

Единый государственный экзамен по ХИМИИ

Инструкция по выполнению работы

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 34 задания. Часть 1 содержит 28 заданий с кратким ответом, часть 2 содержит 6 заданий с развёрнутым ответом.

На выполнение экзаменационной работы по химии отводится 3,5 часа (210 минут).

Ответом к заданиям части 1 является последовательность цифр или число. Ответ запишите по приведённым ниже образцам в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1. Последовательность цифр в заданиях 1–25 запишите без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

КИМ	Ответ:	<table border="1"><tr><td>3</td><td>5</td></tr></table>	3	5	<table border="1"><tr><td>3</td><td>3</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	3	3	5								Бланк
	3	5														
	3	3	5													
Ответ:	<table border="1"><tr><td>X</td><td>Y</td></tr><tr><td>4</td><td>2</td></tr></table>	X	Y	4	2	<table border="1"><tr><td>8</td><td>4</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	8	4	2							
X	Y															
4	2															
8	4	2														
Ответ:	<u>3,4</u>	<table border="1"><tr><td>2</td><td>7</td><td>3</td><td>,</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	2	7	3	,	4									
2	7	3	,	4												

Ответы к заданиям 29–34 включают в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

При выполнении работы используйте Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева; таблицу растворимости солей, кислот и оснований в воде, электрохимический ряд напряжений металлов. Эти сопроводительные материалы прилагаются к тексту работы.

Для вычислений используйте непрограммируемый калькулятор.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Часть 1

Ответами к заданиям 1–25 являются последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 7, 8, 10, 14, 15, 19, 20, 22, 23, 24, 25 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов.

1) S 2) O 3) Cl 4) Cr 5) Br

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в **данном ряду**.

- 1** Определите, у атомов каких из указанных в ряду элементов разность между общим количеством электронов и внешними электронами является одинаковой. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

- 2** Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые образуют бескислородные кислоты.

Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения кислотных свойств этих кислот.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--	--

- 3 Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в составе образованных ими соединений с общей формулой H_2EO_x могут иметь одинаковую степень окисления.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--



4 Из предложенного перечня выберите два вещества молекулярного строения в которых присутствует ковалентная связь, образованная по донорно-акцепторному механизму.

- 1) пероксид водорода
- 2) угарный газ
- 3) азотная кислота
- 4) хлорид аммония
- 5) кислород

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) щелочи; Б) средней соли; В) кислотного оксида.

1	HMnO_4	2	H_2CrO_4	3	$\text{Al}(\text{OH})_3$
4	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	5	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	6	HNO_3
7	NO	8	CrO_3	9	CaO

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6 Раствор вещества X разделили на две пробирки. В первую пробирку добавили гидроксид натрия, при этом наблюдали сначала образование осадка, который при дальнейшем добавлении гидроксида растворился. Во вторую добавили раствор вещества Y. При этом произошла химическая реакция, в результате которой образовался осадок и выделился газ. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) хлорид железа(III)
- 2) сульфид натрия
- 3) нитрат алюминия
- 4) хлорид кальция
- 5) бромид цинка

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

7 Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) NaNO_2	1) HCl , HNO_3 , NH_4Cl
Б) K_2CrO_4	2) SrCl_2 , HNO_3 , HBr
В) H_2SO_4	3) MgSO_4 , $\text{AlCl}_3(\text{p-p})$, SiO_2
Г) $\text{FeCl}_3(\text{p-p})$	4) KOH , Cu , H_2S
	5) Na_2SO_4 , AgNO_3 , $\text{AlCl}_3(\text{p-p})$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г



- 8** Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

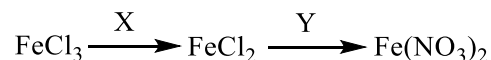
ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ
А) H_3PO_3 и NaOH (изб.)	1) NaH_2PO_2 и PH_3
Б) P + NaOH (p-p)	2) Na_3PO_4 и H_2O
В) FeO и HNO_3 (разб.)	3) Na_2HPO_3 и H_2O
Г) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и HNO_3 (конц.)	4) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ и H_2O
	5) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, NO и H_2O
	6) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, NO_2 и H_2O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 9** Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) K_2S
- 2) HCl
- 3) H_2S
- 4) HNO_3
- 5) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

- 10** Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой органических соединений, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
А) $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{NH}_2}{\text{C}}}-\text{CH}_3$	1) первичные амины
Б) $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{H}_3\text{C}-\text{NH}}{\text{CH}}}$	2) вторичные амины
В) $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_2}{\overset{\text{NH}_2}{\text{C}}}$	3) третичные амины
	4) четвертичные аммониевые соединения

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

- 11** Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами.

- 1) пентин-1
- 2) *цис*-бутен-2
- 3) *транс*-бутен-2
- 4) изопрен
- 5) дивинил

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--



12 Из предложенного перечня выберите все вещества, которые взаимодействуют как с циклогексаном, так и с бензолом.

- 1) хлорэтан
- 2) хлор
- 3) азотная кислота
- 4) водород
- 5) кислород

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____.

13 Из предложенного перечня выберите два вещества, которые вступают в реакцию гидролиза.

- 1) мальтоза
- 2) фруктоза
- 3) фенилаланин
- 4) глицилаланин
- 5) глюкоза

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

14 Установите соответствие между схемой реакции и веществом X, принимающим в ней участие: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

- А) $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{X} \rightarrow \text{CH}\equiv\text{CH}$
 Б) $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{X} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2$
 В) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOK} + \text{X} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3$
 Г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOK} + \text{X} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

ВЕЩЕСТВО X

- 1) Zn
- 2) KOH (спирт.)
- 3) KOH (водн.)
- 4) KOH (тв.)
- 5) H_2O (электролиз)
- 6) K_2CO_3

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

15 Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродосодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) изопропилформиат и вода (H^+)
 Б) 1,1,1-трихлорэтан и гидроксид калия (водн.)
 В) метилацетат и гидроксид калия (водн.)
 Г) уксусный ангидрид и этанол

ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) метилат калия
- 2) этилат калия
- 3) метановая кислота
- 4) этановая кислота
- 5) ацетилхлорид
- 6) ацетат калия

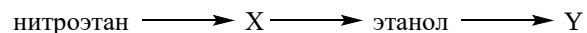
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г



16 Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) изопрен
- 2) этиламин
- 3) ацетилен
- 4) дивинил
- 5) муравьиная кислота

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:	X	Y

17 Из предложенного перечня выберите **все** типы реакций, к которым можно отнести взаимодействие гидроксида меди(II) с серной кислотой.

- 1) обмена
- 2) окислительно-восстановительная
- 3) гетерогенная
- 4) нейтрализации
- 5) замещения

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____.

18 Из предложенного перечня выберите **все** воздействия, которые приводят к увеличению скорости реакции между алюминием и азотной кислотой.

- 1) измельчение алюминия
- 2) повышение давления
- 3) замена разбавленной азотной кислоты на концентрированную
- 4) повышение температуры
- 5) добавление алюминия

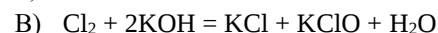
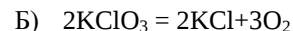
Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____.

19 Установите соответствие между уравнением реакции и изменением степени окисления восстановителя: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ
ОКИСЛЕНИЯ
ВОССТАНОВИТЕЛЯ



1) $0 \rightarrow -1$

2) $-2 \rightarrow 0$

3) $0 \rightarrow +1$

4) $+2 \rightarrow +4$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	A	Б	В

20 Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

A) нитрат магния

Б) сульфат цинка

В) бромид меди

1) металл, кислород

2) металл, галоген

3) водород, кислород

4) водород, галоген

5) металл, водород, галоген

6) металл, водород, кислород

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	A	Б	В



Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

Концентрация (молярная, моль/л) показывает отношение количества растворённого вещества (n) к объёму раствора (V).

pH («пэ аш») – водородный показатель: величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

Шкала pH водных растворов электролитов



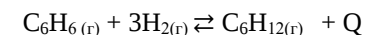
21 Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л).

- 1) хлорид меди(II)
- 2) уксусная кислота
- 3) азотная кислота
- 4) гидроксид цезия

Запишите номера веществ в порядке уменьшения значения pH их водных растворов.

Ответ: → → →

22 Установите соответствие между фактором, действующим на равновесную систему



и направлением смещения химического равновесия в этой системе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ
ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| А) добавление платины | 1) в сторону прямой реакции |
| Б) понижение давления | 2) в сторону обратной реакции |
| В) добавление <i>n</i> -гексана | 3) практически не смещается |
| Г) понижение температуры | |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23 В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество этилена. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию этилена (X) и равновесную концентрацию метана (Y).

Реагент	$\text{C}_2\text{H}_{4(\text{г})}$	CH_4	C_2H_2
Исходная концентрация (моль/л)			
Равновесная концентрация (моль/л)	0,2		0,6

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0,2 моль/л
- 2) 0,4 моль/л
- 3) 0,6 моль/л
- 4) 0,9 моль/л
- 5) 1,1 моль/л
- 6) 1,4 моль/л

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

- 24 Установите соответствие между названиями веществ и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВ

РЕАГЕНТ

- | | |
|--|-----------------------|
| А) нитрат цинка (р-р) и хлорид железа(III) (р-р) | 1) гидроксид меди(II) |
| Б) этановая кислота и азотная кислота (р-р) | 2) бромная вода |
| В) этанол и диэтиловый эфир | 3) хлорид натрия |
| Г) анилин и бензол | 4) натрий |
| | 5) медь |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 25 Установите соответствие между названием мономера и формулой соответствующего ему полимера: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ МОНОМЕРА

ФОРМУЛА ПОЛИМЕРА

- | | |
|-------------------------|--|
| А) изопрен | 1) $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{COOH})-)_n$ |
| Б) терефталевая кислота | 2) $(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$ |
| В) акриловая кислота | 3) $(-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$ |
| | 4) $(-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{O})-)_n$ |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

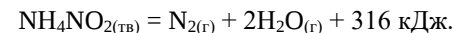
А	Б	В

Ответом к заданиям 26–28 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин в бланке ответа указывать не нужно. При проведении расчётов для всех элементов, кроме хлора, используйте значения относительных атомных масс, выраженные целыми числами ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

- 26 Вычислите массу 70% раствора серной кислоты (в граммах), который нужно смешать с чистой серной кислотой для получения 600 г раствора с массовой долей 90%. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ г.

- 27 Разложение нитрита аммония протекает в соответствии с термохимическим уравнением реакции



Какая масса воды образовалась, если в результате разложения выделилось 94,8 кДж тепла? (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ г.

- 28 Какую массу фосфорита (в килограммах), содержащего 77,5% фосфата кальция, необходимо сплавить с углем и песком для получения 62 кг фосфора? (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ кг.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, что каждый ответ записан в строке с номером соответствующего задания.







РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ																				
	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	–	–	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	–	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	H	H	M	?
S ²⁻	P	P	P	P	P	–	–	–	H	–	–	H	–	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	–	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	–	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	–	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	–	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	–	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	–	H	H	H	H	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P	–	P	P	P	P	P	–	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr ₂ O ₇ ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)
 «H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «–» – в водной среде разлагается
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

		Г р у п п ы										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
п е р и о д ы	1	¹ H 1,008 Водород						(H)				² He 4,00 Гелий
	2	³ Li 6,94 Литий	⁴ Be 9,01 Бериллий	⁵ B 10,81 Бор	⁶ C 12,01 Углерод	⁷ N 14,00 Азот	⁸ O 16,00 Кислород	⁹ F 19,00 Фтор				¹⁰ Ne 20,18 Неон
	3	¹¹ Na 22,99 Натрий	¹² Mg 24,31 Магний	¹³ Al 26,98 Алюминий	¹⁴ Si 28,09 Кремний	¹⁵ P 30,97 Фосфор	¹⁶ S 32,06 Сера	¹⁷ Cl 35,45 Хлор				¹⁸ Ar 39,95 Аргон
	4	¹⁹ K 39,10 Калий	²⁰ Ca 40,08 Кальций	²¹ Sc 44,96 Скандий	²² Ti 47,90 Титан	²³ V 50,94 Ванадий	²⁴ Cr 52,00 Хром	²⁵ Mn 54,94 Марганец	²⁶ Fe 55,85 Железо	²⁷ Co 58,93 Кобальт	²⁸ Ni 58,69 Никель	
		²⁹ Cu 63,55 Медь	³⁰ Zn 65,39 Цинк	³¹ Ga 69,72 Галлий	³² Ge 72,59 Германий	³³ As 74,92 Мышьяк	³⁴ Se 78,96 Селен	³⁵ Br 79,90 Бром				³⁶ Kr 83,80 Криптон
	5	³⁷ Rb 85,47 Рубидий	³⁸ Sr 87,62 Стронций	³⁹ Y 88,91 Иттрий	⁴⁰ Zr 91,22 Цирконий	⁴¹ Nb 92,91 Ниобий	⁴² Mo 95,94 Молибден	⁴³ Tc 98,91 Технеций	⁴⁴ Ru 101,07 Рутений	⁴⁵ Rh 102,91 Родий	⁴⁶ Pd 106,42 Палладий	
		⁴⁷ Ag 107,87 Серебро	⁴⁸ Cd 112,41 Кадмий	⁴⁹ In 114,82 Индий	⁵⁰ Sn 118,69 Олово	⁵¹ Sb 121,75 Сурьма	⁵² Te 127,60 Теллур	⁵³ I 126,90 Йод				⁵⁴ Xe 131,29 Ксенон
	6	⁵⁵ Cs 132,91 Цезий	⁵⁶ Ba 137,33 Барий	⁵⁷ La* 138,91 Лантан	⁷² Hf 178,49 Гафний	⁷³ Ta 180,95 Тантал	⁷⁴ W 183,85 Вольфрам	⁷⁵ Re 186,21 Рений	⁷⁶ Os 190,2 Осмий	⁷⁷ Ir 192,22 Иридий	⁷⁸ Pt 195,08 Платина	
		⁷⁹ Au 196,97 Золото	⁸⁰ Hg 200,59 Ртуть	⁸¹ Tl 204,38 Таллий	⁸² Pb 207,2 Свинец	⁸³ Bi 208,98 Висмут	⁸⁴ Po [209] Полоний	⁸⁵ At [210] Астат				⁸⁶ Rn [222] Радон
	7	⁸⁷ Fr [223] Франций	⁸⁸ Ra 226 Радий	⁸⁹ Ac** [227] Актиний	¹⁰⁴ Rf [261] Резерфордий	¹⁰⁵ Db [262] Дубний	¹⁰⁶ Sg [266] Сиборгий	¹⁰⁷ Bh [264] Борий	¹⁰⁸ Hs [269] Хассий	¹⁰⁹ Mt [268] Мейтнерий	¹¹⁰ Ds [271] Дармштадтий	
		¹¹¹ Rg [280] Рентений	¹¹² Cn [285] Коперниций	¹¹³ Nh [286] Нихоний	¹¹⁴ Fl [289] Флеровий	¹¹⁵ Mc [290] Московий	¹¹⁶ Lv [293] Ливерморий	¹¹⁷ Ts [294] Теннесси				¹¹⁸ Og [294] Оганесон

* Лантаноиды

58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Прозердий	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
-----------------------	---------------------------	------------------------	----------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	-------------------------

** Актиноиды

90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu 244 Плутоний	95 Am 243 Америций	96 Cm 247 Курций	97 Bk 247 Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеев	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
-----------------------	-----------------------------	---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------------	-------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	------------------------------	----------------------------	------------------------------



**Система оценивания экзаменационной работы по химии****Часть 1**

За правильный ответ на каждое из заданий 1–5, 9–13, 16–21, 25–28 ставится 1 балл.

Задание считается выполненным верно, если экзаменуемый дал правильный ответ в виде последовательности цифр или числа с заданной степенью точности.

Номер задания	Правильный ответ
1	13
2	531
3	14
4	23
5	458
9	35
10	121
11	14
12	235
13	14
16	24
17	134
18	14
19	423
20	362
21	4123
25	341
26	200
27	10,8
28	400

Задания 6–8, 14, 15, 22, 23 и 24 считаются выполненными верно, если правильно указана последовательность цифр.

За полный правильный ответ в заданиях 6–8, 14, 15, 22, 23 и 24 ставится 2 балла; если допущена одна ошибка – 1 балл; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

Номер задания	Правильный ответ
6	32
7	1244
8	3154
14	2145
15	3664
22	3211
23	54
24	5542

Часть 2

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: нитрит калия, хлорат натрия, серная кислота, хлорид хрома(III), йодид натрия, хромат натрия. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

- 29** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми сопровождается образованием бесцветного газа. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа Элементы ответа: 1) Выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции: $2\text{NaI} + 2\text{KNO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + 2\text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 2) Составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель: $\begin{array}{l l} 1 & 2\text{I}^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow \text{I}_2^0 \\ 2 & \text{N}^{+3} + 1\bar{e} \rightarrow \text{N}^{+2} \end{array}$ Йод в степени окисления -1 (или йодид натрия) является восстановителем. Азот в степени окисления +3 (или нитрит калия) – окислителем.	
Ответ правильный и полный, содержит все названные выше элементы	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	2

- 30** Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция ионного обмена между которыми сопровождается изменением цвета раствора. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

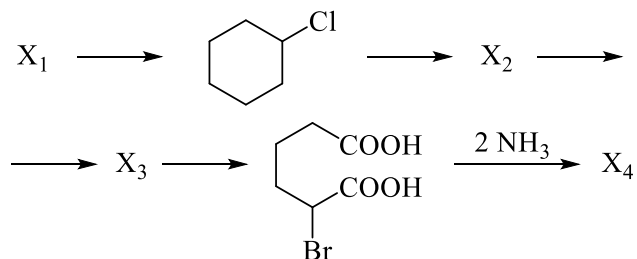
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа Элементы ответа: 1) Выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена: $2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 2) Записаны полное и сокращённое ионные уравнения реакций: $4\text{Na}^+ + 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = 2\text{Na}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	
Ответ правильный и полный, содержит все названные выше элементы	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	2



- 31 Сера растворилась в горячем концентрированном растворе едкого кали. После завершения реакции к полученному раствору добавили концентрированной соляной кислоты. Выделившуюся из раствора газовую смесь нагрели. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа Ответ включает в себя четыре уравнения возможных реакций, соответствующих описанным превращениям: 1) $3S + 6KOH = 2K_2S + K_2SO_3 + 3H_2O$ 2) $K_2S + 2HCl = H_2S + 2KCl$ 3) $K_2SO_3 + 2HCl = SO_2 + 2H_2O + 2KCl$ 4) $SO_2 + 2H_2S \xrightarrow{t^0} 3S + 2H_2O$	
Правильно записаны 4 уравнения реакций	4
Правильно записаны 3 уравнения реакций	3
Правильно записаны 2 уравнения реакций	2
Правильно записано 1 уравнение реакции	1
Все уравнения реакций записаны неверно	0
Максимальный балл	4

- 32 Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа Ответ включает в себя пять уравнений реакций, соответствующих схеме превращений: 1) $\text{Cyclohexane} + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} \text{Cyclohexyl-Cl} + HCl$ 2) $\text{Cyclohexyl-Cl} + KOH_{\text{спирт.}} \longrightarrow \text{Cyclohexene} + KCl$ 3) $5 \text{ Cyclohexene} + 8KMnO_4 + 12H_2SO_4 \xrightarrow{t} 5 \text{ Cyclohexane-1,2-dicarboxylic acid} + 8MnSO_4 + 4K_2SO_4 + 12H_2O$ 4) $\text{Cyclohexane-1,2-dicarboxylic acid} + Br_2 \xrightarrow{P_{\text{красн.}}} \text{Cyclohexane-1,2-dicarboxylic acid-2-Br} + HBr$ 5) $\text{Cyclohexane-1,2-dicarboxylic acid-2-Br} + 2NH_3 \longrightarrow \text{Cyclohexane-1,2-dicarboxylic acid-2-NH}_2 + NH_4Br$	
Правильно записаны 5 уравнений реакций	5
Правильно записаны 4 уравнения реакций	4
Правильно записаны 3 уравнения реакций	3
Правильно записаны 2 уравнения реакций	2
Правильно записано 1 уравнение реакции	1
Все уравнений реакций записаны неверно	0
Максимальный балл	5

Примечание. Допустимо использование структурных формул разного вида (развёрнутой, сокращённой, скелетной), однозначно отражающих порядок связи атомов и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.





- 33 Смесь гидрокарбоната натрия и гидроксида натрия массой 124,8 г нагрели до 300°C и выдержали до постоянной массы, которая уменьшилась на 29,4 г. После охлаждения остаток использовали для нейтрализации раствора, полученного при полном растворении 11,2 г железа в избытке 80% концентрированной горячей азотной кислоты и последующего добавления 393 мл воды. При этом в растворе не осталось ионов железа и карбонат-ионов. Определите массовую долю соли в полученном растворе и массовую долю щелочи в исходной смеси. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа Записаны уравнения реакций: [1] $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ [2] $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ [3] $\text{Fe} + 6\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ [4] $2\text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaNO}_3$ [5] $2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow + 6\text{NaNO}_3$ Приведены необходимые вычисления: $m(\text{ост}) = 124,8 - 29,4 = 95,4 \text{ г}$ Предположим, что гидрокарбоната натрия избыток, тогда карбонат натрия образуется по двум первым реакциям: $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{[1]} = x \text{ моль}$ $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{[2]} = y \text{ моль}$ Тогда: $\begin{cases} 106 \cdot (x + y) = 95,4 \\ 84x + 40x + 2 \cdot 84y = 124,8 \end{cases}$ $x = 0,6 \text{ моль}$ $y = 0,3 \text{ моль}$ $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{ост}} = 0,6 + 0,3 = 0,9 \text{ моль}$ $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{ост}} = 106 \cdot 0,9 = 95,4 \text{ г}$ Следовательно, в остатке только карбонат натрия. $n(\text{NaOH}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{[1]} = 0,6 \text{ моль}$ $m(\text{NaOH}) = 0,6 \cdot 40 = 24 \text{ г}$ $n(\text{Fe}) = 11,2/56 = 0,2 \text{ моль}$ $n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = n(\text{Fe}) = 0,2 \text{ моль}$ $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{[5]} = 3/2 \cdot n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 3/2 \cdot 0,2 = 0,3 \text{ моль}$ $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{[4]} = n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{ост}} - n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{[5]} = 0,9 - 0,3 = 0,6 \text{ моль}$ $n(\text{HNO}_3)_{[4]} = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{[4]} = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ моль}$ $n(\text{HNO}_3)_{[3]} = 6 \cdot n(\text{Fe}) = 6 \cdot 0,2 = 1,2 \text{ моль}$	

$n(\text{HNO}_3)_{(\text{общ})} = 1,2 + 1,2 = 2,4 \text{ моль}$ $m(\text{HNO}_3)_{(\text{общ})} = 2,4 \cdot 63 = 151,2 \text{ г}$ $m(\text{HNO}_3)_{80\%} = 151,2/0,8 = 189 \text{ г}$ $n(\text{NaNO}_3)_{[4]} = n(\text{HNO}_3)_{[4]} = 1,2 \text{ моль}$ $n(\text{NaNO}_3)_{[5]} = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{[5]} = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ моль}$ $n(\text{NaNO}_3)_{(\text{общ})} = 1,2 + 0,6 = 1,8 \text{ моль}$ $m(\text{NaNO}_3)_{(\text{общ})} = 1,8 \cdot 85 = 153 \text{ г}$ $n(\text{NO}_2) = 3 \cdot n(\text{Fe}) = 3 \cdot 0,2 = 0,6 \text{ моль}$ $n(\text{CO}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{ост}} = 0,9 \text{ моль}$ $n(\text{Fe}(\text{OH})_3) = n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{р-ра}) = 11,2 + 189 - 0,6 \cdot 46 + 393 + 95,4 - 0,9 \cdot 44 - 0,2 \cdot 107 = 600 \text{ г}$ Определена массовая доля соли в полученном растворе и массовая доля щелочи в исходной смеси: $\omega(\text{NaNO}_3) = 153 / 600 = 0,255$, или 25,5 %. $\omega(\text{NaOH}) = 24 / 124,8 = 0,192$, или 19,2 %.	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • правильно записаны уравнения реакций, соответствующих условию задания; • правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания; • продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты; • в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина	4
Правильно записаны три элемента ответа	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	4

Примечание. В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях в одном из трёх элементов (втором, третьем или четвёртом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

- 34** Органическое вещество содержит 48,39% углерода, 25,81% кислорода и 18,55% натрия по массе. Известно, что при электролизе водного раствора этого вещества образуется углеводород, галогенирование которого протекает с образованием только одного моногалогенпроизводного этого углеводорода.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного вещества;
- 2) составьте возможную структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции, протекающей при электролизе водного раствора исходного вещества (используйте структурные формулы органических веществ).

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа Элементы ответа: 1) проведены необходимые вычисления: $w(H) = 100 - 48,39 - 25,81 - 18,55 = 7,25\%$. Общая формула органического вещества – $C_xH_yO_zNa_m$ $x : y : z : m = (48,39 / 12) : (7,25 / 1) : (25,81 / 16) : (18,55 / 23)$ Установлено соотношение числа атомов C, H, O и Na в веществе: $x : y : z : m = 4,03 : 7,25 : 1,61 : 0,81 = 5 : 9 : 2 : 1$ Молекулярная формула органического вещества – $C_5H_9O_2Na$ 2) Приведена структурная формула органического вещества: $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{COONa} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 3) Составлено уравнение реакции: $2 \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{COONa} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2 + 2\text{NaOH}$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • правильно произведены вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы вещества, и записана молекулярная формула вещества; • записана структурная формула органического вещества, которая отражает порядок связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле в соответствии с условием задания;	3

• с использованием структурной формулы органического вещества записано уравнение реакции, на которую даётся указание в условии задания	
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	3

