

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) As 2) Al 3) B 4) Co 5) Se

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

- 1** Определите элементы, атомы которых в основном состоянии содержат три неспаренных электрона.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:		
--------	--	--

- 2** Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые расположены в одном периоде.

Расположите выбранные элементы в порядке увеличения их электроотрицательности.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--	--

- 3 Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые **не способны** проявлять отрицательную степень окисления.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--



4 Из предложенного перечня выберите два вещества немолекулярного строения в которых присутствует ковалентная неполярная связь.

- 1) бензол
- 2) кремнезём
- 3) пероксид лития
- 4) бромид аммония
- 5) кремний

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) двухосновного гидроксида; Б) кислой соли; В) амфотерного оксида.

1	NH_4Br	2	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	3	CH_3COOH
4	NaH_2PO_4	5	H_3PO_4	6	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
7	CrO_3	8	NO_2	9	MnO_2

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

Ответ:

А	Б	В

6 Через раствор вещества X пропустили сероводород, при этом наблюдали образование черного осадка, при добавлении к которому горячей кислоты Y, осадок растворился и выделился газ. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) соляная кислота
- 2) хлорид меди(II)
- 3) азотная кислота
- 4) хлорид серебра
- 5) бромид железа(II)

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) $\text{Zn}(\text{OH})_2$	1) HCl , NaNO_3 , Na_3PO_4
Б) KHSO_4 (p-p)	2) CaCl_2 , HNO_3 , NaCl
В) $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ (p-p)	3) CO_2 , AlCl_3 , H_2S
Г) CuSO_4 (p-p)	4) LiOH , Zn , BaCl_2
	5) H_2SO_4 , RbOH (p-p), HF

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, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

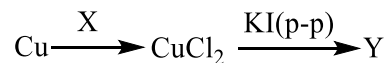
ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ
А) ZnBr_2 и NaOH (изб.)	1) Zn(OH)_2 и NaBr
Б) S и NaOH (p-p)	2) $\text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$ и NaBr
В) $\text{Ca(HCO}_3)_2$ и NaOH	3) Na_2S , Na_2SO_4 и H_2O
Г) NaHCO_3 и Ca(OH)_2	4) NaHCO_3 и Ca(OH)_2
	5) CaCO_3 , Na_2CO_3 и H_2O
	6) Na_2S , Na_2SO_3 и H_2O

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) HCl
- 2) HClO_3
- 3) Cl_2
- 4) CuI
- 5) CuI_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, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
А) изопрен	1) углеводороды
Б) <i>o</i> -ксилол	2) спирты
В) этилформиат	3) простые эфиры
	4) сложные эфиры

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

- 11** Из предложенного перечня выберите два вещества, в молекулах которых **не все атомы** лежат в одной плоскости.

- 1) хлоропрен
- 2) стирол
- 3) изопрен
- 4) ацетальдегид
- 5) дивинил

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--



12 Из предложенного перечня выберите **все** вещества, из которых в одну стадию можно получить этан.

- 1) метан
- 2) хлорметан
- 3) ацетат натрия
- 4) пропионат калия
- 5) карбид кальция

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____.

13 Из предложенного перечня выберите две реакции, в которые, в отличие от этиламина, вступает аланилглицин.

- 1) этерификация
- 2) полимеризация
- 3) горение
- 4) гидрирование
- 5) гидролиз

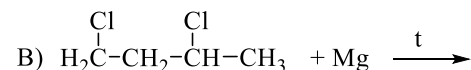
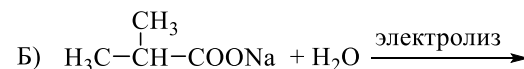
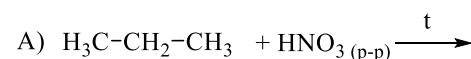
Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

14 Установите соответствие между схемой реакции и органическим веществом – продуктом реакции, преимущественно образующимся в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ



ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) 1-нитропропан
- 2) 2-нитропропан
- 3) этан
- 4) бутан
- 5) метилциклопропан
- 6) 2,3-диметилбутан

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

- A) изопропанол и оксид меди(II)
 Б) 1,1-дихлорэтан и гидроксид натрия (водн.)
 В) пропен и перманганат калия (водн.)
 Г) уксусная кислота и хлорид фосфора(V)

ПРОДУКТ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) пропандиол-1,2
- 2) пропанон
- 3) ацетальдегид
- 4) ацетат натрия
- 5) ацетилхлорид
- 6) хлоруксусная кислота

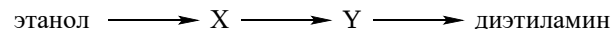
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г



16 Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) этилен
- 2) этиламин
- 3) этаналь
- 4) дивинил
- 5) хлорид диэтиламмония

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

17 Из предложенного перечня выберите **все** реакции, которые являются реакциями замещения.

- 1) взаимодействие оксида натрия с водой
- 2) взаимодействие этилового спирта с натрием
- 3) взаимодействие фенола с бромной водой
- 4) взаимодействие формальдегида с водой
- 5) взаимодействие соляной кислоты с цинком

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____.

18 Из предложенного перечня выберите **все** реакции, для которых уменьшение давления приводит к уменьшению скорости реакции при комнатной температуре.

- 1) взаимодействие хлора с водородом
- 2) взаимодействие натрия с водой
- 3) взаимодействие цинка с соляной кислотой
- 4) взаимодействие железа с бромом
- 5) взаимодействие этилена с бромной водой

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____.

19 Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента кислорода, которое он проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

СВОЙСТВО КИСЛОРОДА

- A) $C + CO_2 = 2CO$
- Б) $N_2 + O_2 = 2NO$
- В) $O_2 + F_2 = O_2F_2$

- 1) является окислителем
- 2) является восстановителем
- 3) является и окислителем, и восстановителем
- 4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	В

20 Установите соответствие между веществом и возможным способом его получения путём электролиза: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- A) алюминий
- Б) барий
- В) водород

- 1) водного раствора $AlCl_3$
- 2) расплава $Ba(NO_3)_2$
- 3) расплава $AlCl_3$
- 4) расплава $BaCl_2$

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



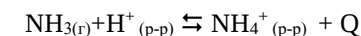
21 Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л).

- 1) хлорид железа(III)
- 2) йодоводород
- 3) аммиак
- 4) нитрат натрия

Запишите номера веществ в порядке возрастания 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

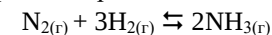
НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЕ
ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| А) добавление соляной кислоты | 1) в сторону прямой реакции |
| Б) понижение давления | 2) в сторону обратной реакции |
| В) добавление хлорида аммония | 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 азота и водорода. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные приведённые в таблице, определите исходную концентрацию H_2 (X) и равновесную концентрацию NH_3 (Y).

Реагент	N_2	H_2	NH_3
Исходная концентрация (моль/л)	0,4		
Равновесная концентрация (моль/л)	0,3	1,1	

Выберите из списка номера правильных ответов.

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

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:	X	Y

- 24** Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

- | | |
|---|--|
| А) ацетилен и гидроксид
диамминсеребра(I) | 1) растворение осадка |
| Б) уксусная кислота и сода (р-р) | 2) образование осадка |
| В) этанол и перманганат калия (H ⁺) | 3) обесцвечивание раствора |
| Г) фенол (р-р) и бромная вода | 4) выделение газа |
| | 5) образование осадка и
обесцвечивание раствора |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 25** Установите соответствие между аппаратом химического производства и процессом, протекающим в этом аппарате: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

АППАРАТ

ПРОЦЕСС

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| А) колонна синтеза | 1) окисление сернистого газа |
| Б) электролизёр | 2) получение аммиака |
| В) доменная печь | 3) получение алюминия |
| | 4) получение чугуна |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

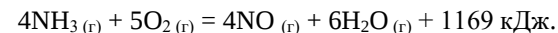
А	Б	В

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 (Ar(Cl) = 35,5).

- 26** Вычислите массу 5% раствора сульфата натрия (в граммах), который нужно добавить к 50,0 г 20% раствора сульфата натрия для получения раствора с массовой долей 13%. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ г.

- 27** Окисление аммиака протекает в соответствии с термохимическим уравнением реакции



Сколько литров образовалось оксида азота(II) (н.у.), если в результате окисления газообразного аммиака выделилось 66,8 кДж. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ л.

- 28** Из 256 г карбида кальция при взаимодействии с водой был получен ацетилен объемом 89 л (н.у.). Вычислите объёмную долю выхода (%) ацетилена в этой реакции. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ %.

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.



Часть 2

Для записи ответов на задания 29–34 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ №2**. Запишите сначала номер задания (29, 30 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

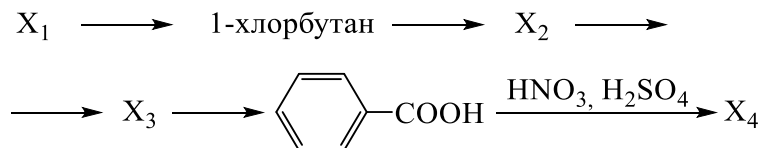
Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрофосфат натрия, серная кислота, гидроксид кальция, йодид калия, алюминий. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

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

30 Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция ионного обмена между которыми не сопровождается видимыми признаками. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

31 Железный колчедан растворили в горячей концентрированной серной кислоте. После завершения реакции через полученный раствор пропустили сероводород. Образовавшийся осадок отделили и растворили в горячей концентрированной азотной кислоте. Выделившийся газ пропустили через нагретую медную трубку. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

33 Медный купорос ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) массой 125 г растворили в воде, в результате получился раствор, в котором количество атомов кислорода оказалось больше количества ионов меди в 50 раз. Часть раствора перелили в другую емкость, к которой добавляли раствор гидроксида натрия до окончания выпадения осадка. После отделения осадка от раствора для его полного растворения потребовалось 146 г 10%-ой соляной кислоты. Остальную часть раствора сульфата меди подвергли электролизу, в результате которого масса раствора уменьшилась на 16 г. Определите массовую долю сульфата меди в растворе после электролиза. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

34 При сгорании органического вещества А массой 40,2 г получено 31,36 л (н.у.) углекислого газа, 16,2 г бромоводорода и 7,2 г воды. Известно, что вещество А можно получить добавлением брома к веществу Б с использованием катализатора.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
- 2) составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения вещества А из вещества Б с участием брома в присутствии катализатора (используйте структурные формулы органических веществ).

Проверьте, что каждый ответ записан рядом 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 63,55 Cu Медь	³⁰ 65,39 Zn Цинк	³¹ 69,72 Ga Галлий	³² 72,59 Ge Германий	³³ 74,92 As Мышьяк	³⁴ 78,96 Se Селен	³⁵ 79,90 Br 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	
		⁴⁷ 107,87 Ag Серебро	⁴⁸ 112,41 Cd Кадмий	⁴⁹ 114,82 In Индий	⁵⁰ 118,69 Sn Олово	⁵¹ 121,75 Sb Сурьма	⁵² 127,60 Te Теллур	⁵³ 126,90 I 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	
		⁷⁹ 196,97 Au Золото	⁸⁰ 200,59 Hg Ртуть	⁸¹ 204,38 Tl Таллий	⁸² 207,2 Pb Свинец	⁸³ 208,98 Bi Висмут	⁸⁴ [209] Po Полоний	⁸⁵ [210] At 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 [280] Rg Рентений	¹¹² [285] Cn Коперниций	¹¹³ [286] Nh Нихоний	¹¹⁴ [289] Fl Флеровий	¹¹⁵ [290] Mc Московский	¹¹⁶ [293] Lv Ливерморий	¹¹⁷ [294] Ts 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	14
2	415
3	24
4	35
5	249
9	34
10	114
11	34
12	234
13	15
16	25
17	235
18	15
19	412
20	341
21	2143
25	234
26	43,75
27	5,12
28	99,33

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	23
7	5434
8	2655
14	2653
15	2315
22	1221
23	52
24	2435

Часть 2

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрофосфат натрия, серная кислота, гидроксид кальция, йодид калия, алюминий. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

- 29** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми сопровождается образованием простого вещества и выделением 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: $8\text{KI} + 9\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 4\text{I}_2 + 8\text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$ (допускается написание K_2SO_4 вместо KHSO_4) 2) Составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель: $\begin{array}{l l} 4 & 2\text{I}^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow \text{I}_2^0 \\ 1 & \text{S}^{+6} + 8\bar{e} \rightarrow \text{S}^{-2} \end{array}$ Йод в степени окисления -1 (или йодид калия) является восстановителем. Сера в степени окисления +6 (или серная кислота) – окислителем.	
Ответ правильный и полный, содержит все названные выше элементы	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

30

- Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция ионного обмена между которыми не сопровождается видимыми признаками. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

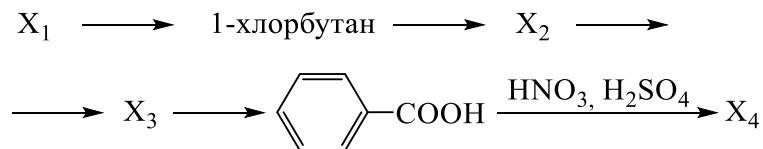
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа Элементы ответа: 1) Выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 2) Записаны полное и сокращённое ионные уравнения реакций: $2\text{Na}^+ + \text{HPO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{HPO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_3\text{PO}_4$	
Ответ правильный и полный, содержит все названные выше элементы	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2



- 31 Железный колчедан растворили в горячей концентрированной серной кислоте. После завершения реакции через полученный раствор пропустили сероводород. Образовавшийся осадок отделили и растворили в горячей концентрированной азотной кислоте. Выделившийся газ пропустили через нагретую медную трубку. 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) $2\text{FeS}_2 + 14\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 15\text{SO}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{FeSO}_4 + \text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 3) $\text{S} + 6\text{HNO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{NO}_2 + 2\text{Cu} \xrightarrow{t^\circ} \text{N}_2 + 2\text{CuO}$	
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	Баллы
--	-------

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
Вариант ответа Ответ включает в себя пять уравнений реакций, соответствующих схеме превращений: 1) $\square + \text{HCl} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2}$ или $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2} + \text{HCl} \xrightarrow{t} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2} + \text{H}_2\text{O}$ 2) $2 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2} + 2 \text{Na} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\text{CH}_2} + 2\text{NaCl}$ 3) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\text{CH}_2} \xrightarrow{\text{кат}, t} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 4\text{H}_2$ 4) $5 \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{CH}_3 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t} 5 \text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH} + 5\text{CO}_2 + 12\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 28\text{H}_2\text{O}$ 5) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH} + \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)-\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$	
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** Медный купорос ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) массой 125 г растворили в воде, в результате получился раствор, в котором количество атомов кислорода оказалось больше количества ионов меди в 50 раз. Часть раствора перелили в другую емкость, к которой добавляли раствор гидроксида натрия до окончания выпадения осадка. После отделения осадка от раствора для его полного растворения потребовалось 146 г 10%-ой соляной кислоты. Остальную часть раствора сульфата меди подвергли электролизу, в результате которого масса раствора уменьшилась на 16 г. Определите массовую долю сульфата меди в растворе после электролиза. 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] $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ [2] $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ [3] $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Приведены необходимые вычисления: $n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 125 / 250 = 0,5$ моль $n(\text{O}) = 50 \cdot n(\text{Cu}^{2+}) = 50 \cdot 0,5 = 25$ моль $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}) = n(\text{O}) - n(\text{O}_{\text{CuSO}_4}) = 25 - 0,5 \cdot 4 = 25 - 2 = 23$ моль $m(\text{H}_2\text{O}) = 23 \cdot 18 = 414$ г $m(\text{CuSO}_4) = 0,5 \cdot 160 = 80$ г $m_{\text{р}}(\text{CuSO}_4) = 414 + 80 = 494$ г $m\text{HCl} = 146 \cdot 0,1 = 14,6$ г $n(\text{HCl}) = 14,6 / 36,5 = 0,4$ моль $n\text{Cu}(\text{OH})_2 [3] = n(\text{HCl}) / 2 = 0,4 / 2 = 0,2$ моль $n\text{CuSO}_{4[1]} = \text{Cu}(\text{OH})_2 = 0,2$ моль $n(\text{CuSO}_4 \text{ исх.})_{[2]} = 0,5 - 0,2 = 0,3$ моль $m_{\text{р}2}(\text{CuSO}_4 \text{ исх.}) = 494 \cdot 0,3 / 0,5 = 296,4$ г Пусть в результате электролиза выделяется $n(\text{Cu}) = x$ моль $n(\text{O}_2) = x/2$ моль Тогда: $64x + 32x/2 = 16$ $x = 0,2$ моль $n(\text{CuSO}_4 \text{ реаг.})_{[2]} = n(\text{Cu}) = 0,2$ моль	

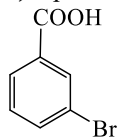
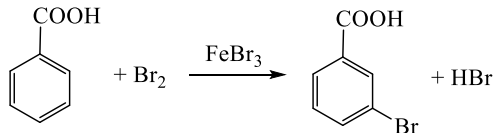
$n(\text{CuSO}_4 \text{ ост.}) = 0,3 - 0,2 = 0,1$ моль $m(\text{CuSO}_4 \text{ ост.}) = 0,1 \cdot 160 = 16$ г $m_{\text{р}2}(\text{CuSO}_4 \text{ ост.}) = 296,4 - 16 = 280,4$ г Определена массовая доля соли в полученном растворе: $\omega(\text{CuSO}_4 \text{ ост.}) = 16 / 280,4 = 0,057$, или 5,7 %.	
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 При сгорании органического вещества А массой 40,2 г получено 31,36 л (н.у.) углекислого газа, 16,2 г бромоводорода и 7,2 г воды. Известно, что вещество А можно получить добавлением брома к веществу Б с использованием катализатора. На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
- 2) составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения вещества А из вещества Б с участием брома в присутствии катализатора (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) Найдено количество вещества продуктов сгорания: $n(\text{CO}_2) = 31,36 / 22,4 = 1,4$ моль; $n(\text{C}) = 1,4$ моль $n(\text{HBr}) = 16,2 / 81 = 0,2$ моль; $n(\text{Br}) = 0,2$ моль $n(\text{H}_2\text{O}) = 7,2 / 18 = 0,4$ моль $n(\text{H}) = n(\text{HBr}) + 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,2 + 2 \cdot 0,4 = 1$ моль Установлено количество кислорода: $m(\text{C} + \text{H} + \text{Cl}) = 1,4 \cdot 12 + 1 \cdot 1 + 0,2 \cdot 80 = 33,8$ г $m(\text{O}) = 40,2 - 33,8 = 6,4$ г $n(\text{O}) = 6,4 / 16 = 0,4$ моль Определена молекулярная формула вещества: $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{Br}) : n(\text{O}) = 1,4 : 1 : 0,2 : 0,4 = 7 : 5 : 1 : 2$ Молекулярная формула вещества – $\text{C}_7\text{H}_5\text{BrO}_2$ 2) Приведена структурная формула вещества А:  3) Составлено уравнение реакции получения вещества А: 	

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

