

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2025–2026 учебный год
9 класс**

ЗАДАНИЯ

Инструкция по выполнению заданий

Продолжительность 180 минут. При выполнении заданий можно использовать периодическую систему Д.И. Менделеева, таблицу растворимости кислот, оснований и солей в воде, ряд напряжений металлов, калькулятор.

Желаем удачи

**Задача 1. Строение атома. Протоны. Нейтроны. Электроны.
Электронные конфигурации (6 баллов)**

Приведите электронную конфигурацию иона X^{2-} , в котором общее число протонов, нейтронов и электронов равно 50, при этом число нейтронов на 2 меньше числа электронов, а число электронов на 2 больше числа протонов. Запишите электронную конфигурацию иона.

Система оценивания:

№	Элементы решения	Баллы
1	Составление уравнения: $N_p + N_n + N_e = 50$,	1 балл
2	По условию задачи $N_n = N_e - 2$. для иона $N_e = N_p + 2$.	1 балл
3	Выразим N_n и N_p через число электронов и подставим в первое уравнение. Получим $N_e = 18$, тогда $N_p = 16$, значит, элемент X – это сера (изотоп ^{32}S).	2 балла
4	Электронная конфигурация иона S^{2-} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	2 балла

Итого: 6 баллов

Задание 2. Соли. Разложение солей (15 баллов).

Медный купорос и малахит имели большое значение в истории человечества от древних цивилизаций до современности. Эти вещества использовались в разных сферах деятельности человека. Медный купорос и малахит легко разлагаются при прокаливании. Прокалили 18,88 г смеси медного купороса и малахита. Газообразные продукты прокаливании пропустили через 100 мл воды. Концентрация полученного раствора равна 3,65 %. Вычислить процентный состав исходной смеси.

Система оценивания:

№	Элементы решения	Баллы
---	------------------	-------

1	При прокаливании смеси происходят реакции: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = \text{CuO} + \text{SO}_3 \uparrow + 5\text{H}_2\text{O} \uparrow \quad (1),$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow \quad (2).$ В результате пропускания газообразных продуктов через воду происходит конденсация паров воды и растворение оксида серы (VI): $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 \quad (3).$	0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла
2	Образовавшаяся при этом серная кислота препятствует растворению оксида углерода (IV). Конечный раствор представляет собой раствор серной кислоты – смотри уравнение 3.	0,5 балла
3	Обозначим, соответственно, через x - массу медного купороса и через y – массу малахита. Тогда масса смеси: $x + y = 18,88$	1 балла
4	Молярная масса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - 250 г/моль, молярная масса SO_3 - 80 г/моль, масса 5 моль H_2O в 1 моль медного купороса равна 90 г. При разложении x г медного купороса согласно уравнению реакции (1) в реакцию вступает $n(\text{медного купороса}) = x/250 = 0,004x$ моль. Тогда $n(\text{SO}_3) = n(\text{медного купороса}) = 0,004x$ моль. Следовательно, масса оксида серы(VI) = $0,004x \cdot 80 = 0,32x$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 5n(\text{медного купороса}) = 0,004x \cdot 5 = 0,02x$ моль по уравнению 1 Следовательно, масса воды равна $0,36x$ грамм.	2 балла
5	При разложении y г малахита согласно уравнению реакции (2) участвует $n(\text{малахита}) = y/222 = 0,0045y$ моль. По уравнению 2 $n(\text{воды}) = n(\text{малахита}) = 0,0045y$ моль Значит $m(\text{воды}) = 0,0045y \cdot 18 = 0,081y$ грамм	2 балла
6	Масса конечного раствора состоит из массы 100 мл воды, массы SO_3 и массы воды (по реакциям 1 и 2) $(100 + 0,32x + 0,36x + 0,08y) = (100 + 0,68x + 0,08y) \text{ г.}$	2 балла
7	Согласно уравнения реакции (3) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) = 0,004x$ моль, следовательно, масса серной кислоты равна $0,392x$ г	2 балла
8	в $(100 + 0,68x + 0,08y)$ г р-ра ----- $0,392x$ г H_2SO_4 в 100 г р-ра ----- $3,65$ г H_2SO_4 Составим систему из двух уравнений: $x + y = 18,88$	3 балла

	$365 + 0,296y = 36,72x$ При решении системы уравнений получается, что $x = 10,01 \text{ г}$ $y = 8,87 \text{ г}$	
10	В смеси содержалось 53,02% медного купороса и 46,98 % малахита.	1 балл
11	Возможно, иные решения данной задачи. Например, не учитывается вода, полученная в результате реакций разложения медного купороса и малахита, соответственно ответ в данном решении будет иным. Максимальный балл не изменяется.	

Итого: 15 баллов

Задача 3. Химия в решении экологических проблем (16 баллов)

Французский ученый Жан-Батист Жозеф Фурье в 1824 году, впервые описал парниковый эффект как естественное явление, которое имеет большое значение для нашей планеты и человечества. О парниковом эффекте обычно говорят в связи с изменением климата. Ученые пришли к выводу, что средняя температура на Земле выросла на $1,1^{\circ}\text{C}$ с конца XIX века. Сложился научный консенсус, что в резком росте парниковых газов в атмосфере виновата хозяйственная и промышленная деятельность человека. Один из газов, наличие которого в атмосфере приводит к «парниковому эффекту», способен реагировать с хлором и с кислородом. При реакции с избытком кислорода из 1 л исходного газа получается 1 л другого парникового газа (объем измерен при тех же условиях). 1 л исходного газа может прореагировать с 4 л хлора, при этом образуется жидкость тяжелее воды и 4 л газа, очень хорошо растворимого в воде.

Вычислите массу воды, которая получается при реакции 4 л исходного газа (н.у.) с избытком кислорода. Ответ округлите до сотых.

- Напишите уравнения реакций, указанных в условии задачи.
- Сформулируйте закон объёмных отношений газов и приведите рассуждения на его основе.
- Что значит парниковый эффект с позиции французского ученого Ж. Фурье?
- Какие газы можно отнести к парниковым? Назовите известные Вам парниковые газы (не более 4).
- Действительно ли парниковый эффект вреден для человечества?
- Предложите химико-технологические пути по уменьшению парникового эффекта?

Система оценивания:

№	Элементы решения	Баллы
1.	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Рассуждения: при реакции 1 л исходного газа с избытком кислорода получается 1 л CO_2	2 балла

2	$\text{CH}_4 + 4 \text{Cl}_2 = \text{CCl}_4 + 4 \text{HCl}$ Рассуждения: 1 л исходного газа прореагировал с 4 л Cl_2 , при этом образуется жидкость тяжелее воды ($M(\text{CCl}_4) = 154 \text{ г/моль}$) и 4 л HCl , хорошо растворимого в воде.	2 балла
3	22,4 л CH_4 при сгорании дает 36 г воды; тогда из 4 л метана получится $36 \cdot 4 / 22,4 = 6,43 \text{ г}$ воды	2 балла
4	Закон объёмных отношений газов: объёмы газообразных исходных веществ и газообразных продуктов реакции относятся друг к другу как коэффициенты перед формулами соответствующих газообразных веществ	2 балла
5	Парниковый эффект с позиции французского ученого Ж. Фурье: «Земля нагревается излучением Солнца и излучает тепло в пространство, а температура планеты определяется балансом приходящего на неё и излучаемого ею потоков тепловой энергии».	2 балла
6	Газы, вызывающие своей повышенной концентрацией парниковый эффект, называют парниковыми газами - CO_2 , CH_4 , N_2O , галогенированные углеводороды, синтетические газы SF_6 и др. — это важнейшие парниковые газы природного и антропогенного происхождения.	2 балла (по 0,25 за 1 наименование, но не более 4 наименований)
7	Парниковый эффект выполняет двойную роль. С одной стороны, это благо для людей, так как без него не было бы жизни на Земле, а средняя температура на Земле составляла бы (-18°C). С другой стороны, парниковый эффект приводит к глобальному потеплению, усилению таяния льдов и повышению уровня морей и океанов.	2 балла
8	Химико-технологические пути решения проблемы парникового эффекта: технологии улавливания парниковых газов (CO_2 и др.), переработка отходов, использование альтернативных источников энергии, восстановление экосистем, ликвидация пожаров.	2 балла

Итого: 16 баллов

Задача 4. Классы неорганических соединений. Химические свойства. Номенклатура неорганических веществ (18 баллов)

Тривиальная номенклатура в химии — это исторически сложившиеся названия химических соединений, которые не отражают состав и строение вещества. Такие названия не соответствуют правилам систематической номенклатуры, разработанной Международным союзом чистой и прикладной химии (IUPAC). При этом тривиальные названия широко используются в производственной деятельности из-за их краткости, особенно в случае применения в технологических процессах, в названии природных

соединений. Например, пред вами ряд веществ, которые имеют тривиальные названия: 1) сухой лед, 2) сталь, 3) речной песок, кварц, 4) бром, 5) алюминий, 6) оксид азота (IV) («лисий хвост»), 7) речная вода, 8) купоросное масло, 9) ляпис, 10) ледяная кислота. С какими из перечисленных веществ может реагировать едкий натр? Если реакция возможна, напишите ее уравнение, укажите условия протекания, расставьте коэффициенты. Назовите продукты реакций в возможных уравнениях (4, 5, 6, 7). Опишите кратко условия протекания трех реакций 1, 3, 4. Укажите возможные дополнительные названия едкого натра.

Система оценивания:

№	Элементы решения	Баллы
1	Тривиальное название гидроксида натрия (NaOH) — «едкий натр». Дополнение (каустик, каустическая сода)	1 балла
2	1) сухой лед – CO ₂ 2) сталь - Fe 3) речной песок, кварц – SiO ₂ 4) бром – Br ₂ 5) алюминий – Al 6) оксид азота (IV) («лисий хвост») – NO ₂ 7) речная вода – H ₂ O 8) купоросное масло – H ₂ SO ₄ (конц.) 9) ляпис – AgNO ₃ 10) ледяная кислота – CH ₃ COOH (конц. более 80%)	2,5 баллов
3	1) NaOH + CO ₂ = NaHCO ₃ при избытке углекислого газа 2NaOH + CO ₂ = Na ₂ CO ₃ + H ₂ O при избытке щелочи 2) нет реакции 3) 2NaOH + SiO ₂ = Na ₂ SiO ₃ + H ₂ O при сплавлении твердых веществ 4) 2NaOH + Br ₂ = NaBr + NaBrO + H ₂ O в холодном растворе щелочи 6NaOH + 3Br ₂ = 5NaBr + NaBrO ₃ + 3H ₂ O преобладает при нагревании раствора 5) 2NaOH + 2Al + 6H ₂ O = 2Na[Al(OH) ₄] + 3H ₂ 6) 2NaOH + 2NO ₂ = NaNO ₃ + NaNO ₂ + H ₂ O 7) нет реакции 8) H ₂ SO ₄ + NaOH = NaHSO ₄ + H ₂ O в избытке кислоты H ₂ SO ₄ + 2NaOH = Na ₂ SO ₄ + 2H ₂ O в избытке щелочи 9) 2AgNO ₃ + 2NaOH = Ag ₂ O↓ + 2NaNO ₃ + H ₂ O. 10) CH ₃ COOH + NaOH = CH ₃ COONa + H ₂ O	11 баллов
4	уравнение 4: бромид натрия, гипобромит натрия и вода;	2 балла

	бромид натрия, бромат натрия и вода Уравнение 5: тетрагидроксоалюминат натрия и водород Уравнение 6: нитрат натрия, нитрит натрия и вода Уравнение 7 – нет веществ	
5	Уравнение 1: избыток углекислого газа и избыток щелочи Уравнение 3: сплавление (при высокой температуре) Уравнение 4: Холодный раствор щелочи Горячий раствор щелочи	1,5 балла

Итого: 18 баллов

Задача 5 Получение газов в лаборатории. Химический эксперимент. Химическая посуда, оборудование (18 баллов)

В лаборатории получают разные газы: водород, кислород, углекислый газ (диоксид углерода, CO_2) и аммиак (NH_3). Для получения газов используют специальные приборы, например аппараты Киппа, колбы Вюрца с капельной воронкой.

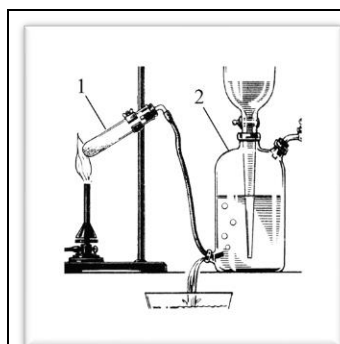


Рисунок 1

Для получения бесцветного газа X разлагали ряд солей: А, В, С и D, как показано на рисунке 1. Соль помещали в пробирку 1 и нагревали. Газ, выделяющийся при разложении соли, собирали в газометре 2. Известно, что каждая из солей состоит из трёх элементов. Выход реакции разложения принять равным 100 %. Назовите емкость под цифрой 2 и ее назначение.

Информация о составе и свойствах солей представлена в таблице 1.

Условное обозначение соли в данной задаче	Массовая доля элемента в составе соли		Молярная масса соли, г/моль	Количество вещества газа X, выделившееся при разложении 10 г соли, моль
	Калий, %	Кислород, %		
A	24,68	40,51	158	-----
B	31,84	39,18	-----	0,1224
C	23,35	28,74	----	0,0898
D	28,89	47,41	270	0,0185

Определите газ X и соли A–D, запишите их формулы в соответствующие строчки. Проведите расчеты в указанных строчках таблицы. Отметим, что один из продуктов разложения соли A используется в качестве катализатора в реакции разложения соли B. Заполните таблицу.

X	A	B	C	D

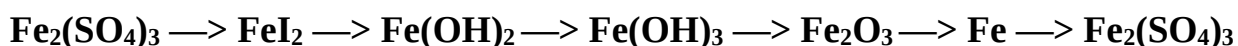
Система оценивания:

№	Элементы решения	Баллы										
1	Определите газ X - O ₂ Исходя из данных по первой формуле, находим соотношение атомов в KxЭyO _z X:Y:Z= 24,68/39:34,81/X:40,51/16=0,633:34,81/X:2,532 Исходя из решения получаем, что Ar(Э)=55, значит это марганец - Mn	2 балла										
2	2KMnO ₄ = K ₂ MnO ₄ + MnO ₂ + O ₂ ↑. 2KClO ₃ = 2KCl + 3O ₂ ↑. 2KBrO ₃ = 2KBr + 3O ₂ . ↑ 2K ₂ S ₂ O ₈ = 2K ₂ S ₂ O ₇ + O ₂ . ↑	8 баллов										
3	MnO ₂ - один из продуктов разложения соли KMnO ₄ используется в качестве катализатора в реакции разложения соли B.	1 балл										
4	KMnO ₄ — перманганат калия, марганцовокислый калий, марганцовка. KClO ₃ — хлорат калия, бертолетова соль. KBrO ₃ — бромат калия. K ₂ S ₂ O ₈ — персульфат калия, дисульфат калия.	4 балла										
5	Емкость под цифрой 2 – газометр, лабораторный прибор для собирания, хранения и измерения объёма различных газов.	2 балла										
6	<table><tr><td>X</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td>O₂</td><td>KMnO₄</td><td>KClO₃</td><td>KBrO₃</td><td>K₂S₂O₈</td></tr></table> Итого: 18 баллов	X	A	B	C	D	O ₂	KMnO ₄	KClO ₃	KBrO ₃	K ₂ S ₂ O ₈	1 балл
X	A	B	C	D								
O ₂	KMnO ₄	KClO ₃	KBrO ₃	K ₂ S ₂ O ₈								

Задача 6. Генетическая взаимосвязь классов неорганических веществ.

Определение типа химической реакции (15 баллов)

Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей цепочке превращений. Составьте химические уравнения. Расставьте коэффициенты. Определите тип химической реакции по числу реагентов, продуктов, изменению степени окисления.



Система оценивания:

№	Элементы решения	Баллы
1.	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{BaI}_2 = 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$ (OBR)	2,5 балла
2.	$\text{FeI}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaI}$ (обмена, неOBR)	2,5 балла
3.	$2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3$ (соединение, OBR)	2,5 балла

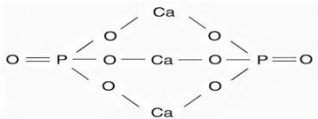
4.	$2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (разложения, неОВР)	2,5 балла
5.	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ (замещения, ОВР)	2,5 балла
6.	$2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.) $= \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ (ОВР)	2,5 балла

Итого: 15 баллов

Задание 7. Сильные и слабые электролиты. Константа диссоциации (12 баллов)

Ортофосфорная кислота - более сильная, чем уксусная CH_3COOH , тем не менее фосфорит может растворяться в уксусной кислоте. Как можно объяснить это явление? Константы диссоциации ортофосфорной кислоты составляют ($K=7,5 \cdot 10^{-3}$ $K=6,2 \cdot 10^{-8}$ $K=2,2 \cdot 10^{-13}$). Константа диссоциации уксусной кислоты составляет ($K=1,86 \cdot 10^{-5}$). Соотнесите константы диссоциации ортофосфорной кислоты по ступеням. Почему фосфорит растворяется в уксусной кислоте. Запишите уравнение химической реакции. Что такое фосфорит? Какова его структурно-графическая формула?

Система оценивания:

№	Элементы решения	Баллы
1	Ортофосфорная кислота трехосновная: $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$, $K_1=7,5 \cdot 10^{-3}$ $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$ $K_2=6,2 \cdot 10^{-8}$ $\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ $K_3=2,2 \cdot 10^{-13}$	3 балла
2	$K_{\text{CH}_3\text{COOH}}=1,86 \cdot 10^{-5}$ Ортофосфорная кислота сильнее уксусной только по первой ступени диссоциации	2 балла
3	Фосфорит растворяется в уксусной кислоте не с вытеснением H_3PO_4 , а с образованием кислой соли, лучше растворимой, чем средняя.	2 балла
4	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{CH}_3\text{COOH} = 2(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ - Структурно-графическая формула фосфорита- 	5 балла

Итого 12 баллов

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Итого
Максимальное кол-во баллов	6	15	16	18	18	15	12	100