

Единый государственный экзамен по ХИМИИ

Инструкция по выполнению работы

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 35 заданий. Часть 1 содержит 29 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 1–26 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 30–35 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 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.

Желаем успеха!

Часть 1

Ответами к заданиям 1–26 являются последовательность цифр. Запишите ответ 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 5, 8, 9, 11, 16, 17, 21–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов. Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в **данном ряду**.

1) P 2) S 3) Ba 4) Ti 5) F

- 1** Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют сходную конфигурацию внешнего энергетического уровня. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

- 2** Из указанных в ряду химических элементов выберите три *p*-элемента. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их атомного радиуса. 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 кислородсодержащих анионов могут иметь одинаковую степень окисления.
- Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--



4 Из предложенного перечня выберите два вещества, между молекулами которых образуются водородные связи.

- 1) CH_3COOH
- 2) HF
- 3) CH_3CHO
- 4) H_2
- 5) CH_3NO_2

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

5 Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1) кислоты
Б) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	2) основания
В) KNO_3	3) оксиды
	4) средние соли
	5) кислые соли
	6) основные соли

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6 Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми не реагирует сера.

- 1) серная кислота
- 2) азотная кислота
- 3) соляная кислота
- 4) гидроксид натрия
- 5) фосфат натрия

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

7 В результате взаимодействия раствора сульфата меди(II) с железом образовалась соль X. Эту соль нагрели с концентрированной серной кислотой, в результате чего образовалась новая соль Y. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые соответствуют приведенному описанию.

- 1) FeS
- 2) CuS
- 3) FeSO_4
- 4) FeSO_3
- 5) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y



- 8 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) HNO_3	1) HNO_3 , H_2SO_4 , KOH
Б) ZnO	2) KCl , NaHCO_3 , Ca
В) K_2SO_3	3) NO , H_2 , Na
Г) O_2	4) FeCl_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, HCl
	5) Cu , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, K_2SiO_3

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 9 Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

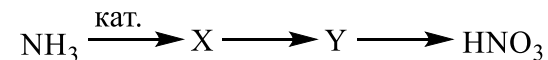
РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ
А) Al_2S_3 и избыток р-ра KOH	1) $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ и K_2SO_4
Б) SO_2 и избыток р-ра KOH	2) $\text{Al}(\text{OH})_3$ и K_2SO_4
В) избыток SO_2 и р-р KOH	3) KHSO_3
Г) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и избыток р-ра KOH	4) K_2SO_3 и H_2O
	5) $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ и K_2S
	6) $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ и H_2S

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 10 Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) NO
- 2) NO_2
- 3) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
- 4) NH_4Cl
- 5) N_2

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

- 11 Установите соответствие между названием вещества и его принадлежностью к определённому (-ой) классу (группе) органических соединений: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС (ГРУППА)
А) этаналь	1) арены
Б) метанол	2) альдегиды
В) глицин	3) спирты
	4) алкены
	5) аминокислоты
	6) алкины

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В





12 Из предложенного перечня выберите два вещества, в молекулах которых имеются атомы углерода в состоянии sp^3 -гибридизации.

- 1) ацетилен
- 2) формальдегид
- 3) толуол
- 4) бутин-2
- 5) бензол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

13 Из предложенного перечня выберите два вещества, которые **не могут** взаимодействовать с хлороводородом.

- 1) пропан
- 2) бутadiен-1,3
- 3) стирол
- 4) циклопропан
- 5) циклогексан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14 Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми **не может** взаимодействовать этановая кислота.

- 1) этанол
- 2) гидроксид меди(II)
- 3) оксид меди(II)
- 4) соляная кислота
- 5) медь

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15 Из предложенного перечня выберите два вещества, которые **не подвергаются** гидролизу.

- 1) аминокислота
- 2) дипептид цистеина
- 3) метиловый эфир аланина
- 4) целлюлоза
- 5) аминопропионовая кислота

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

16 Установите соответствие между названием вещества и преимущественно образующимся продуктом его гидратации: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ГИДРАТАЦИИ
А) бутен-1	1) бутаналь
Б) бутин-1	2) бутанол-1
В) бутен-2	3) бутанол-2
Г) бутин-2	4) бутанон
	5) бутандиол-1,2
	6) бутановая кислота

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 17** Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим веществом, которое является продуктом реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

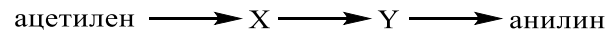
РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) этанол и оксид меди(II) (при нагревании)	1) этилат калия
Б) этанол (при нагревании в присутствии конц. серной кислоты)	2) ацетат калия
В) этанол и калий	3) уксусная кислота
Г) хлорэтан и спиртовой раствор гидроксида калия (при нагревании)	4) ацетальдегид
	5) ацетат меди(II)
	6) этилен

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 18** Задана следующая схема превращений веществ:



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

- этилен
- нитробензол
- фенол
- триэтиламин
- бензол

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

- 19** Из предложенного перечня выберите все реакции этерификации.

- $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH}$
- $\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{OH} = \text{HCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $2\text{CH}_3\text{OH} = \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ: _____

- 20** Из предложенного перечня выберите все внешние воздействия, которые приведут к увеличению скорости химической реакции между цинком и раствором хлорида меди(II).

- увеличение концентрации хлорида меди(II)
- увеличение давления
- уменьшение температуры
- увеличение площади поверхности соприкосновения веществ
- увеличение температуры

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: _____



- 21** Установите соответствие между уравнением реакции и формулой вещества, являющегося окислителем в данной реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

ОКИСЛИТЕЛЬ

- | | |
|--|-------------------------|
| A) $2\text{NH}_3 + 2\text{Na} = 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2$ | 1) NH_3 |
| Б) $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ | 2) O_2 |
| В) $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} = 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ | 3) NO_2 |
| | 4) NO |
| | 5) H_2O |
| | 6) Na |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

- 22** Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на инертном аноде при электролизе её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА АНОДЕ

- | | |
|-------------------------------|------------------|
| A) CaBr_2 | 1) NO_2 |
| Б) K_2SO_4 | 2) Br_2 |
| В) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | 3) Cl_2 |
| Г) CuCl_2 | 4) O_2 |
| | 5) SO_2 |
| | 6) H_2 |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 23** Установите соответствие между формулой соли и средой её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

СРЕДА РАСТВОРА

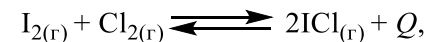
- | | |
|---------------------------------|----------------|
| A) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ | 1) щелочная |
| Б) NaF | 2) кислая |
| В) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | 3) нейтральная |
| Г) NaClO_4 | |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 24** Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| A) введение катализатора | 1) в сторону прямой реакции |
| Б) понижение температуры | 2) в сторону обратной реакции |
| В) увеличение давления | 3) практически не смещается |
| Г) повышение температуры | |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г



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

ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) CuSO_4 и NaOH	1) выпадение белого осадка
Б) CuSO_4 и BaCl_2	2) выпадение чёрного осадка
В) CuSO_4 и Na_2S	3) выпадение голубого осадка
Г) CuCl_2 и NaI	4) появление коричневой окраски раствора
	5) появление жёлто-коричневой окраски раствора и выпадение осадка

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 26 Установите соответствие между веществом и способом его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ПРИМЕНЕНИЕ
А) гидрокарбонат натрия	1) используется для консервирования овощей
Б) этановая кислота	2) используется в качестве поглотителя примесей в фильтрах для воды
В) активированный уголь	3) используется в качестве удобрения
	4) используется как разрыхлитель теста и как чистящее вещество
	5) используется в качестве заменителя сахара

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Ответом к заданиям 27–29 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 правой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 27 К 70 г раствора с массовой долей хлорида кальция 40% добавили 18 мл воды и 12 г этой же соли. Вычислите массовую долю соли (в процентах) в полученном растворе.

Ответ: _____ % (Запишите число с точностью до целых.)

- 28 Какой объём (н.у.) оксида углерода(II) (в литрах) можно окислить 27 л (н.у.) кислорода?

Ответ: _____ л (Запишите число с точностью до целых.)

- 29 Через раствор, содержащий 29,4 г серной кислоты, пропустили аммиак до образования средней соли. Вычислите объём (н.у.) прореагировавшего газа (в литрах).

Ответ: _____ л (Запишите число с точностью до сотых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

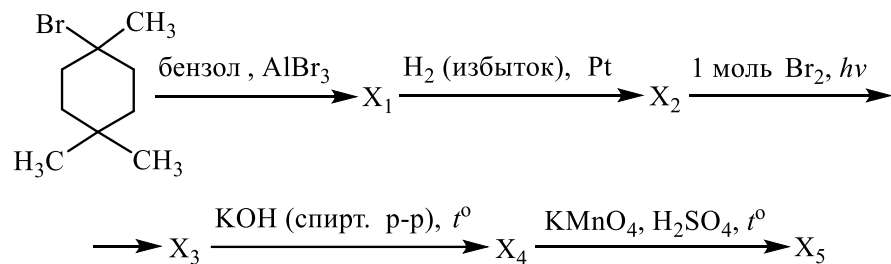


Часть 2

Для записи ответов на задания 30–35 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: гидрокарбонат бария, фосфин, хлороводород, гидроксид калия, сульфат натрия, гипохлорит калия. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

- 30** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми протекает с образованием двух солей. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель в этой реакции.
- 31** Из предложенного перечня выберите два вещества одного класса, реакция ионного обмена между которыми приводит к образованию осадка. Выделения газа в этой реакции не наблюдается. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения только одной из возможных реакций.
- 32** Натрий сожгли в кислороде. Полученное при этом вещество растворили в холодной воде. Через образовавшийся раствор пропустили бурый газ, который был получен в результате взаимодействия сероуглерода (CS_2) с горячей концентрированной азотной кислотой. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.
- 33** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

- 34** Фторид фосфора(V) растворили в 2%-ном растворе ортофосфорной кислоты. В результате реакции образовался раствор, в котором массовая доля фтороводорода оказалась в 4,9 раза меньше массовой доли ортофосфорной кислоты. К полученному раствору добавили 2020 г раствора гидроксида стронция, взятого в избытке. При этом образовалось 29 г осадка. Вычислите массу конечного раствора. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).
- 35** При сгорании органического вещества А получили 10,56 г углекислого газа, 2,43 г бромоводорода и 4,32 г воды. Вещество А образуется при взаимодействии углеводорода Б с бромом. Известно, что вещество А содержит два четвертичных атома углерода. На основании данных условия задания:
- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества и запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
 - 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
 - 3) напишите уравнение бромирования углеводорода Б с образованием вещества А.







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	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			
	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			
	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			
	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			
	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			
	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 Прозеродим	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 1–6, 11–15, 19–21, 26–29 ставится 1 балл.

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

№ задания	Ответ
1	34
2	125
3	24
4	12
5	554
6	35
11	235
12	34
13	15
14	45
15	15
19	13
20	145
21	124
26	412
27	40
28	54
29	13,44

Задания 7–10, 16–18, 22–25 считаются выполненными верно, если правильно указана последовательность цифр.

За полный правильный ответ в заданиях 7–10, 16–18, 22–25 ставится 2 балла; если допущена одна ошибка – 1 балл; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

№ задания	Ответ
7	35
8	5143
9	5431
10	12
16	3434
17	4616
18	52
22	2443
23	3123
24	3132
25	3125

Часть 2

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: гидрокарбонат бария, фосфин, хлороводород, гидроксид калия, сульфат натрия, гипохлорит калия. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

- 30** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми протекает с образованием двух солей. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель в этой реакции.

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: $\text{PH}_3 + 4\text{KClO} + 3\text{KOH} = \text{K}_3\text{PO}_4 + 4\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 2) Составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель: $\begin{array}{l} 1 \mid \text{P}^{-3} - 8\bar{e} \rightarrow \text{P}^{+5} \\ 4 \mid \text{Cl}^{+1} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}^{-1} \end{array}$ Фосфор в степени окисления -3 (или фосфин) является восстановителем. Хлор в степени окисления $+1$ (или гипохлорит 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

- 31** Из предложенного перечня выберите два вещества одного класса, реакция ионного обмена между которыми приводит к образованию осадка. Выделения газа в этой реакции не наблюдается. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения только одной из возможных реакций.

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: $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaHCO}_3$ 2) Записаны полное и сокращённое ионные уравнения реакций: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 + 2\text{Na}^+ + 2\text{HCO}_3^-$ $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$	
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

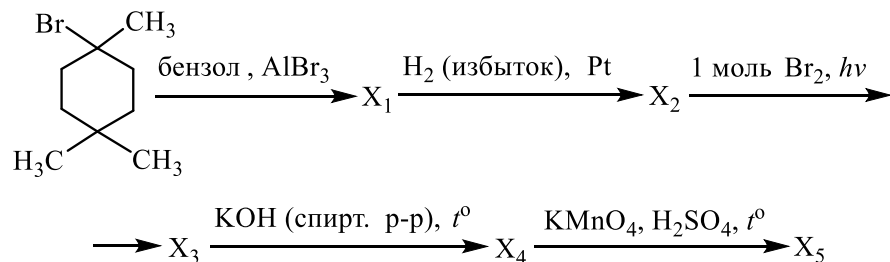


- 32 Натрий сожгли в кислороде. Полученное при этом вещество растворили в холодной воде. Через образовавшийся раствор пропустили бурый газ, который был получен в результате взаимодействия сероуглерода (CS_2) с горячей концентрированной азотной кислотой.

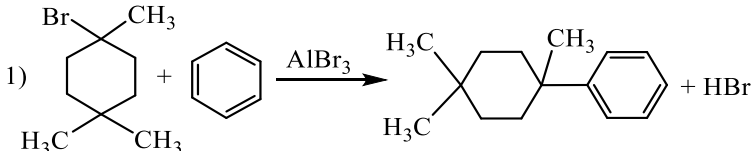
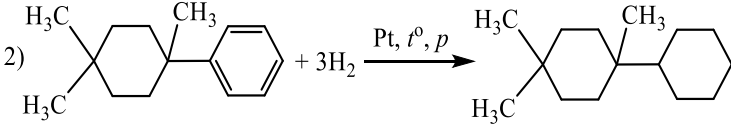
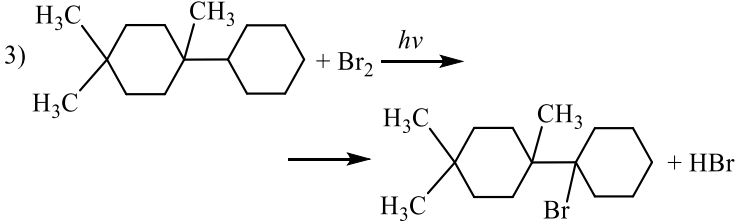
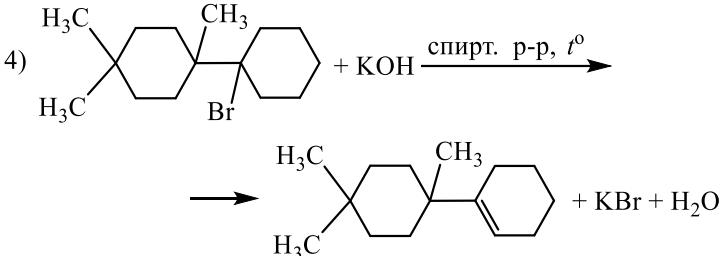
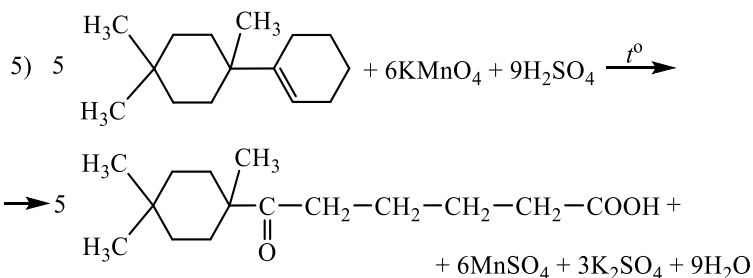
Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

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) $2\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}_2$ 2) $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ 3) $\text{CS}_2 + 16\text{HNO}_3 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 16\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 4) $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	
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

- 33 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)  2)  3)  4)  5) 	



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.

34 Фторид фосфора(V) растворили в 2%-ном растворе ортофосфорной кислоты. В результате реакции образовался раствор, в котором массовая доля фтороводорода оказалась в 4,9 раза меньше массовой доли ортофосфорной кислоты. К полученному раствору добавили 2020 г раствора гидроксида стронция, взятого в избытке. При этом образовалось 29 г осадка. Вычислите массу конечного раствора.

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] $\text{PF}_5 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HF}$ [2] $3\text{Sr}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ [3] $\text{Sr}(\text{OH})_2 + 2\text{HF} = \text{SrF}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Приведены необходимые вычисления: Пусть было x моль PF_5 и в исходном растворе y моль H_3PO_4 $n(\text{HF}) = 5n(\text{PF}_5) = 5x$ моль $n(\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ полученной})_{[1]} = n(\text{PF}_5) = x$ моль $n(\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ в растворе после [1]}) = x + y$ моль $m(\text{HF}) = 5x \cdot 20 = 100x$ г $m(\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ в растворе после [1]}) = 98(x + y)$ г $n(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,5n(\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ прореаг.})_{[2]} = 0,5(x + y)$ моль $n(\text{SrF}_2) = 0,5n(\text{HF прореаг.})_{[3]} = 0,5 \cdot 5x$ моль $m(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,5(x + y) \cdot 454 = 227(x + y)$ г	

$m(\text{SrF}_2) = 0,5 \cdot 5x \cdot 126 = 315x$ г $\begin{cases} 98(x + y) = 4,9 \cdot 100x \\ 227(x + y) + 315x = 29 \end{cases}$ $\begin{cases} x = 0,02 \text{ моль} \\ y = 0,08 \text{ моль} \end{cases}$ $m(\text{PF}_5) = 126 \cdot 0,02 = 2,52$ г $m(\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ в исходном растворе}) = 98 \cdot 0,08 = 7,84$ г $m(\text{исходного раствора } \text{H}_3\text{PO}_4) = 7,84 / 0,02 = 392$ г $m(\text{конечного раствора}) = 2,52 + 392 + 2020 - 29 = 2385,52$ г	
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.



35 При сгорании органического вещества А получили 10,56 г углекислого газа, 2,43 г бромоводорода и 4,32 г воды. Вещество А образуется при взаимодействии углеводорода Б с бромом. Известно, что вещество А содержит два четвертичных атома углерода.

На основании данных условия задания:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества и запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение бромирования углеводорода Б с образованием вещества А.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа Элементы ответа: Общая формула вещества – $C_xH_yBr_z$ 1) Найдены количества вещества продуктов сгорания и определена молекулярная формула вещества: $n(CO_2) = 10,56 / 44 = 0,24$ моль $n(H_2O) = 4,32 / 18 = 0,24$ моль $n(HBr) = 2,43 / 81 = 0,03$ моль $n(C) = n(CO_2) = 0,24$ моль $n(H) = 2n(H_2O) + n(HBr) = 0,51$ моль $n(Br) = n(HBr) = 0,03$ моль $x : y : z = 0,24 : 0,51 : 0,03 = 8 : 17 : 1$ Молекулярная формула – $C_8H_{17}Br$ 2) Составлена структурная формула вещества: $ \begin{array}{c} CH_3 \quad CH_3 \\ \quad \\ CH_3 - C - C - CH_2 - Br \\ \quad \\ CH_3 \quad CH_3 \end{array} $ 3) Составлено уравнение реакции:	

$ \begin{array}{c} CH_3 \quad CH_3 \\ \quad \\ CH_3 - C - C - CH_3 \\ \quad \\ CH_3 \quad CH_3 \end{array} + Br_2 \xrightarrow{h\nu} $ $ \begin{array}{c} CH_3 \quad CH_3 \\ \quad \\ CH_3 - C - C - CH_2 - Br + HBr \\ \quad \\ CH_3 \quad CH_3 \end{array} $	
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

