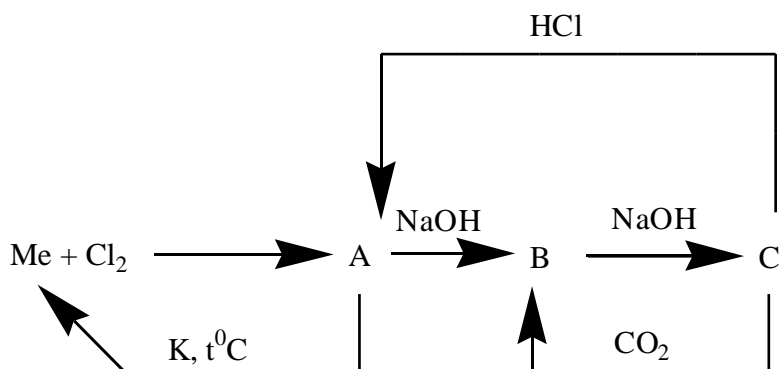
Распределение баллов: за каждый правильный ответ ставится по одному баллу.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	3	3	2	4	1	2	4	4	2

### Задание 8.2. (максимум – 13 баллов)

Известно, что металл Ме в 19 веке считался драгоценным, а сегодня имеет широкое распространение в технике. Ранее этот металл использовался для производства кухонной посуды. Однако в настоящее время кухонная посуда из этого металла не рекомендуется к использованию. Это связано с тем, что катионы этого металла, которые образуются при контакте с пищей, негативно влияют на нервную систему человека (ухудшение памяти) и другие системы организма. Перед Вами схема превращений с участием соединений данного металла. Соединение А содержит 20,22% металла Ме, соединение С содержит 22,88% металла Ме. Получение из А металла Ме проводится при высокой температуре в расплавах.

1. С помощью расчетов определите металл Ме и соединения А, В и С. Дайте названия соединениям.
2. Напишите уравнения всех реакций, приведенных на схеме.



### Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Балл
1. Соединение А – $MeCl_x$ , если $w(Me) = 0,2022$ , следовательно $w(Cl) = 0,7978$ $M(MeCl_x) = 35,5 \cdot x / 0,7978 = 44,5x$	3 балла Если формула вещества А приведена

Подставляем 1, 2, 3 вместо X и определяем, что условию задачи удовлетворяет значение $x=3$ $M(\text{MeCl}_3) = 44,5 \cdot 3 = 133,5$ $M(\text{Me}) = 27 \text{ г/моль}$ , Me – алюминий A – $\text{AlCl}_3$	без вычислений – <b>1 балл</b>
2. Определены вещества В и С и приведены подтверждающие расчеты В – $\text{Al}(\text{OH})_3$ – гидроксид алюминия С – $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ – тетрагидроксоалюминат натрия, где $w(\text{Al}) = 27/118 = 0,2288$ (22,88%), что совпадает с условием задачи	Определение веществ – 2 балла Расчет – 1 балл Названия веществ – 1 балл
Приведены уравнения реакций (1) $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AlCl}_3$ (2) $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$ (3) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ (4) $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 4\text{HCl} = \text{NaCl} + \text{AlCl}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ (5) $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{CO}_2 = \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaHCO}_3$ (6) $\text{AlCl}_3 + 3\text{K} = 3\text{KCl} + \text{Al}$ <span style="display: block; text-align: center;">сплавление</span>	6 баллов По 1 баллу за каждое уравнение
<b>ИТОГО</b>	<b>13 баллов</b>

### Задание 8.3. (максимум – 13 баллов)

Олеум – это раствор серного ангидрида  $\text{SO}_3$  в 100%-й серной кислоте. Олеум представляет собой вязкую маслянистую бесцветную жидкость или легкоплавкие кристаллы. При разбавлении олеума водой получают растворы серной кислоты необходимой концентрации.

1. Рассчитать процентный состав олеума, в котором количество атомов серы относится к количеству атомов кислорода, как 3/11.
2. Сколько воды нужно добавить к 200 г данного олеума, чтобы получить 96% раствор серной кислоты.

#### Критерии оценивания

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Определено отношение количества серного ангидрида к количеству серной кислоты Пусть $n(\text{SO}_3) = x$ , $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = y$ , следовательно, $n(\text{S}) = x + y$ , $n(\text{O}) = 3x + 4y$ $(x+y)/(3x + 4y) = 3/11$ Решая данное уравнение, получаем $y = 2x$	4 балла
2	Рассчитана массовая доля серного ангидрида $M(\text{SO}_3) = 80 \text{ г/моль}$ , следовательно, $m(\text{SO}_3) = 80x$ $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$ , следовательно, $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98y = 196x$ $m_{\text{олеума}} = 196x + 80x = 276x$ $\omega(\text{SO}_3) = 80x/276x = 0,29$ (29%)	2 балла
3	В 200 г олеума $m(\text{SO}_3) = 58 \text{ г}$ , $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г}$	1 балл
4	Написано уравнение реакции и проведены расчеты $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) = 58/80 = 0,725 \text{ моль}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{по ур-ю}} = 0,725 \cdot 98 = 71,05 \text{ г}$	3 балла

	$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{по ур-ю}} = 0,725 \cdot 18 = 13,05 \text{ г}$	
5	Рассчитана масса воды в полученном 96% растворе $\text{H}_2\text{SO}_4$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{общая}} = 142 + 71,05 = 213,05 \text{ г}$ $m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 213,05/0,96 = 221,93 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{O})_{\text{из р-ра}} = 221,93 - 213,05 = 8,88 \text{ г}$	2 балла
6	Рассчитана общая масса воды, необходимая для добавления к олеуму $m(\text{H}_2\text{O})_{\text{общая}} = m(\text{H}_2\text{O})_{\text{по ур-ю}} + m(\text{H}_2\text{O})_{\text{из р-ра}} = 13,05 + 8,88 = 21,93 \text{ г}$	1 балл
	<b>ИТОГО</b>	<b>13 баллов</b>

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

#### Задание 8.4. (максимум 11 баллов)

При прокаливании порции смеси карбонатов магния и кальция масса выделившегося газа равна массе твёрдого остатка. Рассчитайте состав исходной смеси (в %).

#### Критерии оценивания

1-ый способ решения.

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Записаны уравнения реакций и рассчитаны молярные массы: $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$ (1) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ (2) $M(\text{MgCO}_3) = 84 \text{ г/моль}$ ; $M(\text{MgO}) = 40 \text{ г/моль}$ ; $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$ ; $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$ ; $M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль}$	2 балла
2	Пусть $n(\text{MgO}) = x$ моль, а $n(\text{CaO}) = y$ моль,. Тогда $n(\text{CO}_2)_{\text{ур.(1)}} = x$ моль, $n(\text{CO}_2)_{\text{ур.(2)}} = y$ моль,	1 балл
3	Рассчитаны масса твёрдого остатка и масса $\text{CO}_2$ (по ур. 1 и 2) $m(\text{твёрд остатка}) = (m(\text{MgO}) + m(\text{CaO})) = (40x + 56y)$ $m(\text{CO}_2 \text{ по ур. 1 и 2}) = 44(x + y)$	1 балл
4	Рассчитано количественное соотношение массы твёрдого остатка и массы $\text{CO}_2$ : $(40x + 56y) = 44(x + y)$ Решая уравнения, получаем, $x : y = 3 : 1$	2 балла
5	Рассчитаны массы компонентов исходной смеси солей: $m(\text{MgCO}_3) = 84 \cdot 3 = 252 \text{ г}$ $m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 1 = 100 \text{ г}$	2 балла
6	Рассчитана масса исходной смеси солей: $m(\text{исходной смеси}) = 252 + 100 = 352 \text{ г}$	1 балл
7	Рассчитан состав исходной смеси: $\omega(\text{MgCO}_3) = 252/352 = 0,7159$ , или 71,59%. $\omega(\text{CaCO}_3) = 100/352 = 0,2841$ , или 28,41%	2 балла
	<b>Итого</b>	<b>11 баллов</b>

2-ой способ решения

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Записаны уравнения реакций и рассчитаны молярные массы: $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$ (1) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ (2) $M(\text{MgCO}_3) = 84 \text{ г/моль}$ ; $M(\text{MgO}) = 40 \text{ г/моль}$ ;	2 балла

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
	$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}; M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}; M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль}$	
2	Пусть общее $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ моль}$ , тогда $n(\text{CO}_2 \text{ по ур.1}) = x \text{ моль}$ , $n(\text{CO}_2 \text{ по ур.2}) = (1 - x) \text{ моль}$ ,	1 балла
3	Согласно уравнению реакции 1 $n(\text{MgO}) = n(\text{CO}_2 \text{ по ур.1}) = x \text{ моль}$ Согласно уравнению реакции 2 $n(\text{CaO}) = n(\text{CO}_2 \text{ по ур.2}) = (1 - x) \text{ моль}$	1 балла
4	Т.к. масса твёрдого остатка и масса $\text{CO}_2$ равны, а общее $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ моль}$ , то $m(\text{твёрд остатка}) = m(\text{CO}_2) = 1 \cdot 44 = 44 \text{ г}$ Составляем уравнение $m(\text{твёрд остатка}) = m(\text{MgO}) + m(\text{CaO})$ $44 = 40x + 56(1 - x)$ $x = 0,75 \text{ (моль)}$	2 балла
5	Рассчитаны массы компонентов исходной смеси солей: $n(\text{MgO}) = n(\text{MgCO}_3) = 0,75 \text{ моль}$ $m(\text{MgCO}_3) = 84 \cdot 0,75 = 63 \text{ г}$ $n(\text{CaO}) = n(\text{CaCO}_3) = 1 - 0,75 = 0,25 \text{ моль}$ $m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 0,25 = 25 \text{ г}$	2 балла
6	Рассчитана масса исходной смеси солей: $m(\text{исходной смеси}) = 63 + 25 = 88 \text{ г.}$	1 балл
7	Рассчитаны массовые доли веществ в исходной смеси: $\omega(\text{MgCO}_3) = 63/88 = 0,7159$ , или 71,59%. $\omega(\text{CaCO}_3) = 25/88 = 0,2841$ , или 28,41%	2 балла
	ИТОГО	11 баллов

#### Задание 8.5. (максимум 8 баллов)

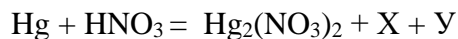
В полном ведре помещается  $4,0 \cdot 10^{26}$  молекул воды. В таком же ведре помещается  $4,9 \cdot 10^{26}$  атомов ртути.

1. Какое количество вещества воды помещается в этом ведре?
2. Какая масса воды помещается в ведре?
3. Какой объем ведра?

Чему равна масса ртути, которая помещается в ведре? Считать,  $M(\text{Hg}) = 200,5 \text{ г / моль}$

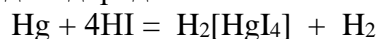
4. Чему равна плотность ртути?

5. Известно, что ртуть реагирует с холодным раствором азотной кислоты по схеме (без коэффициентов):



Закончите уравнение реакции и расставьте коэффициенты, если известно, что «X» - это газ (сложное вещество) с молярной массой меньше молярной массы углекислого газа примерно в 1,467 раз.

6. Ртуть относится к малоактивным металлам, но всё-таки вытесняет водород из концентрированного раствора иодоводородной кислоты. Схема процесса:



Вычислить максимальный объем (при н.у.) водорода, который можно получить при взаимодействии 40,1 грамм ртути с достаточным количеством иодоводородной кислоты, если выход реакции составляет 75%.

#### Критерии оценивания

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Рассчитаны количество моль и масса воды в ведре $n(\text{H}_2\text{O}) = (4,0 \cdot 10^{26}) / (6,0 \cdot 10^{23}) = 6,7 \cdot 10^2$ моль $m(\text{H}_2\text{O}) = 670 \cdot 18 = 12060$ г = 12,06 кг.	1 балл
2	Определен объем ведра Так как плотность воды $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1$ кг/л, следовательно, $V_{\text{ведра}} = 12$ л = $12 \cdot 10^3$ мл	1 балл
3	Рассчитаны количество моль и масса ртути в ведре $n(\text{Hg}) = (4,9 \cdot 10^{26}) / (6,0 \cdot 10^{23}) = 8,2 \cdot 10^2$ моль $m(\text{Hg}) = 820 \cdot 200,5 = 164410$ г	1 балл
4	Определена плотность ртути $\rho(\text{Hg}) = 164410 / 12 \cdot 10^3 = 13,7$ г/см <sup>3</sup>	1 балл
5	Представлено уравнение реакции взаимодействия ртути с раствором азотной кислоты $6\text{Hg} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$	1 балл
6	Проведены расчеты по уравнению реакции взаимодействия ртути с йодоводородной кислотой $n(\text{Hg}) = 40,1 / 200,5 = 0,2$ моль, следовательно $n(\text{H}_2) = 0,2$ моль, $V(\text{H}_2)_{\text{теор}} = 4,48$ л, $V(\text{H}_2)_{\text{пр.}} = 4,48 \cdot 0,75 = 3,36$ л	3 балла
	<b>ИТОГО</b>	<b>8 баллов</b>

#### Задание 8.6. (мысленный эксперимент) (максимум 11 баллов)

Перед Вами сплав, в состав которого входят медь, железо и цинк. Необходимо провести реакции, которые позволят выделить все металлы в чистом виде. Набор необходимых реактивов неограничен.

Записать уравнения необходимых реакций. Дать обоснование.

#### Критерии оценивания

##### 1-ый вариант решения

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Растворяем сплав в щелочи, растворится только цинк, остаются в твердом состоянии железо и медь $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\uparrow$ Действуем на раствор тетрагидроксоцинката натрия соляной кислотой $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 4\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{ZnCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ Выделяем цинк в чистом виде $3\text{ZnCl}_2 + 2\text{Al} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Zn}\downarrow$	Обоснован ход эксперимент а – 6 баллов  Приведены уравнения реакций – 5 балла
2	Твердый остаток растворяем в соляной кислоте, железо растворяется, медь остается $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ Выделяем железо $3\text{FeCl}_2 + 2\text{Al} = 2\text{AlCl}_3 + 2\text{Fe}\downarrow$	
	<b>ИТОГО</b>	<b>11 баллов</b>

##### 2-ой вариант решения

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
----------	-------------------	-------

1	<p>Растворяем сплав в соляной кислоте, растворится цинк и железо, медь останется</p> $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$	Обоснован ход эксперимент а – 7 баллов
2	<p>Выделяем железо в чистом виде</p> $\text{FeCl}_2 + \text{Zn} = \text{ZnCl}_2 + \text{Fe}\downarrow$ <p>Выделяем цинк в чистом виде</p> $3\text{ZnCl}_2 + 2\text{Al} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Zn}\downarrow$	Приведены уравнения реакций – 4 балла
ИТОГО		<b>11 баллов</b>